IEEC

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-040179

São Paulo, 04 de janeiro de 1979

15 JAN 0951 R 001207

ARQUIVO DE PROJETO

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 Belo Horizonte - MG

0056
10PR
CIR

ANEXO COM

RECEBERAM CÓPIAS

IEE-C
IEE-N
ISA

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref: Material recebido IEE-C-1050
Exame expedito - Providências necessárias

Prezados Senhores,

Tendo em mãos material de diferentes áreas da obra, recebido através da remessa IEE-C-1050, passamos a uma rápida análise do mesmo, posicionando sempre que possível nossas sugestões e recomendações iniciais assim como solicitando providências de V.Sas quando se fizer necessário.

1) General Specification 1A03300-A-1011-A.

Será analisado e em breve enviaremos nosso relatório; como passo inicial sugerimos consulta ao nosso AÇO-G-140378.

2) Os demais itens que seguem foram incorporados aos estudos em andamento ou incorporados aos arquivos para uso oportuno.

2.1) Memos: AP-S-142/78; AP-S-140; AP-S-121.

3) 3.1) Tomamos a liberdade de solicitar novamente os itens constantes em nosso AÇO-LM-071278 uma vez que os mesmos são indispensáveis para os estudos de comportamento do sobreaterro e sua retirada em andamento.

3.2) Solicitamos também cópia das folhas de campo - da prova de carga em estaca tubular executada nos Gasometros.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

RECEBIDO
15 JAN 1979
ISE
SECRETARIA

Nº 0451
~~ISE~~
IEE-C
Geo Obra
IEE-N / ARQUIVO

LG/ms

IEEC

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-080179

São Paulo, 08 de janeiro de 1979

15 JAN 09 46 79 001203

ARQUIVO DO PROJETO

AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua dos Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

ANEXO COM

RECEBERAM COPIAS

At. Dr. Stélio Francisco Da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref. Funcionamento dos INA
Válido para toda a USINA.

RECEBIDO
15 JAN 1979
ISE
SECRETARIA

Prezados Senhores,

0455

N/ARQUIVO

1. Dispensamos de reiterar nossa já insistente ressalva (em AÇO-LM-300578) de que perante os problemas em jogo nas áreas dos aterros (ajustes de lençol freático principalmente por dissipações de sobrepressões neutras) o que se necessitava (e continua necessitando) é de piezômetros (preferivelmente piezômetros múltiplos em determinados furos verticais) e não os INA em cada conjunto de medidores.

Sabemos que V.Sas. já instalaram conjuntos de piezômetros em tres furos verticais (um abaixo de cada sobreaterro), porém até o presente só dispomos das observações dos conjuntos CP_1 e CP_3.

Ressaltamos que os ensaios de tempo de resposta abaixo descritos para os INA são igualmente aplicáveis e exigidos nos casos de piezômetros.

2. Em continuação ao nosso relatório AÇO-G-140978 onde é discutida a frequência com que poderão ser lidos os níveis d'água, acrescentamos a seguinte observação quanto ao funcionamento dos INA:

Recomendamos que seja iniciado o mais breve possível um programa de comprovação da "resposta" de todos os INA (confirmando se continuam "em vida" e com rapidez adequada de observação); como é sabido, tais testes aproveitam de período em que as variações de leitura são muito lentas, e, provocando um enchimento ou esvaziamento rápido do tubo, compreendem observações da recuperação do nível d'água anterior nas mesmas, procurando avaliar a sua condição de funcionamento.

Os testes mais fáceis poderão compreender uma colocação de água limpa no INA de modo a elevar o nível d'água. A velocidade de des

cida ou tempo de recuperação nos dará dados para saber se o INA conserva a rapidez desejada e necessária (admitindo, obviamente, que no final da instalação dos INA, em cada caso um teste inicial de recuperação também tenha sido feito, conforme manda a praxe). Caso haja dúvida depois do teste de enchimento, pode-se esvaziá-lo parcialmente e observar o tempo de recuperação na subida do nível, sendo este procedimento tecnicamente preferido por não correr o risco de provocar colmatação por infiltração de água suja.

Os testes deverão ser registrados para posterior análise, e em cada gráfico de variação de leituras cabe assinalar cada episódio de tais ensaios de "resposta".

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

MC/sb

IEEC

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-LM-080179

São Paulo, 08 de Janeiro de 1979

15 JAN. 09 48 79 001204

ARQUIVO DE PROJETO

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
Belo Horizonte - MG

ANEXO COM
RECEBERAM CÓPIAS

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref: Acompanhamento dos Comportamento dos Sobreaterros - Área dos Laminadores.

Prezados Senhores,

É o presente para encaminhar a V.Sas os seguintes comentários sobre as leituras de recalque que vem sendo sistemáticamente efetuadas na obra.

Durante o prosseguimento das análises do comportamento dos sobreaterros na área da laminação, associamos a nomenclatura utilizada nas folhas de campo de acompanhamento dos medidores de recalques com aquela utilizada nos desenhos indicados como "Gráficos de Recalques-Conjunto (nome do conjunto)".

Nº 0454
ISE
IEE-E
IEE-N / ARQUIVO

A associação feita neste escritório foi a seguinte:

NO	RNA
N1	MRS-E
N2	MRG
N3	MRD
N4	MRC
N5	MR3

RECEBIDO
ISE
SECRETARIA

Baseados nessa associação verificamos que nos conjuntos C2A; C5A; C1B; C6B; C12B; C1C; C5C; C7C não se observaria a mesma posição relativa entre os indicadores de recalques conforme esquematizado no desenho PR-163/78 - 3º, dando-nos a impressão de que teria havido uma inversão na nomenclatura dos pontos de medida em cada perfil.

Como consequência dessa inversão, os desenhos com os títulos:

Tabela de Medidas de Recalques - 1/2 e
Tabela de Medidas de Recalques - 2/2

indicariam comportamentos "falseados" para os conjuntos nos quais teria havido essa inversão. Em tabela abaixo resumimos nossos comentários pormenorizando os "falseamentos" que admitimos estarem em jogo.

Conjunto	Hipóteses (se não houvesse inversão)	Levando em conta que houve inversão.
C2A	N3-N5 indicaria compressão do aterro até N3	indica o inchamento no solo residual.
	N2-N3 indicaria compressão do aterro até N2	indica compressão de aterro mais solo residual.
C5A	N5-N4 indicaria compressão do aterro até N3	indica inchamento de aterro, mais argila, mais solo residual.
	N2-N3 indicaria compressão do aterro até N2	indica compressão do solo residual.
C1B C6B C12B C1C C5C	N3-N4 indicaria compressão do aterro até N3	indica inchamento da camada de argila mais solo residual.
C7C	N3-N5 indicaria compressão do aterro até N3	indica inchamento no solo residual

Cabe ressaltar que a instalação dos pontos de medida de recalque muito próximos por exemplo C7C não resulta leituras con

fiáveis visto que em camada pouco espessa os erros inerentes tornam-se significativos.

Para prosseguimento do estudo do comportamento dos sobreaterros, assumiremos como corretos os esquemas apresentados nos desenhos com o título "Gráficos de Recalques-Conjunto (nome do conjunto)", ou seja, correspondente aos números:

PR-168/78-101 à PR-168/78-116
PR-168/78-119 à PR-168/78-123
PR-168/78-139 à PR-168/78-143

Pedimos prontamente retificar ou ratificar nossa informação.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

MC/ms

I EEC

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-LM-090179

São Paulo, 09 de Janeiro de 1979

15 JAN 0179 12 001205

ARQUIVO PROJETO

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
Belo Horizonte - MG

ANEXO COM

RECEBERAM CÓPIAS

EEC ISAE

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref: Laminação
Retirada do Sobre-aterro.

Prezados Senhores,

No prosseguimento de nossos estudos, sentimos falta do material abaixo discriminado, o qual solicitamos:

0453

EEC

ARQUIVO

1- Material

- sondagens de reconhecimento SP-CP_1; SP-CP_2; SP-CP_3.
- leituras do conjunto de piezômetros CP_2 desde a data de sua instalação. (Não possuímos nenhuma informação à respeito desse conjunto).
- leituras atualizadas dos conjuntos de piezômetros CP_1 e CP_3, uma vez que as últimas que dispomos datam de 13/12/78 para o CP_1 e 09/12/78 para o CP_3.

2- Esclarecimentos

2.1- Estaria estabelecido que cada conjunto de piezômetros seria composto por 4 piezômetros que obedeceriam a nomenclatura abaixo; de acordo com a sua situação:

RECEBIDO
15 JAN 1979
ISE
SECRETARIA

SR - instalado em solo residual
CA - instalado no corpo do aterro
FA - instalado no fundo do aterro
AM - instalado no meio da camada de argila mole.

Entretanto não dispomos das leituras dos piezômetros instalados na camada de argila mole, ou seja, as leituras de CP_1 - AM e CP_3 - AM. Solicitamos informações à respeito, e caso não tenham sido instalados, porque não o foram.

2.2- Dispomos das leituras (em folha de campo) de -

um piezômetro indicado como sendo "piezômetro-01", porém não possuímos sua locação ou qualquer outra informação à seu respeito.

Solicitamos as coordenadas para locação do referido piezômetro e sua respectiva sondagem caso tenha sido executada por ocasião de sua instalação.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

MC/ms

25 JAN 1979

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-110179

São Paulo, 11 de janeiro de 1979

ANEXO COM

RECEBERAM COPIAS

21 MAR 1979 002270

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
Belo Horizonte - MG

Nº 0742
ISE
GEE-C
GEP-C
Obra
Geotec
N/ARQUIVO

RECEB'DO
25 JAN 1979
ISE
SECRETARIA

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio [illegible]. Pinheiro

097

Ref: Visita a obra em 09/01/79

Prezados Senhores,

Conforme combinado com V.Sas efetuamos uma visita a obra em 14/01 último, durante a qual tivemos a oportunidade de coletar os dados referentes aos poços já abertos (bombeados e não-bombeados) junto ao sobreaterro na área da Laminação, bem como as leituras dos piezometros instalados próximos aos poços.

Apresentamos a seguir resumidamente os dados e informações obtidas e as recomendações efetuadas durante a visita:

1. Poços junto ao sobreaterro que vem sendo bombeados: P1/1; P1/2A; P1/3; P1/4; P1/5; P3;

2. Poços abertos junto ao sobreaterro que não vem sendo bombeados por falta de instalação de energia elétrica nas proximidades dos mesmos: P6; P10; P12A; P14; P16; P17A (vide AÇO-LM-101078).

3. Poços em que se observou durante a visita um comportamento anômalo, quer por excessiva queima de fusíveis: P1/3; quer pelas indicações do NA ao redor da "camisa" em nível superior ao nível de funcionamento da bomba não se observando sua imediata entrada em funcionamento: P1/2A e P1/5; possivelmente em decorrência de obstrução nos filtros ou mau contato no eletrodo de disparo da bomba.

4. A fim de obtermos maiores informações do bombeamento que vem sendo efetuado solicitamos que se observasse com certa periodicidade (semanalmente) em todos os poços a diferença entre os níveis estático e dinamico e o tempo de recuperação respectivo.

5. Os dados coletados serão informações adicionais ao estudo do comportamento das áreas carregadas com os sobreaterros visando fornecer as indicações a V.Sas quanto a retirada dos mesmos, que segundo informações obtidas na obra se iniciaria no dia 15 de janeiro próximo.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos

Atenciosamente

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

LG/FO/ms

RUA CAPITÃO ANTONIO ROCA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9230 — CEP 01443 — SÃO PAULO

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

IEEC

AÇO-LM-110179

São Paulo, 11 de Janeiro de 1979

15 JAN 0944 hs 001202

ARQUIVO PROJETO

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
Belo Horizonte - MG

A
ANEXO COM

RECEBERAM CÓPIAS
SUP | DSE | IEEC | DSG

At. Dr. Archimedes Viola
Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref: Área da Laminação - Retirada do Sobreaterro.

Prezados Senhores,

1) Nos últimos dias temos acelerado os estudos de acompanhamento do comportamento das sobrecargas de aterro e de rebaixamento do lençol freatico nos Laminadores, a fim de facultar a decisão premente quanto à remoção - do sobreaterro. Como parte destes trabalhos incluimos uma visita à Obra para atualização dos dados mais condicionantes. (Ver relatório AÇO-G-11 0179).

15 JAN 1979 ISE SECRETARIA

2) Informações recebidas na Obra indicam a eminência (dia 15 do corrente) da terraplenagem de retirada da sobrecarga.

3) Estudos em preparo para apresentação breve (AÇO-LM-160179) indicam estar ainda em franco andamento o processo de recalques, principalmente - por motivo de não se ter favorecido a indispensável dissipação de sobrepressões neutras. Tentativas insuficientes e frustadas dos bombeamentos experimental proposto (AÇO-G-291277) e de tratamento efetivo (AÇO-LM-10 1078), bem como relativo insucesso de observações piezométricas (AÇO-G-080179 e AÇO-LM-090179) constituiriam a principal razão do inusitado retardamento dos recalques. A experiência geral, que havia recomendado o précarregamento por sobreaterro como solução viável (AÇO-LM-140278), estava associada inexoravelmente a aterros compactados de barragens em que não houve sobrepressões neutras de construção (devido ao peso do próprio aterro), caso inaplicável na presente Obra conforme se revelou desde as prineiras fases da terraplenagem. Em aterro já prejudicado por sobrepressões neutras, sabidamente o acréscimo de carregamento por sobreaterro se transmite quase integralmente na forma de um incremento adicional da sobrepressão neutra, sem o efeito desejado de carregar e comprimir a estru

0456
/ARQUIVO

tura intergranular do solo.

4) A despeito de dificuldades de precisar números, é patente que os recalques que ainda prosseguirão, mesmo após a retirada breve do sobreaterro, continuarão a ser de ordens de grandeza não inferiores aos registrados até o presente.

5) A despeito de solicitação desde o início (AÇO-LM-280278) e mesmo (AÇO-LM-071278), não possuimos informações específicas sobre as estruturas (escavações, cargas mortas e vivas, cronologia desejada de montagens) que nos permitam desincumbir-nos adequadamente de nossa missão de oferecer a V.Sas as orientações cabiveis, quer para evitar dissabores futuros, quer para otimizar as soluções imediatas de fundações.

Ressaltamos ainda por último que também não se dispõe, segundo nos conste, de informações (providas pelos Fornecedores) mais específicas quanto a tolerâncias reais de recalques totais e diferenciais, especificamente no que diz respeito às parcelas respectivas que afetarão os equipamentos após sua fixação definitiva.

Embora tenhamos repetidamente transmitido nosso parecer de que a experiência tem demonstrado serem aceitáveis recalques diferenciais nitidamente maiores do que os geralmente consignados em requisitos de projeto, não julgamos que caiba apoiar-se em tal otimismo inquantificável para uma tomada de decisões de tal importância para as unidades em questão.

6) Depreende-se dos itens supra que não julgamos que haja apoio real para a decisão de uma retirada imediata do sobreaterro, conjugada com uma parada da instalação e operação de poços de bombeamento.

Sentimo-nos portanto obrigados a transmitir a V.Sas o mais prontamente possível as nossas preocupações, mesmo correndo algum risco de errar (o que muito nos alegraria, a favor da Obra) por falta nossa de conhecimentos pertinentes.

Sem mais, esperando não desmerecer a mui honrosa confiança com que V.Sas tem recebido nossa modesta colaboração técnica, subscrevemo-nos

mui cordial e atenciosamente

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

Victor F. B. de Mello

VM/ms

IECC

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-120179

São Paulo, 12 de Janeiro de 1979

002271

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
Belo Horizonte - MG

ANEXO COM
RECEBERAM CÓPIAS
IEE IEEC ISA

At. Dr. Stelio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Nº 0745
ISE
IEE-E
IEP-D
Obra
Geo. Obra
IEE-N/ARQUIVO

RECEB'DO
25 JAN 1979
ISE
SECRETARIA

Ref: Fundações para Tubulações de Gás, Vapor e Óleo (Pipe-rack)
Ver carta da Ishikawajima do Brasil - TUB-A-LE-002/79

Prezados Senhores,

1- Reportamo-nos à reunião em que tivemos oportunidade de participar no dia 20 de dezembro último e também a correspondência acima referida.

2- Reiteramos que não dispomos de nenhum dado além de sondagens e locação das mesmas. Dados de carregamentos (cargas mortas, vivas, térmicas etc.), estruturas, tubulações etc. não os temos; embora por experiência possamos concluir que as cargas sejam bem pequenas. Consignamos nosso pedido de rotina e persistente de que o fornecimento de tais informações seja liminar afim de que possamos atender aos problemas de engenharia Civil.

3- Pelo que nos foi apresentado na reunião e após exame superficial percebeu-se que em princípio não haveria problemas de comportamento individual das fundações e que a fundação direta parecia ser a mais indicada - tanto para zonas de corte como para zonas de aterro.

A taxa para dimensionamento das sapatas deveria ser escolhida de acordo com as sondagens disponíveis e com auxílio da planta de topografia inicial para fornecer dados sobre altura de cortes executado, altura de aterros, área de transição corte-aterro .

Mencionou-se que seria anti-econômico dimensionar as fundações para uma única tensão admissível para toda a área. Recomendou-se dimensionar preliminarmente a fundação para taxas módicas, por exemplo 1 kg/cm^2 e 2 kg/cm^2. Em planta seriam apresentadas as áreas onde seria executada a alternativa para 2 kg/cm^2 e onde seria executada para 1 kg/cm^2, afim de permitir aquilatar os comportamentos a prever, e a solução aproximadamente otimizada.

4- O problema que se apresentava era o do comportamento geral do aterro, que tem apresentado, em certas áreas, recalques significativos de adensamento devido ao seu peso próprio. Este recalque logicamente se faria sentir nas fundações apoiadas sobre o aterro.

Ressalta-se que estes recalques (onde ocorrem) terão magnitudes tão maiores (e de maior grande imprecisão de estimativa) do que os recalques diretos das próprias sapatas, que só merece discutir-se a escolha da fundação em função destes recalques gerais do aterro.

5- Duas são as formas de se enfrentar o problema destes recalques:

5.1- A primeira seria o emprego de estacas ultrapassando o aterro e penetrando em solo natural. Como os recalques mais acentuados ocorrem onde as alturas de aterro são grandes, o estaqueamento resultaria:

- estacas sujeitas a atrito negativo com consequentes problemas já enfatizados para sua minimização (estacas de grande capacidade, pintura betuminosa, super-dimensionamento da fundação etc.).

- a utilização de estacas quase que imporia o uso de estacas metálicas quase indisponíveis no mercado a curto e médio prazo.

- recrudescimento do já grave problema de falta de equipamento de cravação.

- eventuais problemas de imprecisões de cálculos de cargas e recalques causados pela ação do atrito negativo, condicionados pelo comprimento das estacas e da "qualidade" de cravação das mesmas. Este problema poderá ser bem mais grave do que o de recalques de fundação direta, pois que, poderá levar a duas estacas de mesmo pórtico a apresentarem comportamentos completamente diferentes. Além disto o estaqueamento poderá causar uma falsa confiança que poderia acarretar um relaxamento dos controles de recalque com o decorrer do tempo, o que não aconteceria se a fundação fosse direta obrigando a um controle de recalques programado. Ressalta-se ainda que enquanto fundações diretas sobre terrenos em assentamento sofrem o maior grau de problemas no início, e estes gradativa e inexoravelmente atenuam com o tempo, no caso de fundações por estacas sujeitas a atrito negativo, o comportamento é idealmente favorável no início e passa a ser gradativamente mais prejudicado com o tempo, sendo altamente indefinida a condição em que cada estaca passe a ter recalques futuros, bem mais acentuados e desfavoráveis.

5.2- A segunda maneira de enfrentar o problema de recalques seria conviver com eles, conforme mencionado na referida reunião.

A utilização de fundação direta em áreas de aterro, implica-

ria na execução de um programa mínimo de controle de recalque com eventuais renivelamentos onde e quando necessários. Para isto os detalhes de apoio e de fixação dos tubos seriam projetados de forma a facilitar esta operação.

Outra forma de conviver com os recalques seria prover a tubulação de juntas mais flexíveis do que corrente nas áreas onde pode haver risco de recalques.

Aparentemente na communicação acima referida ficaria consignada uma indicação de que a tubulação é relativamente rigida não tolerando recalques diferenciais de mais do que 3 em 2400, ou seja 1,25 : 1000 que é uma distorção limitadissima correntemente adotada para diversas máquinas especialmente sensíveis. As juntas de expansão destinadas a absorver expansões térmicas ipso facto servem também para qualquer outra deformação e flexa, atribuindo uma flexibilidade relativa à tubulação: caberá por um lado zelar para que os efeitos superpostos não excedam as tolerâncias, por outro lado, que a própria flexibilidade e tolerância seja liminarmente aumentada ao máximo, o que constitue conceito corrente de projeto de tubulações.

6- Solicitariamos que a Projetista submetesse um estudo a nível de anteprojeto do estaqueamento considerado necessário, incluindo um estudo técnico-econômico (levando inclusive em conta o cronograma e a disponibilidade ou não das estacas) comparativo entre a solução por estacas e uma solução que constasse com juntas flexíveis e/ou demais medidas de convivência com recalques (controles e renivelamentos, etc...).

Como primeira indicação baseada em longa experiência em tais casos reiteramos o que nos coube mencionar na referida reunião, de que em casos que enfrentam atrito negativo e inclusive estacas de comprimentos inusitadamente grandes, os custos e as dificuldades logísticas de construção e as garantias de boa execução e de futuro bom comportamento para solução por estaqueamento são de tal ordem que diversas alternativas de ajuste de projeto na estrutura superficial se apresentam muito mais econômicas em custos e prazos e mais fáceis de garantir em comportamento adequado a médio e longo prazo.

Para isto colocamo-nos a disposição da Projetista.

7- Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

VFM/MC/mls

São Paulo, 16 de Janeiro de 1979

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref: Área da Laminação
Retirada do Sobreaterro - (vide nosso AÇO-LM-110179)

Prezados Senhores,

1) INTRODUÇÃO

Vimos através deste apresentar parte dos estudos e análises desenvolvidos durante o acompanhamento dos aterros sob a ação dos sobre-aterros.

O relatório consiste basicamente de ponderações qualitativas, calcadas na análise do comportamento do terreno, através dos dados disponíveis, a fim de que nos situemos na cronologia do histórico dos recalques.

2) CONCLUSÕES INICIAIS

Com base nas análises expressas no ítem seguinte, podemos formular as seguintes conclusões:

2.1- Fica confirmado através da observação de alguns INA's que há de modo geral acentuado desenvolvimento de sobre-pressões neutras durante a colocação do sobre-aterro. Devido a este comportamento a carga do sobre-aterro estaria transmitida quase integralmente para a água na forma de incremento adicional de sobre-pressão neutra, sem o efeito desejado de carregar e comprimir a estrutura intergranular do solo.

2.2- Mesmo levando em consideração que seriam permissíveis recalques de cerca de 6 cm para as unidades a serem construídas (conforme informação verbal de V.Sas), quer nos parecer que alguns medidores, como por exemplo C1A;C3A;C8B;C3C; etc., atingiriam recalques superiores a este valor permitido, mesmo retirando o sobre-aterro.

2.3- A conclusão principal é entretanto que os dados disponíveis até o momento (dados até 17/11/78) não fornecem apoio suficiente para

decisões quanto a retirada do sobreaterro.

2.4- A situação será analisada pari-passu ao recebimento de novas leituras.

3) ANÁLISE DOS CONJUNTOS DE MEDIDORES DE RECALQUE

Procedemos a uma análise qualitativa de todos os conjuntos, recorrendo às indicações de suas curvas tempo-recalque, de suas curvas de comportamento dos medidores de nível d'água (INA), da topografia original, da qualidade do material encontrado nas sondagens de instalação dos RN, e dos poucos dados de piezometria da área que se resumem às leituras disponíveis por este escritório dos conjuntos de piezometros CP1 e CP3.

Quanto aos medidores de recalques baseamo-nos em gráficos - elaborados em nosso escritório, utilizando sempre que possível os gráficos elaborados pela Projetista.

São apresentados no Anexo 1 as curvas de comportamento dos - conjuntos C1A,C3A,C2B,C8B,C9B,C3C,C8C plotados de forma detalhada consis - tindo em:

- curvas de recalques totais de cada medidor dos conjuntos supra citados, em escala logarítmica de tempo.

- curvas de recalques por camada (aterro, argila e solo residual) em escala logarítmica de tempo, representadas nas mesmas folhas em que estão as curvas dos recalques totais.

- curvas de recalques totais dos medidores para cada um dos supra citados conjuntos em escala de raiz quadrada de tempo.

São apresentados no Anexo 2 as curvas traçadas para os demais conjuntos que foram utilizadas, além dos gráficos fornecidos pela Projetista, para interpretação do comportamento de recalque.

Passamos agora a descrição do comportamento observado, analisando isoladamente cada conjunto.

3.1- conjunto C1A-

Fatores à considerar:

- o referido conjunto situa-se próximo ao talvegue apresentando uma espessura de aterro de aproximadamente 30m.

- por situar-se em região de topografia acidentada a declividade é acentuada o que diminui a probabilidade de existência de solos moles, o que é confirmado pela sondagem que não indica na transição aterro/ /material in situ vestígios de solos moles.

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 · 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

- o indicador de nível d'água (INA) que parece, conforme discutido em relatórios anteriores, estar funcionando como piezômetro, indica um N.A. na cota aproximada de 1002m.

Analisando as curvas representativas dos recalques dos diversos medidores deste conjunto, não nos pareceu que estas apresentem tendência de estabilização para a sobrecarga executada.

Além disto a indicação do INA deve provavelmente significar a existência de sobre-pressões neutras no maciço, inclusive corroborado pelo fato de ter-se observado rápida subida do N.A. durante a construção do sobre-aterro. A dissipação desta sobre-pressão neutra acarretará recalques por adensamento.

3.2- conjunto C2A-

- o referido conjunto situa-se próximo à linha de transição corte-aterro, o que acarreta pequenas espessuras de aterro;

- declividade acentuada da topografia original do terreno, o que implicaria em ser considerada zona de pequena probabilidade de existência de solos moles;

- aterro insaturado, com NA próximo à transição aterro-terreno in situ, propiciando fenomenologia de recalques mais rápidos.

Os indices SPT tanto do aterro quanto do solo residual de fundação não indicam a existência de uma transição com vestígios de solos moles, indicando também uma boa "qualidade" dos materiais (lembrando que SPT não mede compressibilidade e sim resistência dinâmica tais observações são sempre subjetivas).

A análise do comportamento do conjunto, com a inversão de nomenclatura indicada em nosso AÇO-LM-080179, parece indicar um comportamento favorável do conjunto para a sobrecarga executada. Uma análise mais acurada de previsão de comportamento futuro do maciço requereria o conhecimento detalhado dos carregamentos futuros e de suas cotas de aplicação para compará-los com o carregamento atual.

3.3- conjunto C3A-

- situado a meia encosta apresenta aproximadamente 14m de espessura de aterro.

- o INA indicava cota relativamente elevada sendo que as últimas leituras, conforme expressas na folha de campo, indicam "lama". Solicitaríamos esclarecimentos à respeito.

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

Perante uma primeira análise das curvas de comportamento do aterro e solo natural, notamos que o processo de recalques ainda está em andamento não parecendo haver qualquer tendência de estabilização. Nota-se principalmente recalques acentuados por parte do solo natural.

3.4- conjunto C4A-

- situado próximo ao talvegue apresenta uma altura de aterro de aproximadamente 30m.

- topografia original acidentada: menor probabilidade de existência de solos moles o que foi confirmado pela sondagem à percussão.

- o medidor de nível d'água (INA-C4A) indicou uma brusca subida durante o mês de agosto, quando houve a construção do sobre-aterro, - valem as mesmas observações que foram feitas para o C1A acerca de desenvolvimento de sobre-pressões.

- os índices SPT indicam uma provável uniformidade de compressibilidade do material, não havendo aparentemente grande descontinuidade - na transição aterro/solo residual.

Analisando as curvas representativas do comportamento do aterro e solo residual notamos que os recalques acham-se em franco desenvolvimento, não sendo possível qualquer previsão de tendência a estabilização.

3.5- conjunto C5A-

- situado em região de corte

- não temos informações à respeito do comportamento do medidor de nível d'água (INA-C5A) na época de subida do sobre-aterro.

Nota-se diminuição do valor das leituras que tanto poderá - ser devido a rápida dissipação de sobre-pressões neutras como devido a simples variação do N.A., ou mesmo devido a ambos.

- os índices SPT indicariam uma provável uniformidade de compressibilidade do solo residual.

Analisando o comportamento das curvas de recalques do referido conjunto, parece esboçar-se em comportamento favorável perante as cargas ora atuantes.

Essa tendência parece coerente com o comportamento do medidor de nível d'água (INA-C5A) que indicaria um processo de dissipação das sobre-pressões neutras.

3.6- conjunto C1B-

- situado próximo à região de corte apresentando aproximadamente 3,5m de aterro.

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

- a declividade do terreno original é pequena, facilitando a permanência de solos moles. Pela sondagem notamos a presença de aproximadamente 3,5m de argila.

- a camada de argila apresenta baixos valores de SPT o que deve indicar uma maior compressibilidade.

- o medidor de nível d'água (INA-C1B) parece indicar uma dissipação de sobre-pressões neutras ou variação do N.A.; ou ambos.

Lamentamos aqui também, a falta de indicação do comportamento deste medidor quando da subida do sobre-aterro.

Parece-nos diante de uma primeira análise do comportamento das curvas representativas deste conjunto, que o solo residual já se apresenta estável para as sobrecargas ora atuantes o mesmo ocorrendo com a camada de argila.

3.7- conjunto C2B-

- situado à meia encosta apresenta aproximadamente 12m de aterro.

- situado em região de topografia original com baixa declividade, o que pode ter favorecido a permanência de solos moles.

- apresenta entre o aterro e o solo residual uma transição de aproximadamente 3m de argila mole, marrom com baixos valores de SPT.

- o medidor de nível d'água (INA-C2B) subiu cerca de 7m em 5 dias. Porém não podemos precisar qual parcela dessa indicação se deve à sobre-pressão neutra devida à subida do sobre-aterro ocorrida no dia 03/09 e qual parcela se deve à subida do lençol ou infiltrações devida às chuvas ocorridas em 02/09.

Observando as curvas de comportamento de recalque do referido conjunto, parece-nos que já teria havido uma tendência de estabilização, quando o sobre-aterro permaneceu na cota 999 (como se pressupõe no desenho PR-168/78-106).

Essa tendência teria sido alterada pelo acréscimo de mais 6m de sobre-aterro. E para essa nova situação de sobrecarga, voltamos à sentir novamente uma tendência de estabilização em meados do mês de setembro.

Notadamente os recalques ocorridos são devidos à camada de argila mole e ao solo residual, parecendo-nos que o aterro já estaria estabilizado perante tais cargas.

3.8- conjunto C3B-

- situa-se próximo ao talvegue, o que acarreta uma altura

de aproximadamente 28m de aterro.

- a sondagem confirma a existência de cerca de 2m material mole.

- o medidor de nível d'água (INA-C3B) indicou uma subida de aproximadamente 5m em um mês o que presumivelmente (já que não possuimos - informações à respeito) deve coincidir com a construção do sobre-aterro.

- notamos duas camadas distintas no aterro:

a primeira com 12m de espessura (998→986) e com baixos valores de SPT.

a segunda com 18m de espessura (986→968) e com valores mais altos de SPT.

É natural que haja então, um comportamento diferencial entre camadas no que se refere à recalques.

Torna-se um tanto difícil julgar as tendências de comportamento dos medidores de recalques baseado em dados de apenas 30 dias de observação. Porém em uma primeira análise das curvas de recalque e dos dados do medidor d'água (INA-C3B) que indicaria a existência de sobre-pressão - neutra, não nos parece provável que haja uma estabilização do terreno à - curto prazo, perante as sobrecargas ora impostas.

3.9- conjunto C4B-

- situa-se na região do talvegue apresentando uma espessura de aterro de aproximadamente 44m.

- embora localize-se no fundo do talvegue, não apresenta solos moles pois estes teriam sido removidos segundo desenho as built. A - sondagem confirma esta indicação.

- o medidor de nível d'água (INA-C4B) indicou uma subida de 14m na época em que presumivelmente (uma vez que não possuímos tal informação) construiu-se o sobre-aterro.

As curvas representativas dos recalques do aterro e do solo residual não parecem indicar tendência de estabilização, o que é coerente com o fato de que apenas uma parcela pequena de sobre-pressão neutra do - aterro teria até então se dissipado.

3.10- conjunto C5B-

- situado em região de meia encosta apresenta cerca de 22m de aterro.

- embora situado em terreno original de pequena declividade, não apresenta solos moles (de acordo com sondagem apresentada no desenho PR-168/78-119).

- apenas pelas informações que dispomos de medidas de nível d'água (INA-C5B) e de construção do sobre-aterro não podemos estimar qual

a sobre-pressão neutra a que estaria sujeito o solo de fundação e que portanto deveria ser dissipada ao longo do tempo.

Não nos parece pela análise das curvas representativas dos recalques, que haja qualquer indício de estabilização.

3.11- conjunto C6B-

- o referido conjunto localiza-se em região próxima à linha corte-aterro o que implica em pequena espessura de aterro.

- a declividade do terreno original é pequena o que propcia uma maior probabilidade de existência de solos moles. A sondagem apresentada no desenho PR-168/78-142 mostra uma camada de argila aproximadamente de 4m. Entretanto como essa argila estaria insaturada, julgamos que os recalques mais acentuados teriam ocorrido rapidamente por ocasião da construção do sobre-aterro.

- o medidor de nível d'água teria indicado um pequeno acréscimo de sobre-pressão neutra no solo residual na época em que presumivelmente foi constiuído o sobre-aterro.

Aparentemente essa sobre-pressão já teria se dissipado em grande parte.

Analisando a curva representativa do comportamento do solo - residual perante recalques, somos levados à crer que nessa região o terreno já parece estar estabilizado para a sobrecargas impostas no momento.

3.12- conjunto C7B-

- situado à meia encosta apresenta cêrca de 22m de aterro.

- o aterro esta aparentemente saturado em quase sua totalidade o que nos leva à crer que os recalques serão lentos (recalques por adensamento).

- os índices SPT não indicam uma transição brusca de material entre o aterro e o solo residual; mas evidenciam a provável existência de um material um pouco mais compressível nessa região.

O INA indica subida do nível d'água que poderia ser devido a retardamento da resposta do INA para a indicação de eventual sobre-pressão neutra desenvolvida pela colocação do sobre-aterro.

- o medidor de nível d'água (INA-C7B) indicou uma subida de quase 10m ao longo dos meses de outubro e novembro.

Seria necessário saber o tempo de resposta deste medidor (como pedido em AQO-G-080179) para avaliar se essa subida, embora lenta, possa representar a existência de sobre-pressão que teria ocorrido por ocasião da construção do sobreaterro.

As curvas de recalque deste conjunto, tanto para o aterro como para o solo residual, não parecem mostrar tendência de uma estabilização em breve.

3.13- conjunto C8B-

- por estar situado próximo ao talvegue, apresenta uma grande altura de aterro (33m) e uma espessa camada de argila (7m) com valores baixos de SPT (3 a 8).

- a argila apresenta resíduos de matéria orgânica, sendo portanto um material que provavelmente apresenta alta compressibilidade.

- o medidor de nível d'água (INA-C8B) teria indicado um sensível acréscimo de sobre-pressão neutra no aterro durante a construção do sobre-aterro (como pressupõe o desenho PR-168/78-107), tornando-se inclusive jorrante durante um certo período.

Parece haver uma tendência de abaixamento lento desse nível d'água, indicando possivelmente, uma dissipação lenta das sobre-pressões neutras resultante das sobrecargas impostas.

As leituras parecem indicar um franco processo de recalques, sendo que não há tendência de diminuição da velocidade dos mesmos.

Embora a curva representativa dos recalques da camada de aterro pareça indicar uma tendência de estabilização, poderíamos acreditar que os recalques mais significativos ainda estariam por ocorrer (para o carregamento ora imposto) pois observando o comportamento do medidor de nível d'água (INA-C8B) notamos que sòmente uma pequena parcela da sobre-pressão neutra já teria sido dissipada.

3.14- conjunto C9B-

- localizado à meia encosta apresenta 12m de altura de aterro.

- por se encontrar em região cujo terreno original tinha baixa declividade, parece ter havido facilidade para a permanência de solos moles como confirmado na sondagem.

- apresenta uma camada de argila (~2m de espessura) com detritos vegetais, o que indicaria tratar-se de um material bastante compressível.

- o medidor de nível d'água indicou uma subida de aproximadamente 9m em 2 meses. Entretanto, é difícil precisar qual parcela se deve ao aumento de sobre-pressão neutra devido ao acréscimo do sobre-aterro e qual parcela se deve à água de infiltração (temos notícias das chuvas em 01/09 e 19/10).

Segundo a folha de campo de que dispomos, o medidor encontrava-se alagado à partir do dia 23/10 sendo que não entendemos o significado da indicação "LAMA" nas leituras subsequentes.

As curvas de recalque parecem indicar uma possível diminuição de velocidade (em gráfico logt.) dos recalques, entretanto os dados disponíveis são parcos para visualizar qualquer indicação de estabilização.

Estranhamos contudo o comportamento dos recalques conforme pode ser visualizado nos gráficos anexos; onde se nota "inchamento" da camada entre os medidores MRD e MRC.

3.15- conjunto C10B-

- situado à meia encosta apresenta aproximadamente 19m de aterro com valores relativamente altos de índices SPT o que indicaria baixa compressibilidade.

- não temos informações da data de subida do sobre-aterro na região deste medidor e portanto torna-se difícil analisar o comportamento dos recalques.

A curva referente ao solo residual demonstra um comportamento instável do mesmo com relação à recalques, e não parece haver nenhuma indicação de que a velocidade dos mesmos possa diminuir a curto prazo. E o mesmo ocorre para o aterro.

O medidor de nível d'água (INA-C10B) indicou um abaixamento que possivelmente representaria uma parcela da sobre-pressão neutra que teria sido dissipada, embora não possamos saber a que porcentagem do total corresponderia essa parcela.

3.16- conjunto C11B-

- por estar situado bem próximo ao talvegue apresenta uma grande altura de aterro (aproximadamente 26m) e uma camada de argila de aproximadamente 4m de espessura.

As curvas de recalques referentes à este conjunto tendem à evidenciar franco progresso dos recalques para os carregamentos a que está sujeito o terreno.

3.17- conjunto C12B-

- situado próximo à linha corte-aterro apresenta 4m de aterro e uma transição de argila mole de aproximadamente 3,5m de espessura.

- tanto o aterro como a camada de argila apresentam-se insaturados e seriam portanto passíveis apenas de recalques "rápidos".

- os valores dos índices SPT, principalmente na região saturada do solo residual, são altos o que em princípio indicaria uma compressibilidade pequena.

As curvas de comportamento do terreno, perante recalques, indicariam que este está próximo da estabilização para as sobrecargas ora atuantes.

3.18- conjunto C13B-

- situado à meia encosta apresenta 16m de aterro.

- não apresenta camada de solos moles, o que se deve provavelmente ao fato deste conjunto se encontrar em região de topografia original com declividade relativamente acentuada.

- o indicador de nível d'água (INA-C13B), desde a sua instalação, tem assinalado uma subida bastante lenta porém constante do nível d'água.

- os índices SPT indicados na sondagem apresentada no desenho PR-168/78-123 são baixos no aterro.

Quanto ao comportamento dos recalques podemos dizer que apesar de ser pequena a magnitude dos recalques observados não se visualiza - tendência à estabilização.

3.19- conjunto C1C-

- situado próximo à linha corte-aterro apresenta aproximadamente 4m de aterro insaturado.

- apresenta uma camada (de 3m de espessura) de argila mole, saturada, com detritos vegetais.

Este material, em geral, apresenta uma alta compressibilidade e consequentemente um grande recalque específico.

- os índices SPT indicariam uma transição mais compressível constituída pela camada de argila mole.

Devido à ordem de instalação dos medidores de recalques (houve inversão de posição dos medidores neste conjunto - ver AÇO-LM-080179), não podemos ter informações do comportamento do aterro isoladamente mas sim do aterro mais sobre-aterro como um todo.

Apesar de um comportamento um tanto estranho (inchamento do solo residual) parece notar-se uma certa tendência a estabilização. Seria talvez mais aceitável a hipótese de um problema de funcionamento que acarretasse um erro sistemático de leitura.

3.20- conjunto C2C-

- localizado bem próximo ao talvegue apresenta uma grande altura de aterro (cerca de 34m) onde os valores dos índices SPT crescem muito pouco com a profundidade.

- por estar situado em região de baixa declividade do terre-

no natural (onde naturalmente há uma maior probabilidade de existência de solos moles), apresenta uma camada de argila de aproximadamente 4,5m de - profundidade.

- assim como ocorreu para todos os conjuntos instalados no - sobre-aterro do Medium (exceção feita ao conjunto C3C) as leituras do medidor de nível d'água passaram à ser feitas após a construção do sobre-aterro.

As curvas de recalques deste conjunto não parecem apresentar nenhuma tendência de estabilização ou diminuição na velocidade dos recalques.

3.21- conjunto C3C-

- localizado à meia encosta apresenta 17m de aterro com detritos vegetais em sua base.

- apresenta uma camada de argila de aproximadamente 3m de espessura, o que é coerente com sua situação topografica.

Essa argila apresenta características de um material bastante compressível principalmente pela presença de detritos vegetais.

- o indicador de nível d'água oscila em torno da cota 1000 sendo que ainda aqui expressamos nossa dificuldade de análise por não podermos isolar a parcela referente a águas de infiltração da parcela de sobre-pressões neutras.

- Analisando o comportamento das curvas de recalque, não sentimos tendência de estabilidade nem da camada de argila nem do solo residual.

E no que se refere ao aterro, seria necessária uma análise dos dados subsequentes que definissem uma linha de comportamento para o mesmo. Contudo, se comparado a aterros de características semelhantes e índices SPT próximos aos apresentados na sondagem do RNA deste conjunto, não - seríamos otimistas quanto a estarmos próximos de uma situação estável do aterro perante recalques.

3.22- conjunto C4C-

- situado próximo ao talvegue apresenta 29m de aterro e pouco mais de 1m de argila.

- o medidor de nível d'água parecia indicar um processo de - dissipação de sobre-pressões neutras até o dia 30/10 ou de rebaixamento do N.A., ou de ambos. Estranhamos entretanto, a subida de 11m em 10 dias (09/11 → 19/11) e que deveria ser efeito apenas de água de infiltração; uma vez que não teria havido nenhum acréscimo de sobrecarga no citado período.

As curvas representativas do comportamento do terreno peran-

te recalques não apresentam indício aparente de estabilidade para as sobrecargas atuantes e em período relativamente próximo.

3.23- conjunto C5C-

- situado próximo à linha corte-aterro, apresenta 3m de aterro.

- apresenta uma camada de argila bastante mole, de aproximadamente 1m de espessura.

- As curvas indicativas de comportamento do solo residual não indicam tendência de estabilização enquanto que a camada de argila passou à recalcar com velocidades bem maiores à partir de meados de outubro, tornando-se necessários dados de leituras subsequentes que indiquem alguma tendência de comportamento,para que possamos prosseguir na análise. Cabe entretanto ressaltar que apesar do comportamento ser desfavorável é pequena a magnitude dos recalques até então.

3.24- conjunto C6C-

- situado próximo à linha corte-aterro apresenta 4m de aterro.

- embora não explicitado na sondagem do RNA do referido conjunto, notamos uma mudança de material na transição aterro/solo residual onde os índices SPT parecem indicar a presença de um solo mais mole que o aterro.

- o solo residual apresenta altos valores de SPT o que indicaria (dentro de uma correlação subjetiva) baixa compressibilidade.

Uma primeira análise das curvas de recalques mostrou uma possível situação de estabilidade do solo residual (para a sobrecarga ora imposta) enquanto o aterro parece se apresentar ainda num processo de recalques característico de adensamento apesar de serem pequenos os valores observados.

3.25- conjunto C7C-

- situado à meia encosta apresenta cerca de 9m de aterro.

- apresenta uma camada de argila mole com detritos vegetais, aparentemente saturada, de aproximadamente 3,5m de espessura e que não foi mostrada no perfil apresentado no desenho PR-168/78-115.

- como essa camada de argila parece ter sido ignorada, não foi instalado o medidor MRC que possibilitaria medir recalques específicos dessa camada. Contamos apenas com os medidores MRB e MRD e que estariam colocados em posição invertida e muito próximos (1m).

- o medidor de nível d'água INA-C7C indicou uma sensível descida a partir do dia 30/10, o que indicaria um possível processo de dissipação de sobrepressões neutras.

A análise da curva representativa do comportamento do solo - residual perante recalques, não parece indicar tendência de diminuição da velocidade de recalques, apesar destes serem de valor relativamente pequeno.

3.26- conjunto C8C-

- localizado bem próximo ao talvegue apresenta uma altura de aterro de aproximadamente 32m.

- apresenta uma camada de argila de 4m de espessura.

- os índices SPT indicariam que tanto o aterro como a camada de argila não apresentam grande compressibilidade e que portanto não seria razoável esperar grandes recalques.

As curvas de recalques deste conjunto parecem indicar que os recalques devam continuar embora se possa notar o início de uma leve tendência de diminuição do ritmo (em escala logt.) dos recalques.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

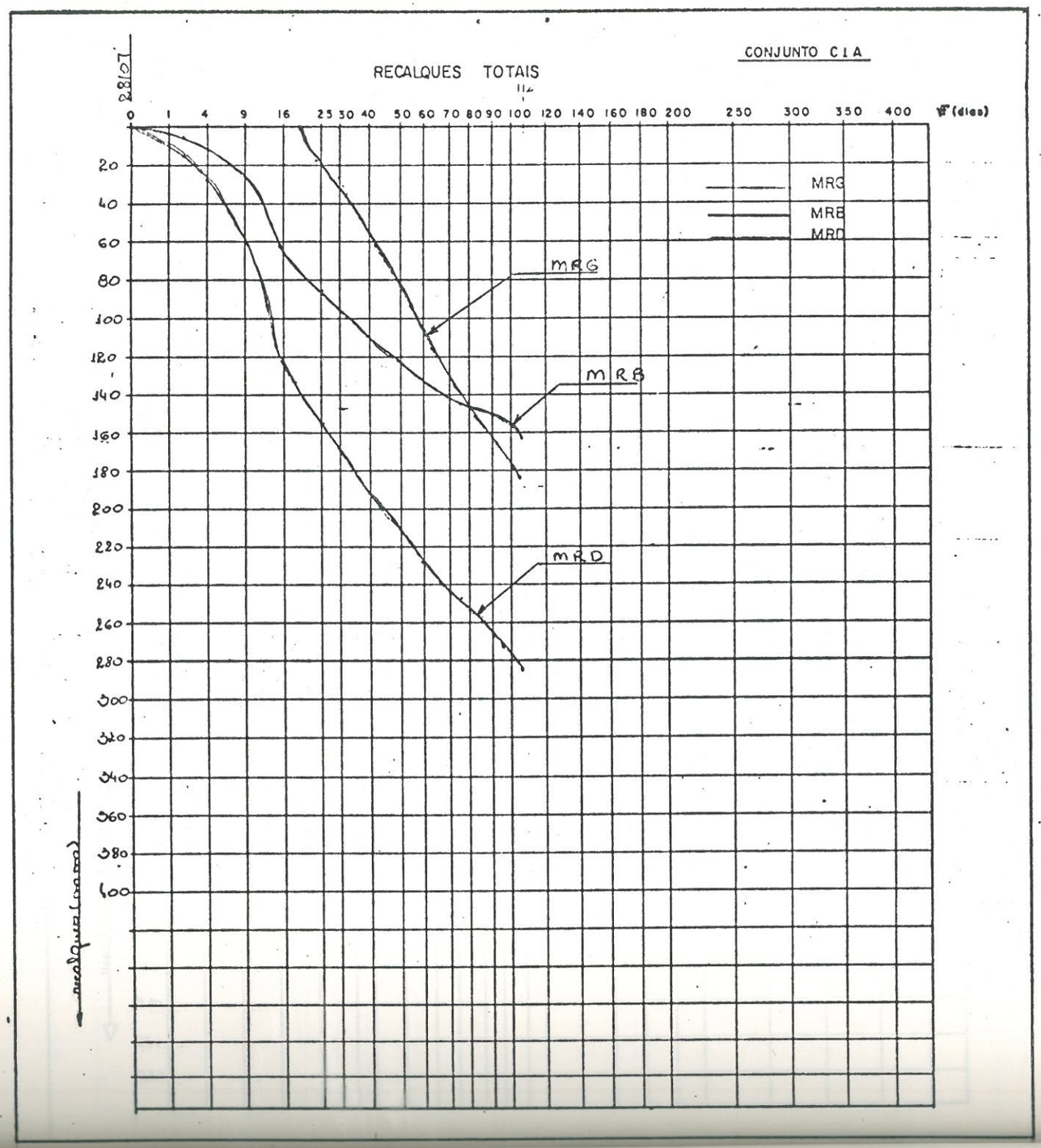
ENG. MARIO CEPOLLINA

anexo: Fig. de 1 a 28

MC/CA/MS

ANEXO 1

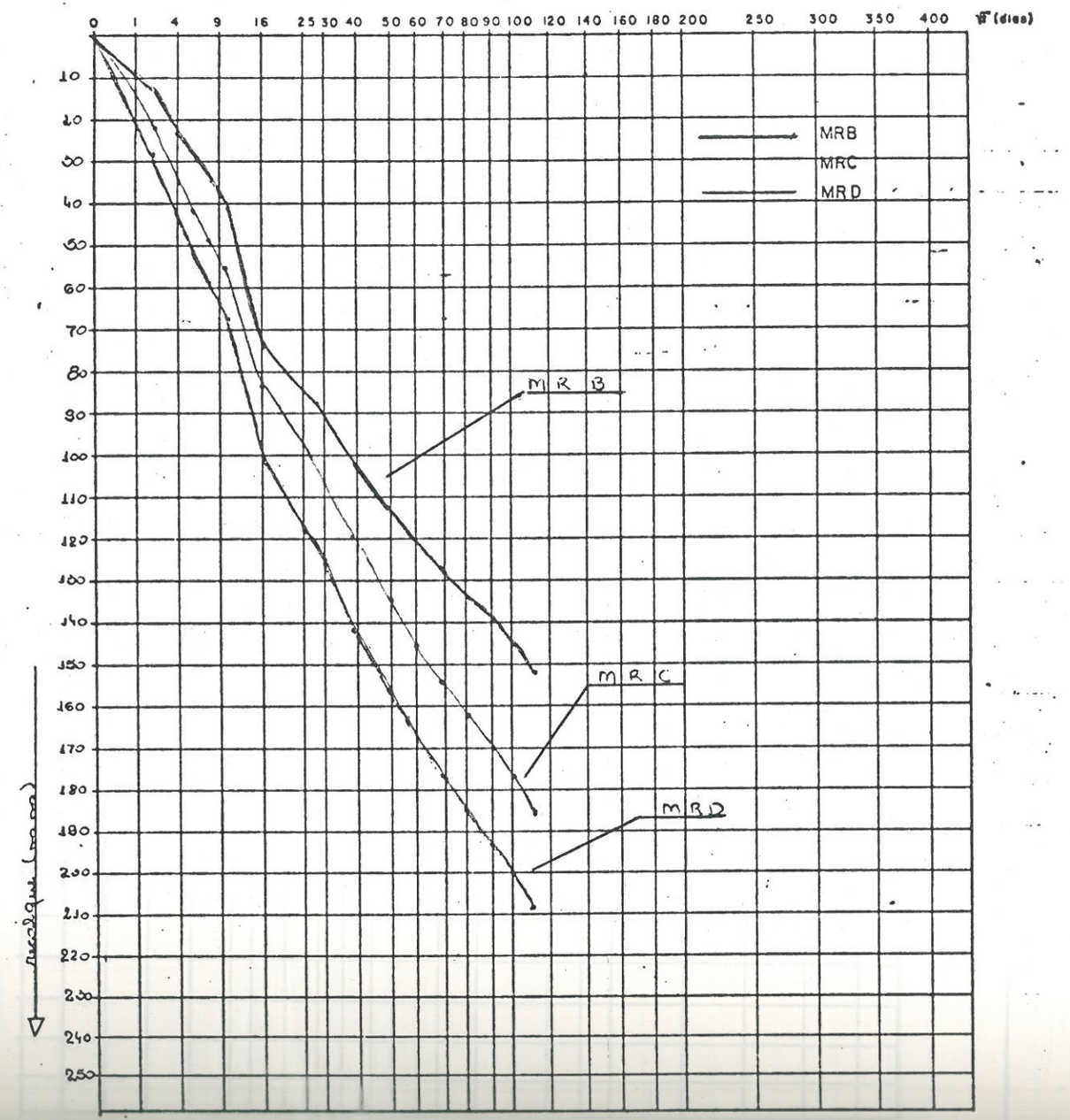
RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO



RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-9223 · 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

CONJUNTO C3A

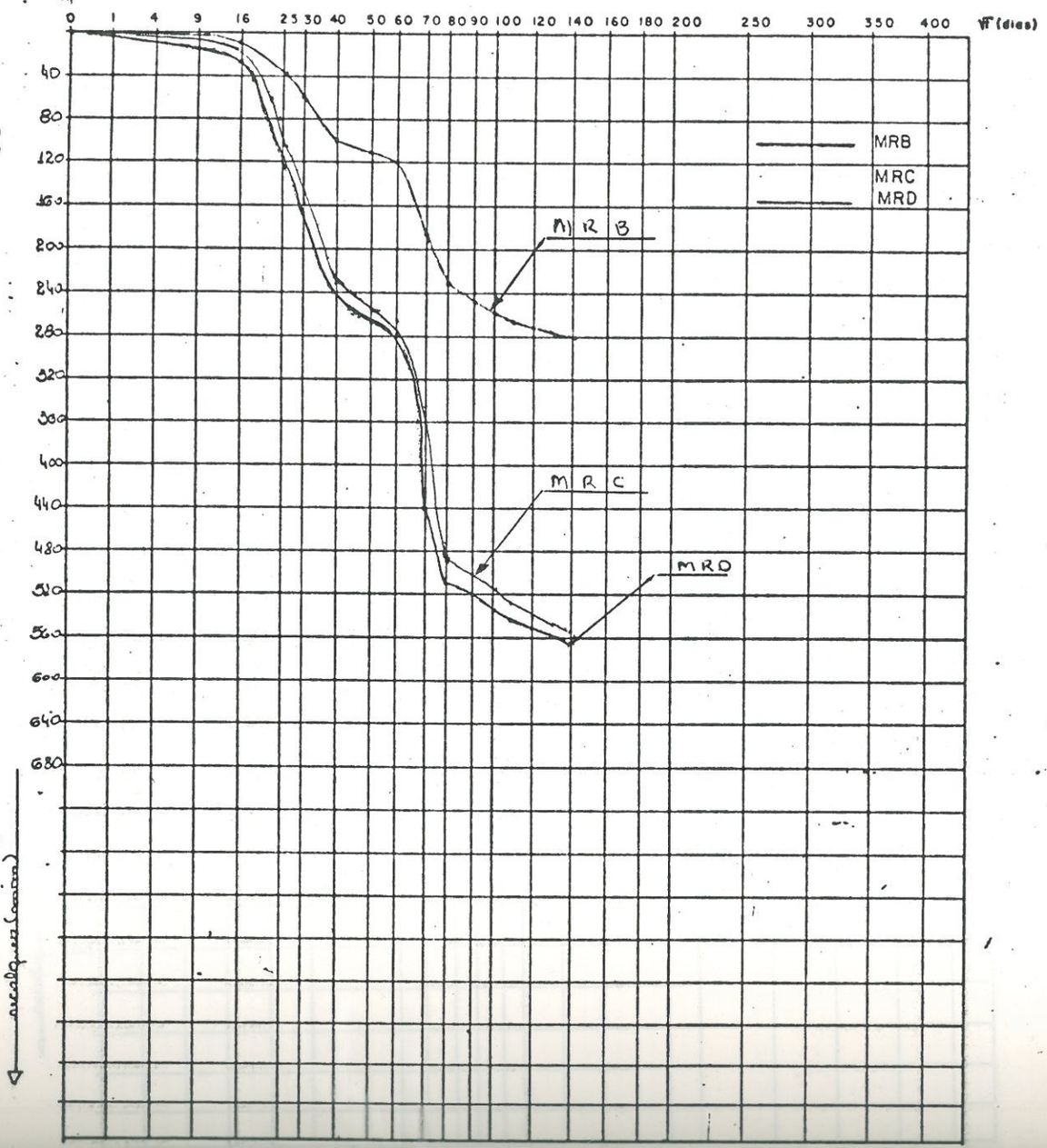
RECALQUES TOTAIS



CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-9223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

CONJUNTO C2B

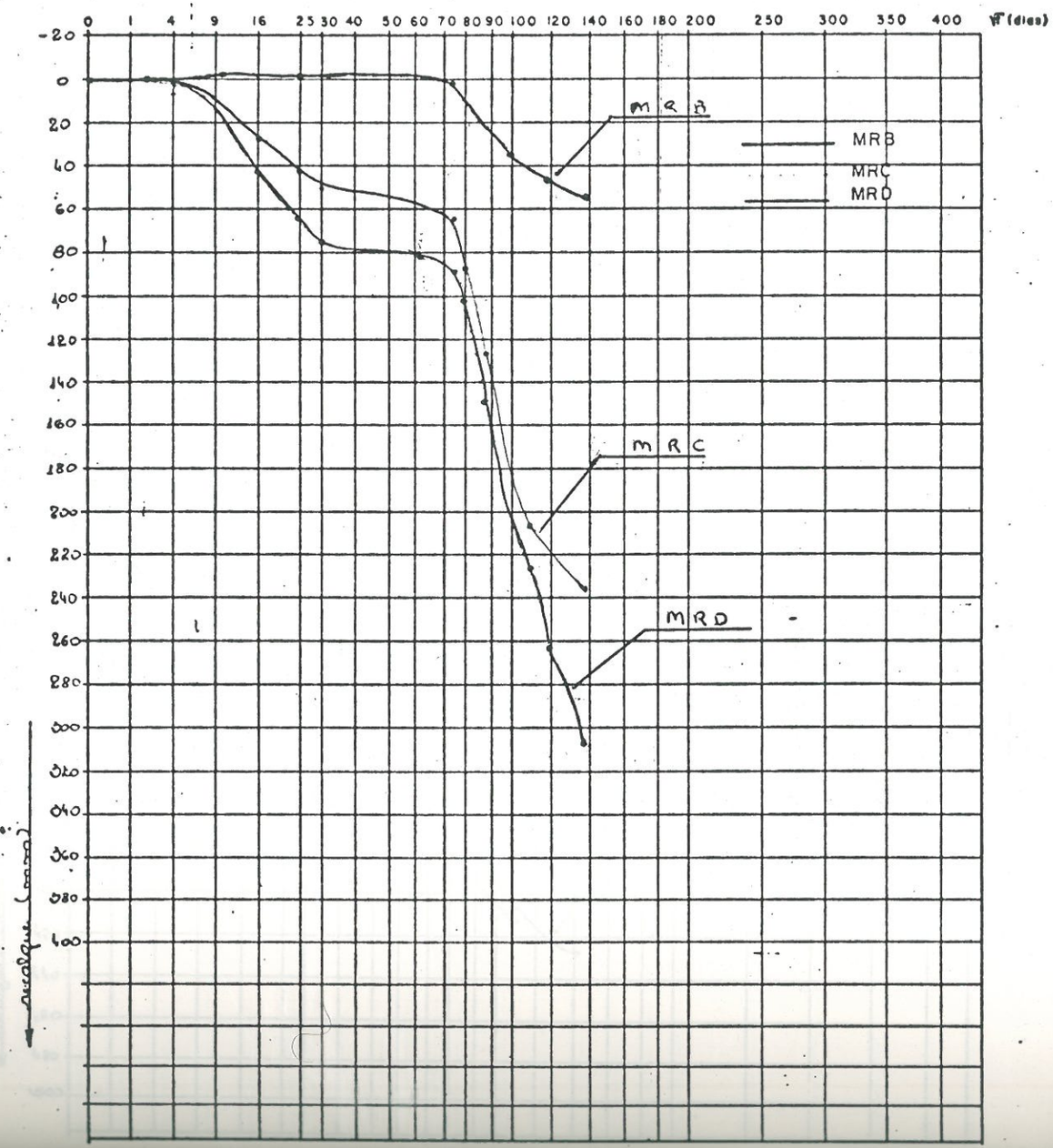
RECALQUES TOTAIS



AV. CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

CONJUNTO C88

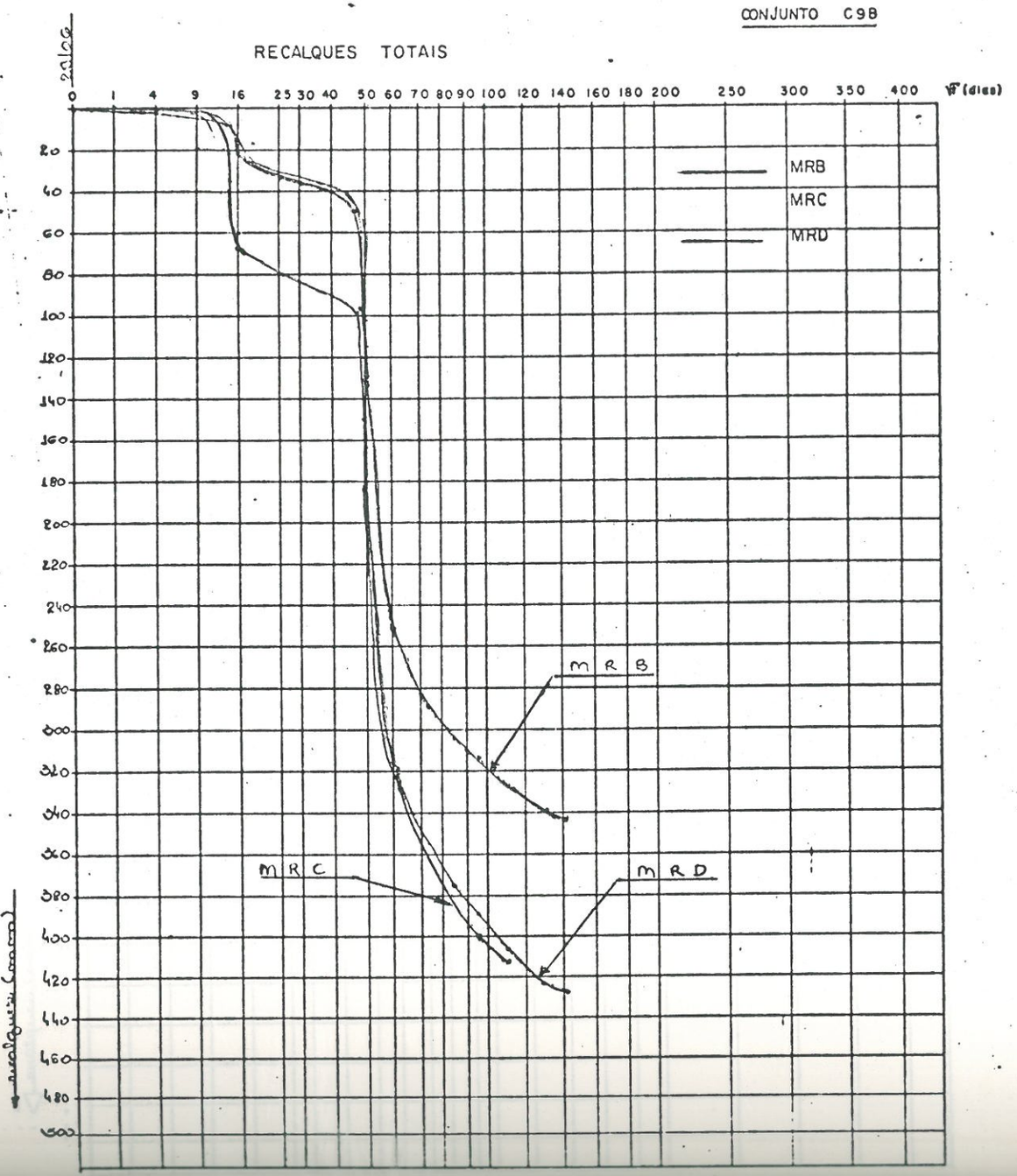
RECALQUES TOTAIS



AV. CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-9223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

CONJUNTO C98

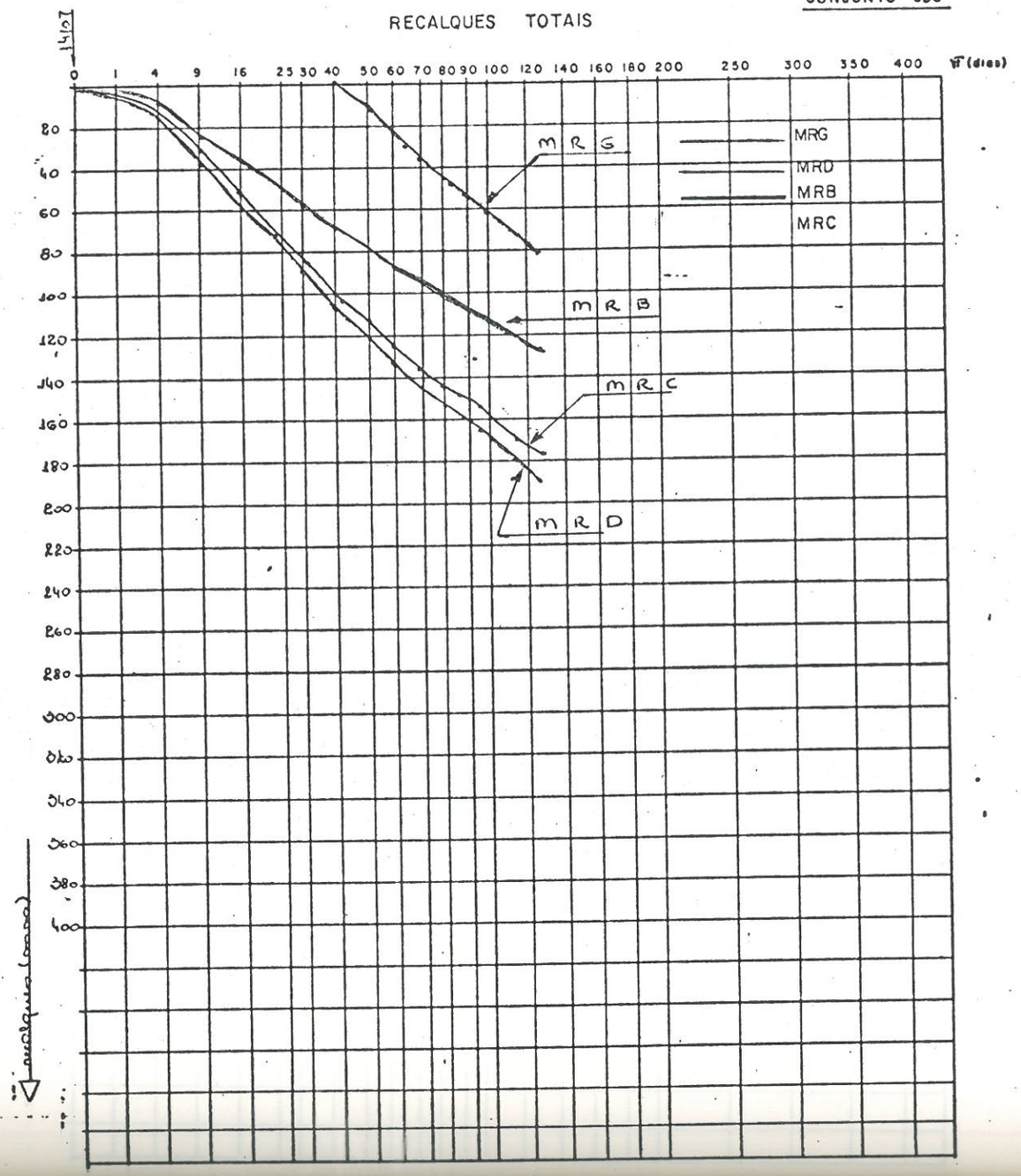
RECALQUES TOTAIS



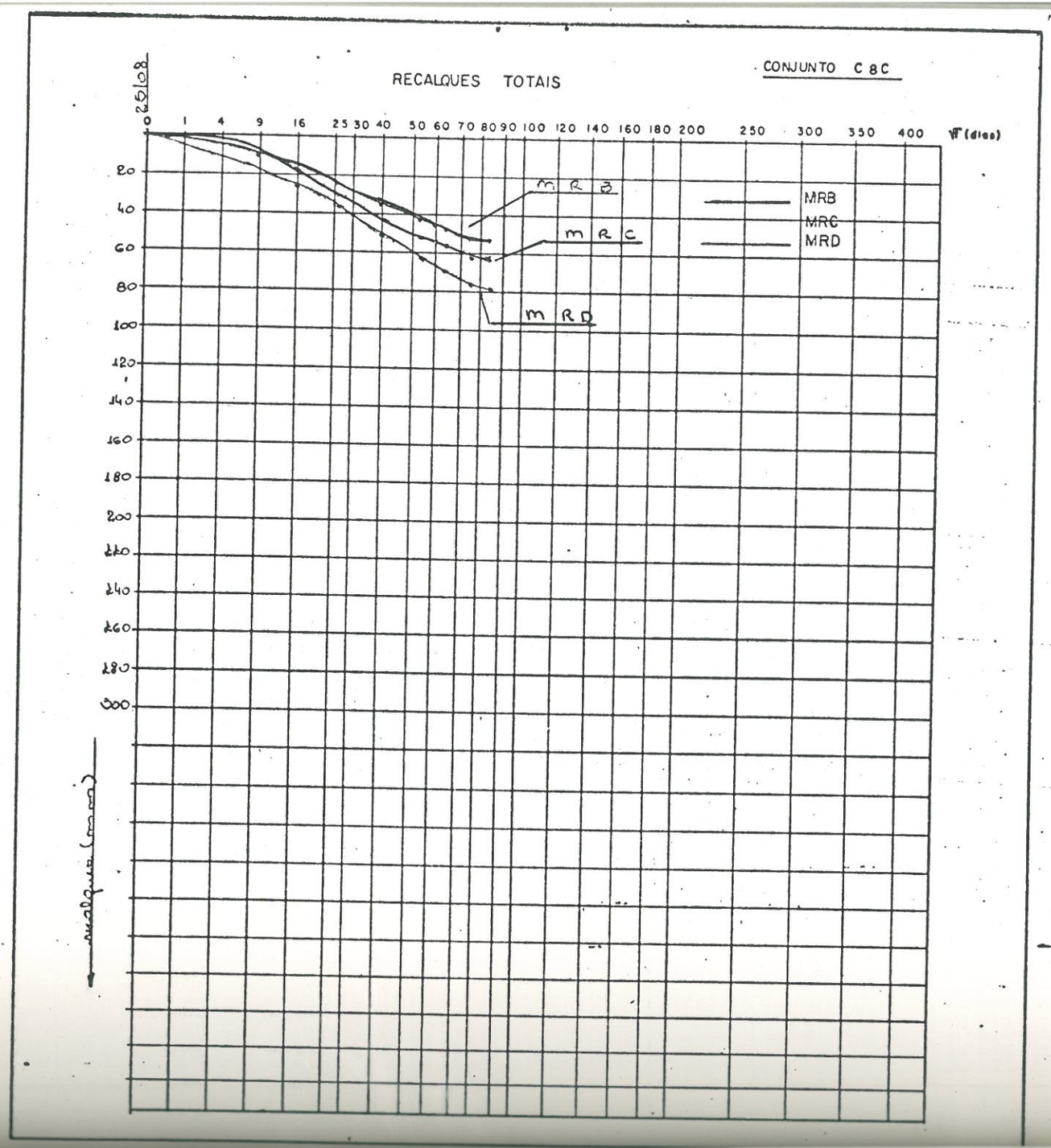
RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 • 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

CONJUNTO C3C

RECALQUES TOTAIS



RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 • 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

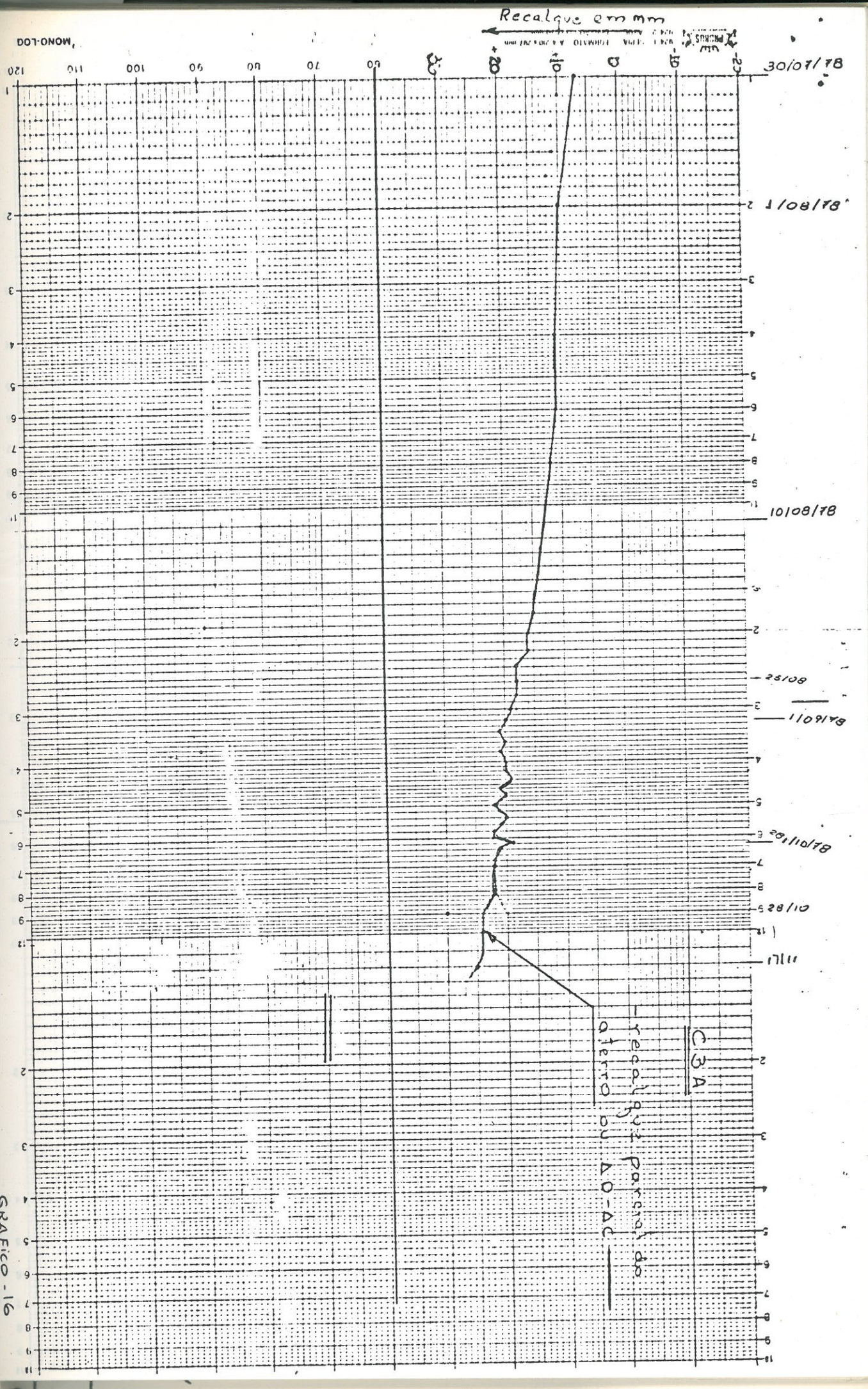


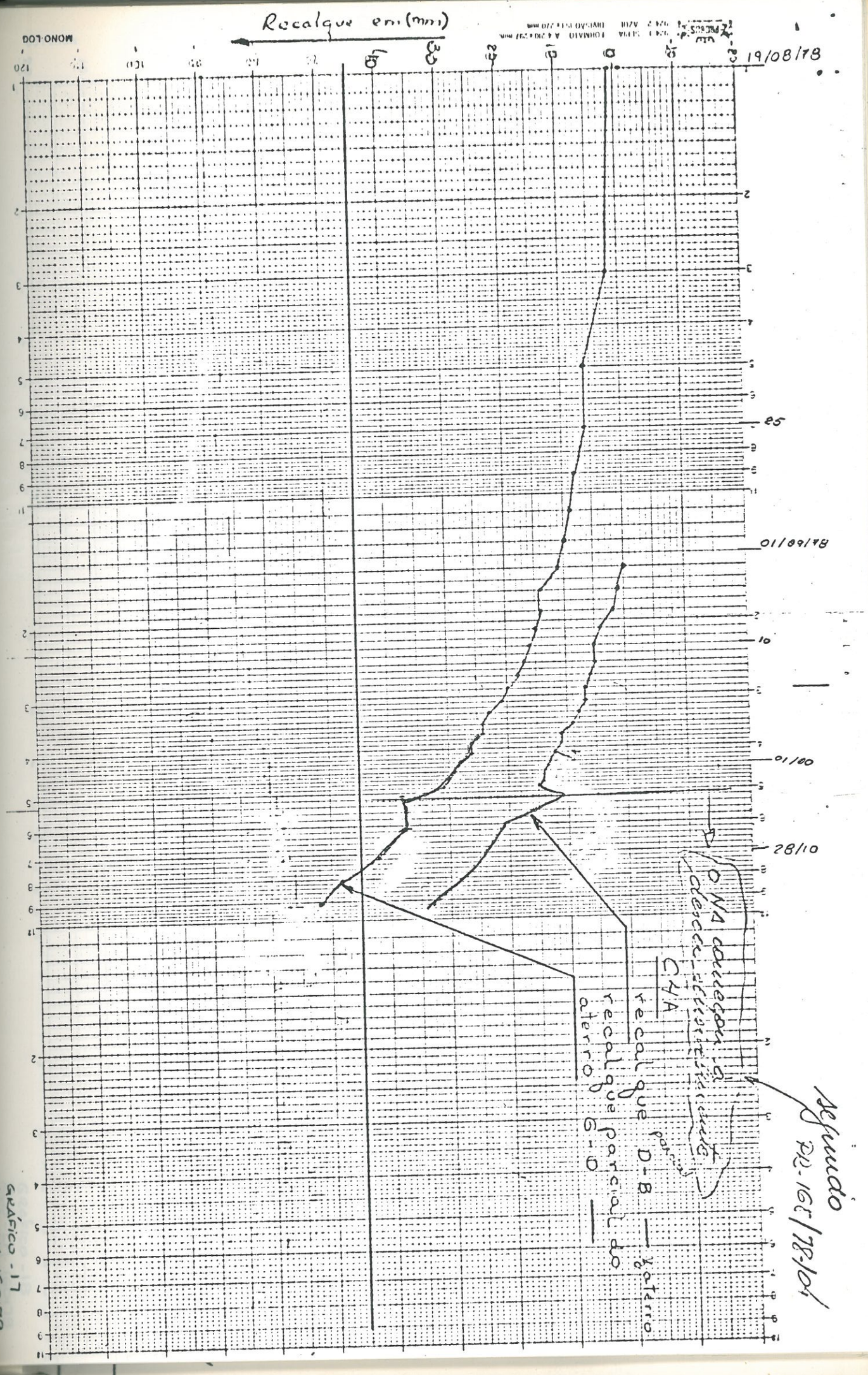
RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-9223 • 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

ANEXO 2

C - 14A

GRÁFICO - 15
AKO - LM. 1604 79


Recalque em mm
30/07/78
31/08/78
10/08/78
25/08
1/09/78
28/10/78
28/10
Trecho reto Parcial do aterro ou AO-AC
C3A
GRAFICO - 16
AC - LM - 160178


Recalque em (mm)
19/08/78
25
01/09/78
10
01/100
28/10
Segundo PZ. 167/78-101
C4A
recalque parcial do aterro 6-0
GRÁFICO - 17
ACO-LM-160179

Recalque (mm)

14/08.

C-5A

Tempo (dias)

recalque do solo em torno da estaca E-40

recalque do solo da fundação C-C

recalque da cabeça da estaca C-C

terreno

18/11/78

GRÁFICO - 18
AÇO - LM. 160179

CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

C-13

C-13

C-13

ensaio de cisalhamento direto

E = C - 1 otro + sobreadiero

INVERTIDO

GRÁFICO - 19
ACO - LM - 160179

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

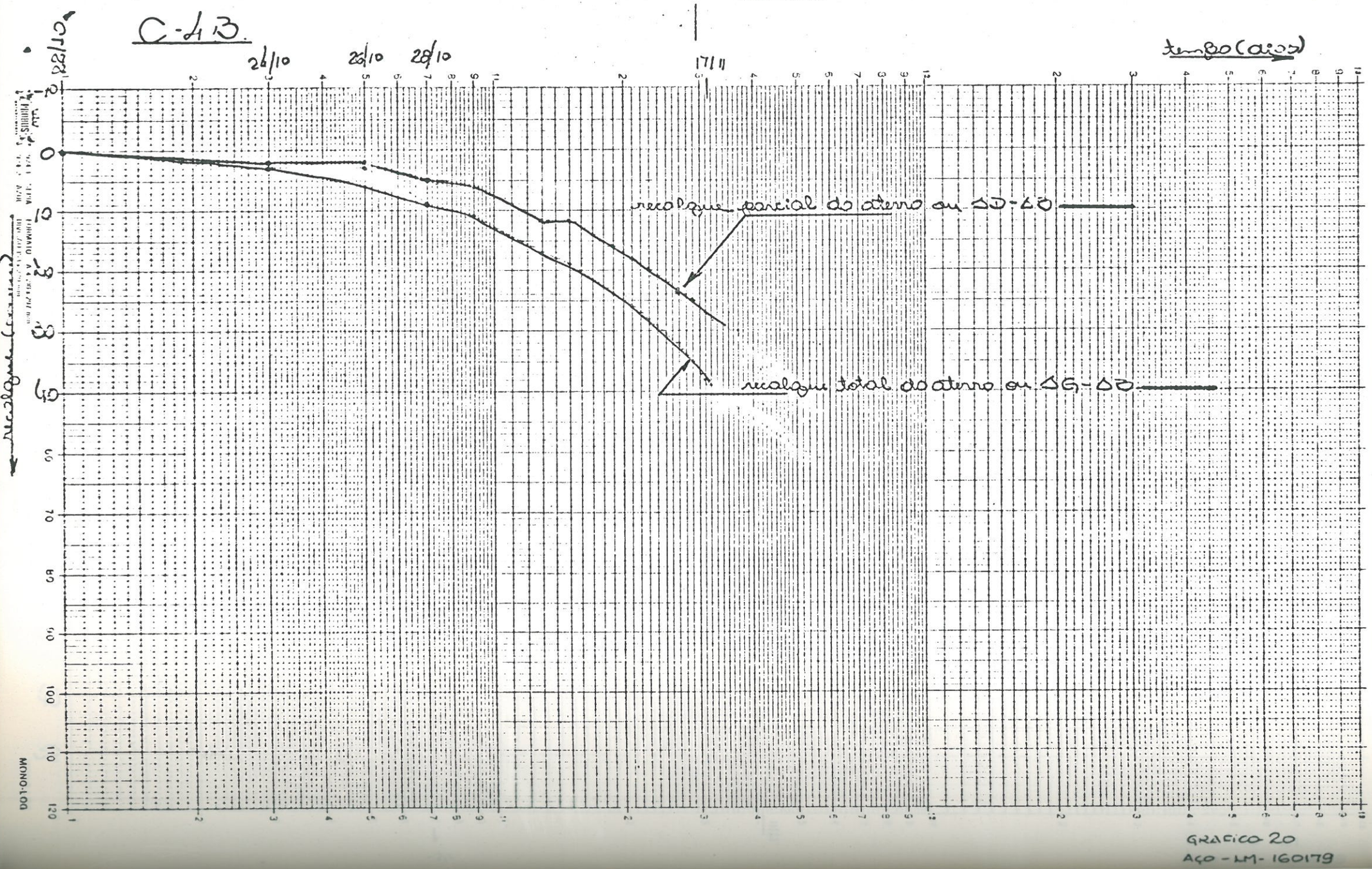


GRÁFICO 20
AÇO - LM - 160179

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-9223 · 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

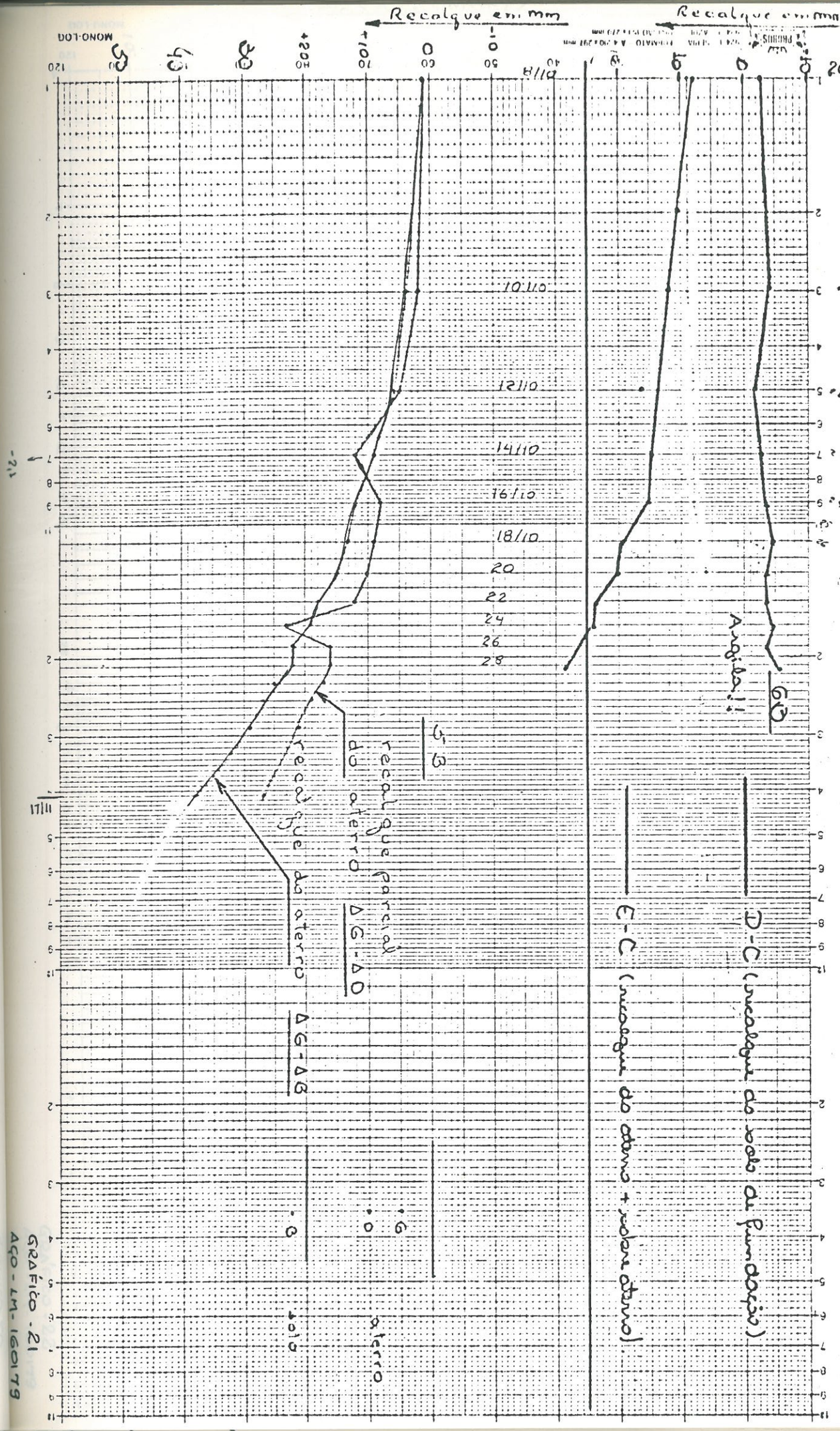


GRÁFICO - 21
AGO - 1979

CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

C-13

07/90

C-13

C-23

C-33

A D-D8 recalque parcial do aterro

C-C 1/2 do aterro

B-B 3/4 do aterro

Recalque do solo da fundação B-C

(recalque aterro + sobreaterro)

INVERTIDO

GRÁFICO-22
AGO-TM-160179

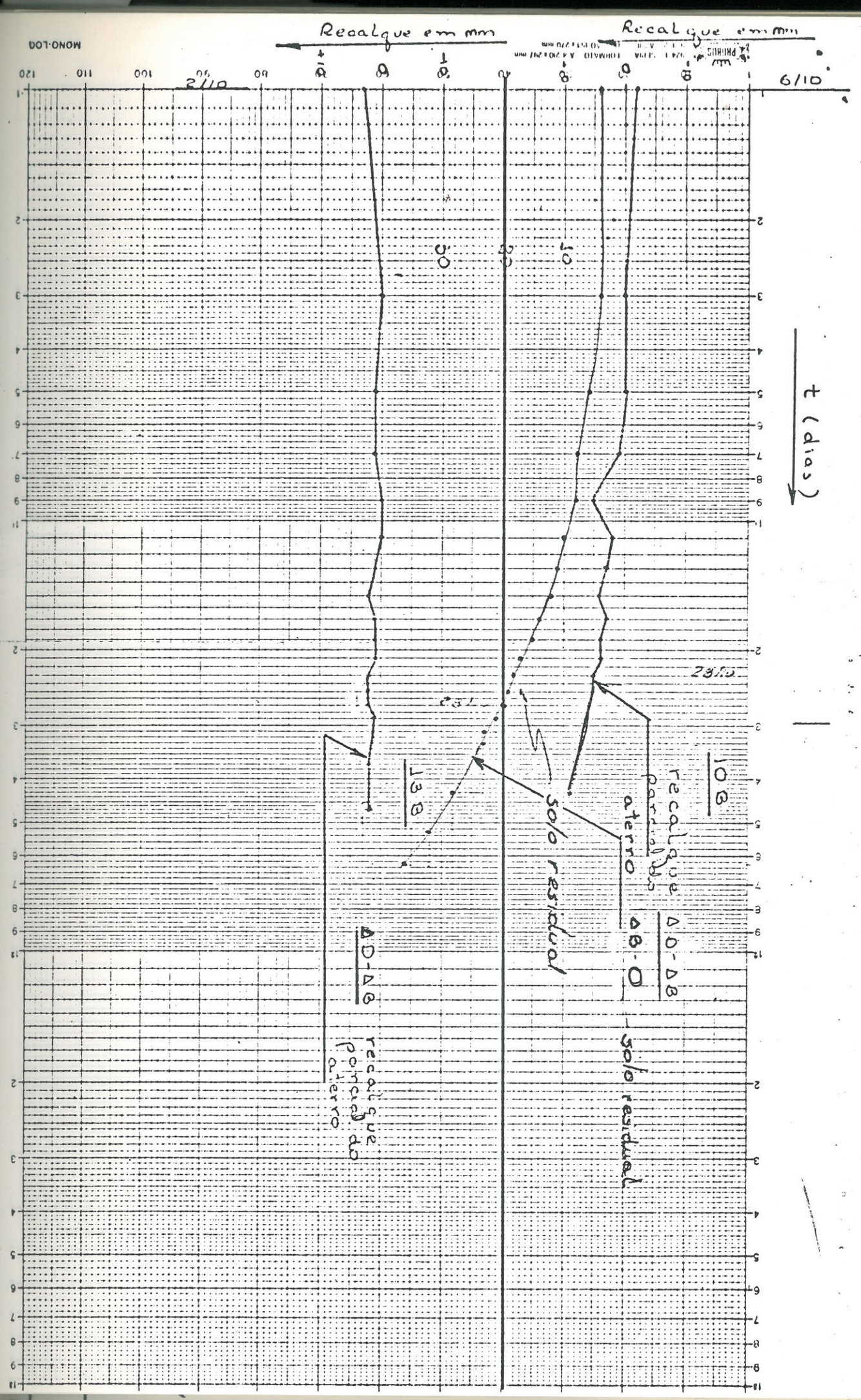


GRÁFICO - 23
ACO - LM - 16019

C-1C

camada de argila mais solo residual

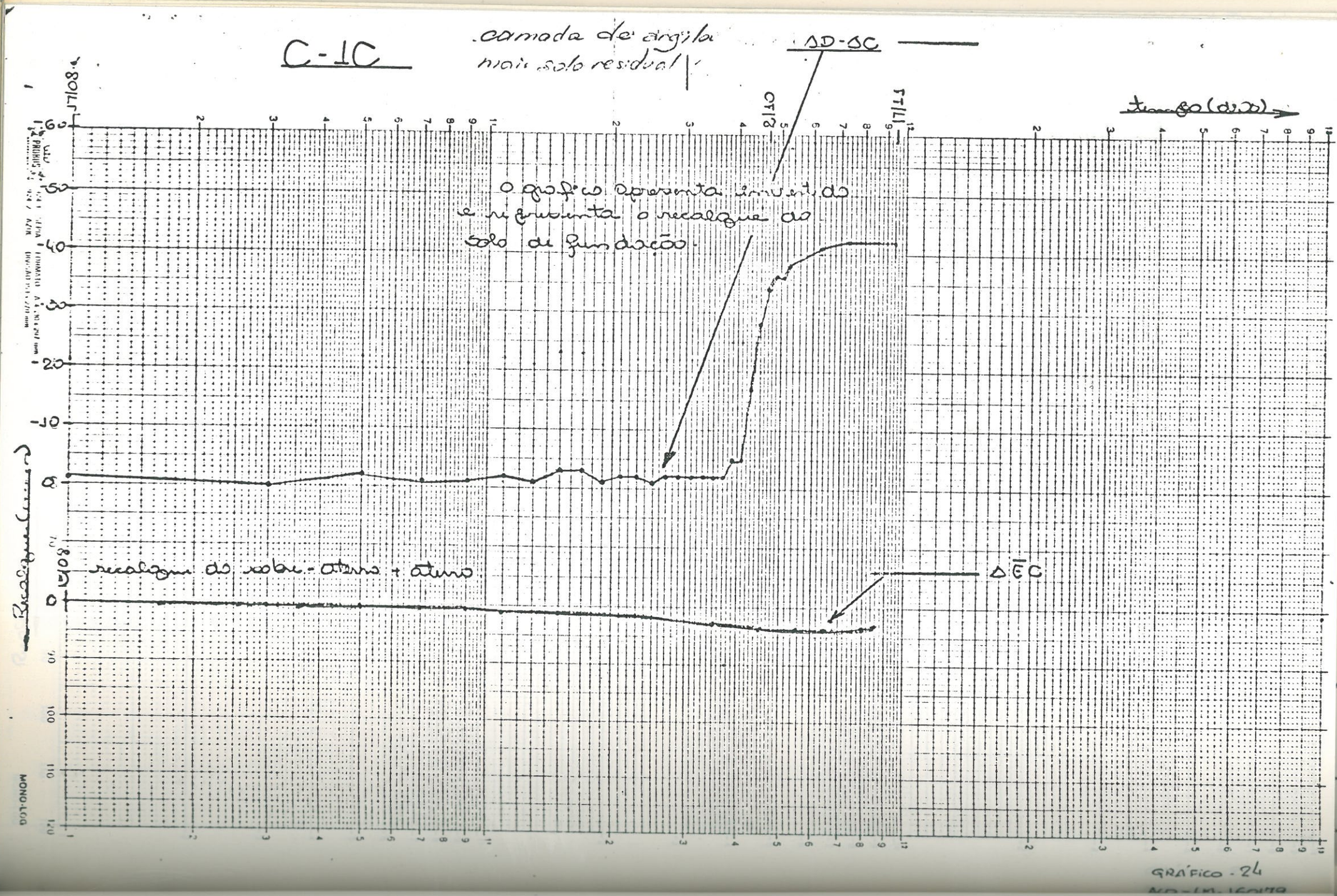


GRÁFICO - 24

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-9223 · 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

Recalque em mm
Recalque total do aterro ou SG-2C
Recalque parcial do aterro ou AS-2C
Tempo (dias)
27/08
C-2C
01/10
11/11
GRÁFICO - 25
ACO-LM-1601-78

Recalques em mm

MONO-LOG

60 50 40 30 20 10 1

25/08

60/2

12/09

30/09

07/10

14/10

17/11

Tempo (dias)

Recalque total do aterro em SD - SC

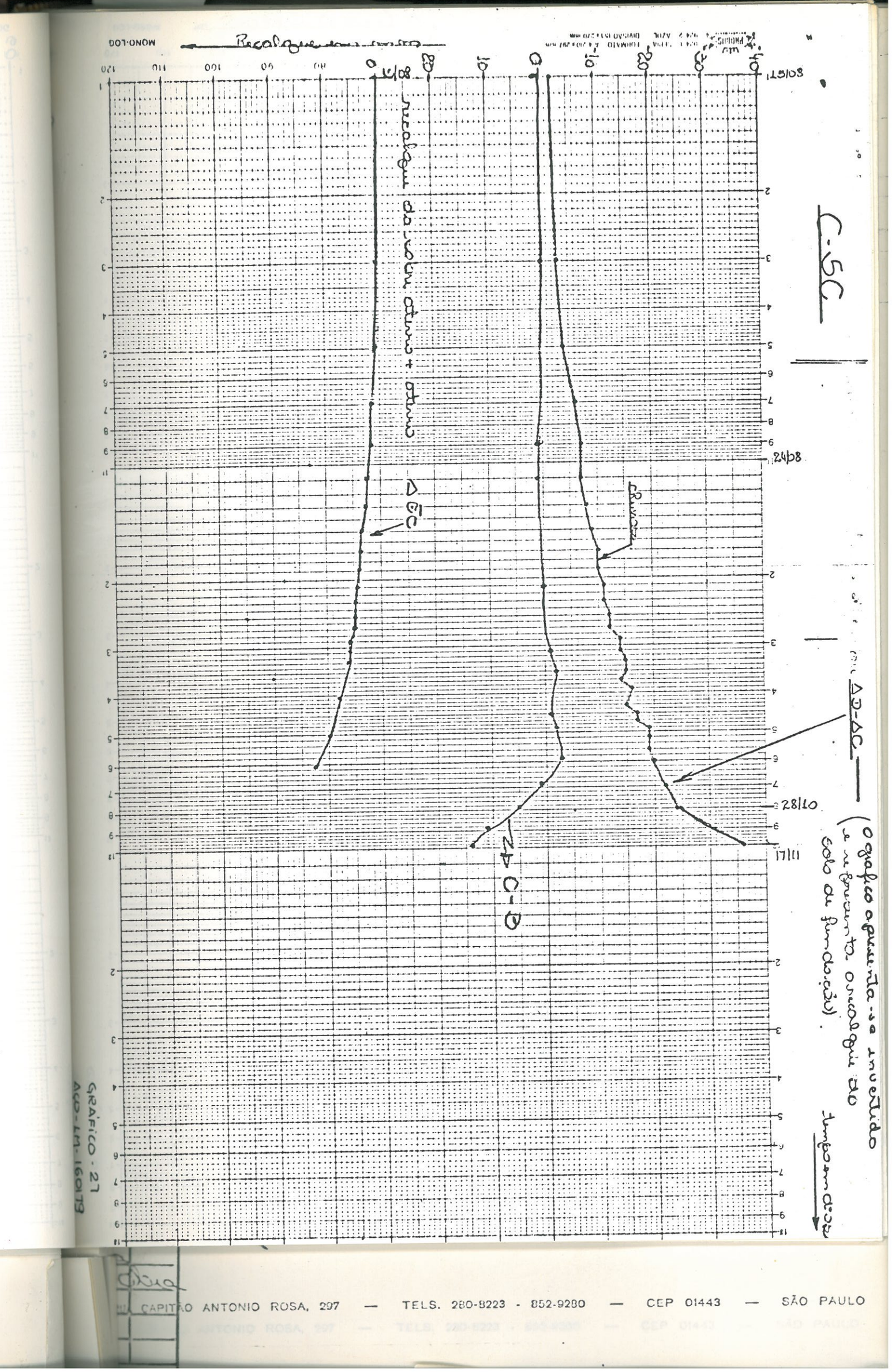
Recalque parcial do aterro em SD - SC

C-4C

GRÁFICO - 26

AGO - 1981 - 16/01/19

CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO



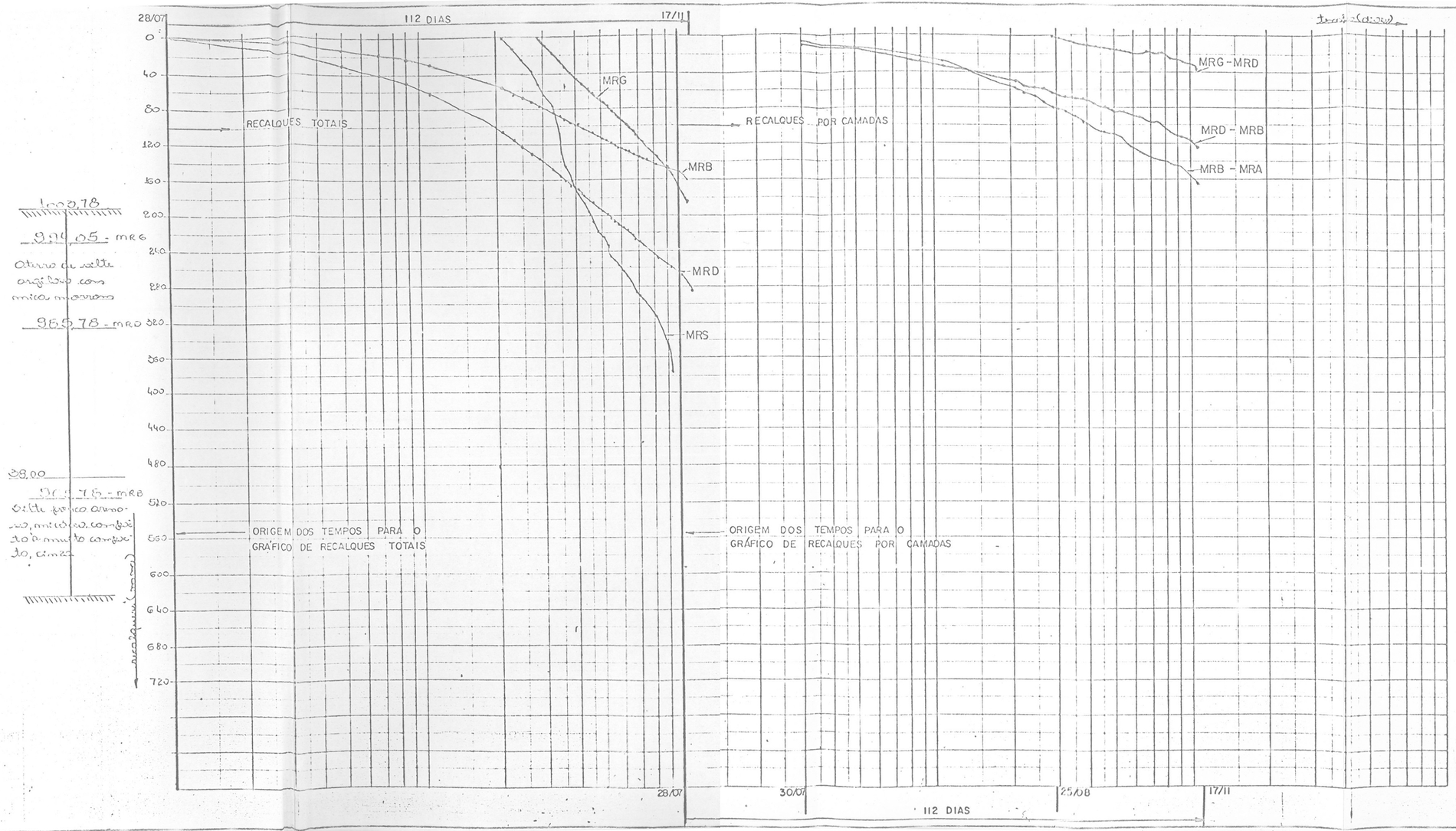
(O gráfico apresenta-se invertido
e não mostra o recalque do
solo de fundação).

Tempo em dias

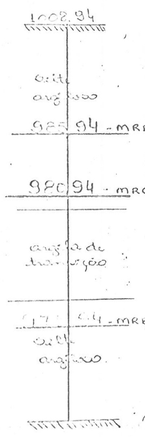
CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

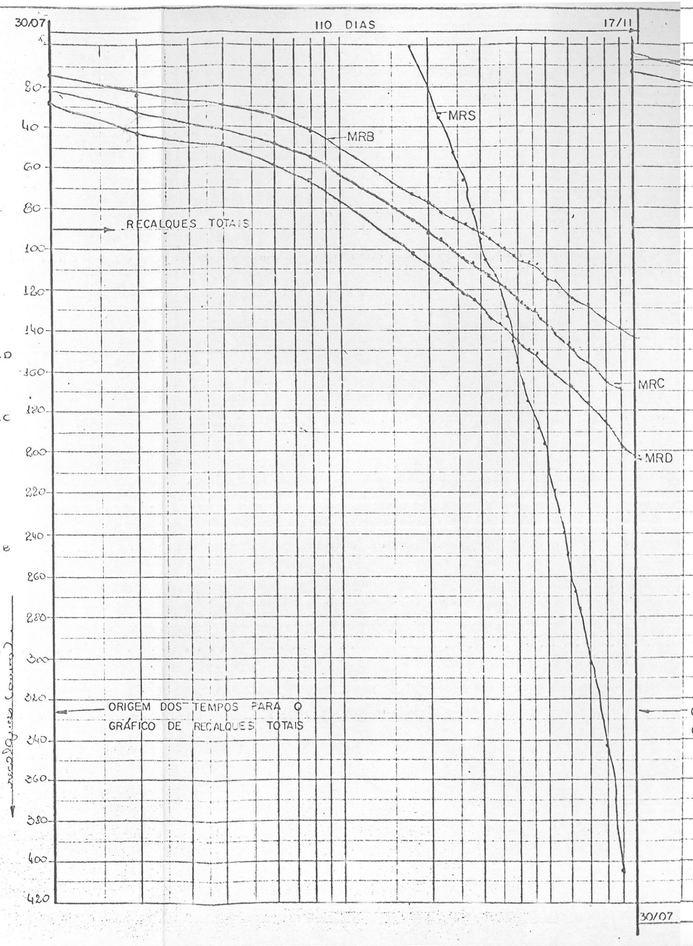
C-6C
C-7C
D-8
Recalque (mm)
Tempo (dias)
17/08
31/08
30/12
01/82
recalque do aterro + obra
(Δσ3)
recalque do terreno de fundação
Δσ1 - Δσ3
Δσ3
Δσ1 - Δσ3
(o que faz aparentar-se um visível recalque do terreno de fundação)

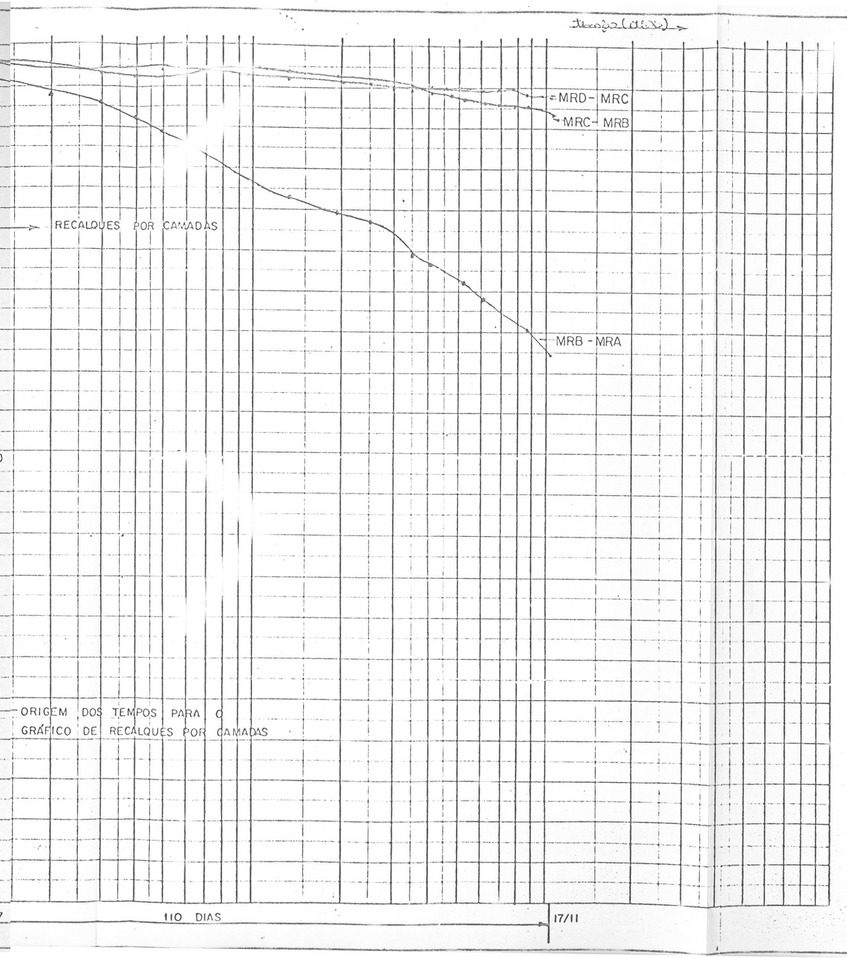
GRÁFICO - 28



VICTOR F B DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda		
interessado: AÇOMINAS		
obra: USINA DE OURO BRANCO		
local: LAMINAÇÃO - BILLET		
CONJUNTO C I A		1
data: 16-01-79	GRÁFICO: 1	código: AÇO - LM - 160179



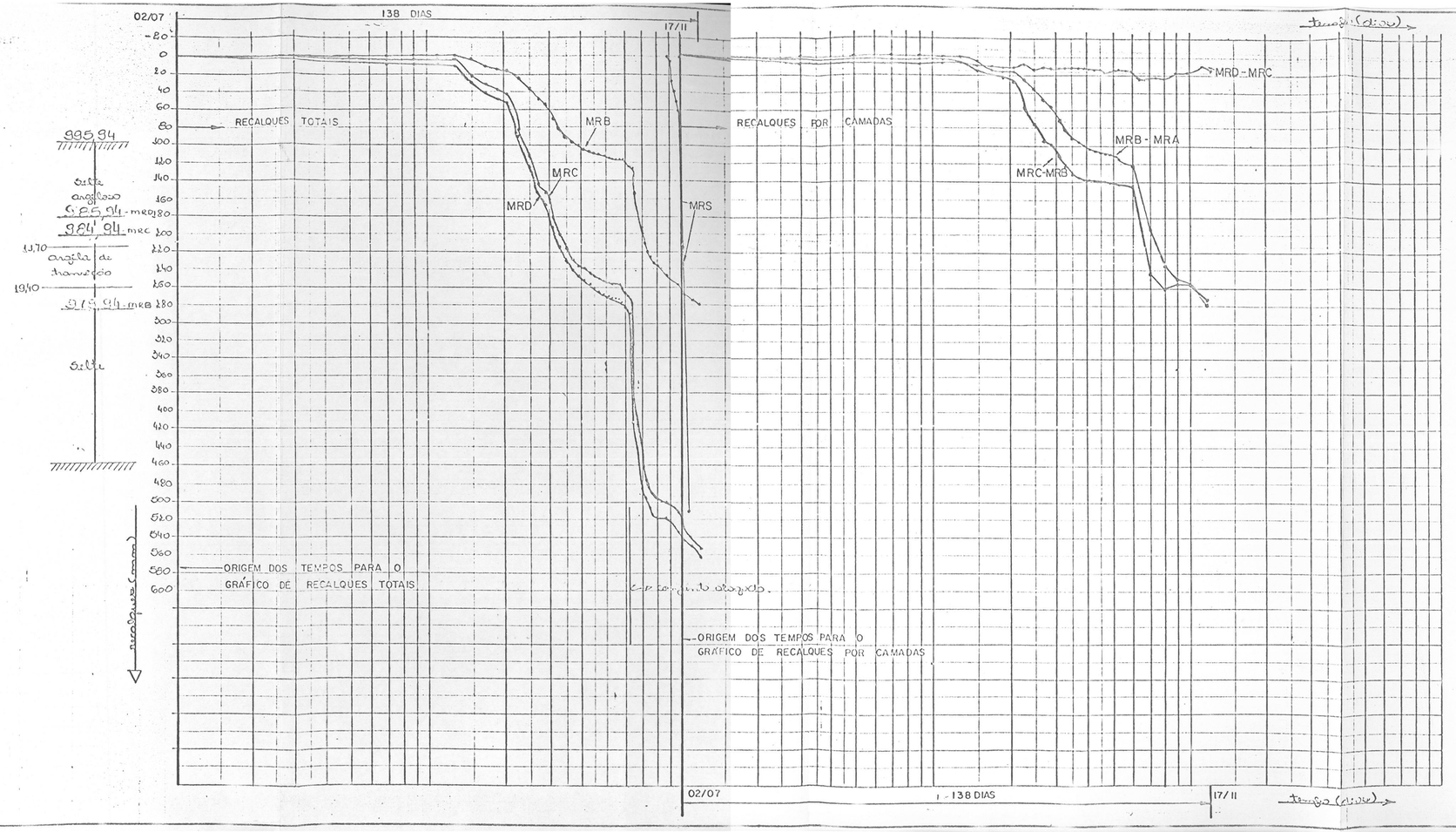




NOTAÇÃO

GRÁFICO À ESQUERDA	GRÁFICO À DIREITA
MRB	MRB – MRA
MRC	MRC – MRB
MRD	MRD – MRC
MRS	

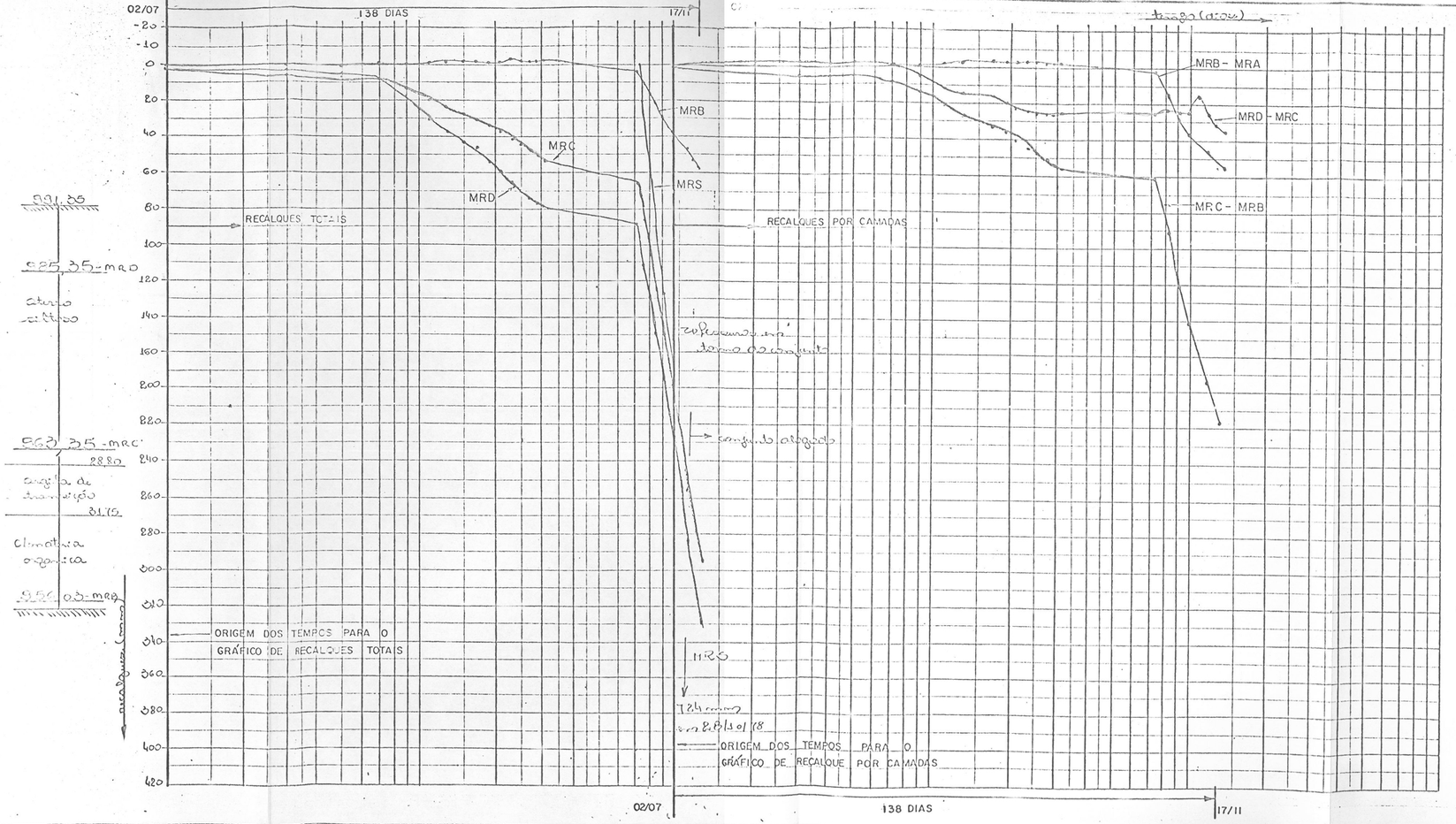
VICTOR F B DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda.			
interessado	AÇOMINAS		
obra	USINA DE OURO BRANCO		
local	LAMINAÇÃO		
CONJUNTO C3A			
data 16-01-79	GRÁFICO 2	código AÇO-LM-160179	



NOTAÇÃO

GRÁFICO À ESQUERDA	GRÁFICO À DIREITA
MRD	MRB - MRA
MRC	MRC - MRB
MRB	MRD - MRC
MRS	

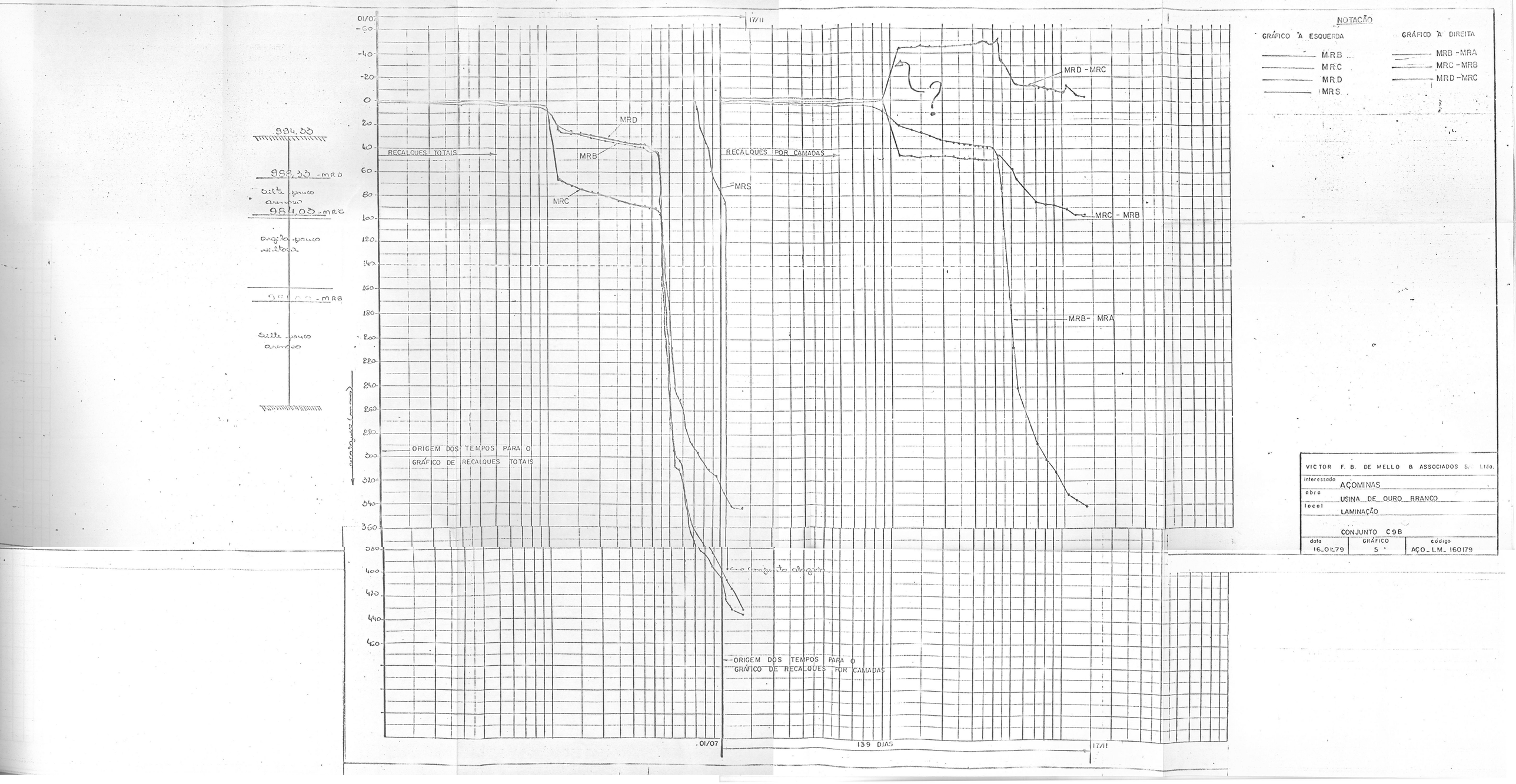
VICTOR F B DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda		
interessado	AÇOMINAS	
obra	USINA DE OURO BRANCO	
local	LAMINAÇÃO	
	CONJUNTO C2B	
data 16.01.79	GRÁFICO 3	código AÇO_LM_160179

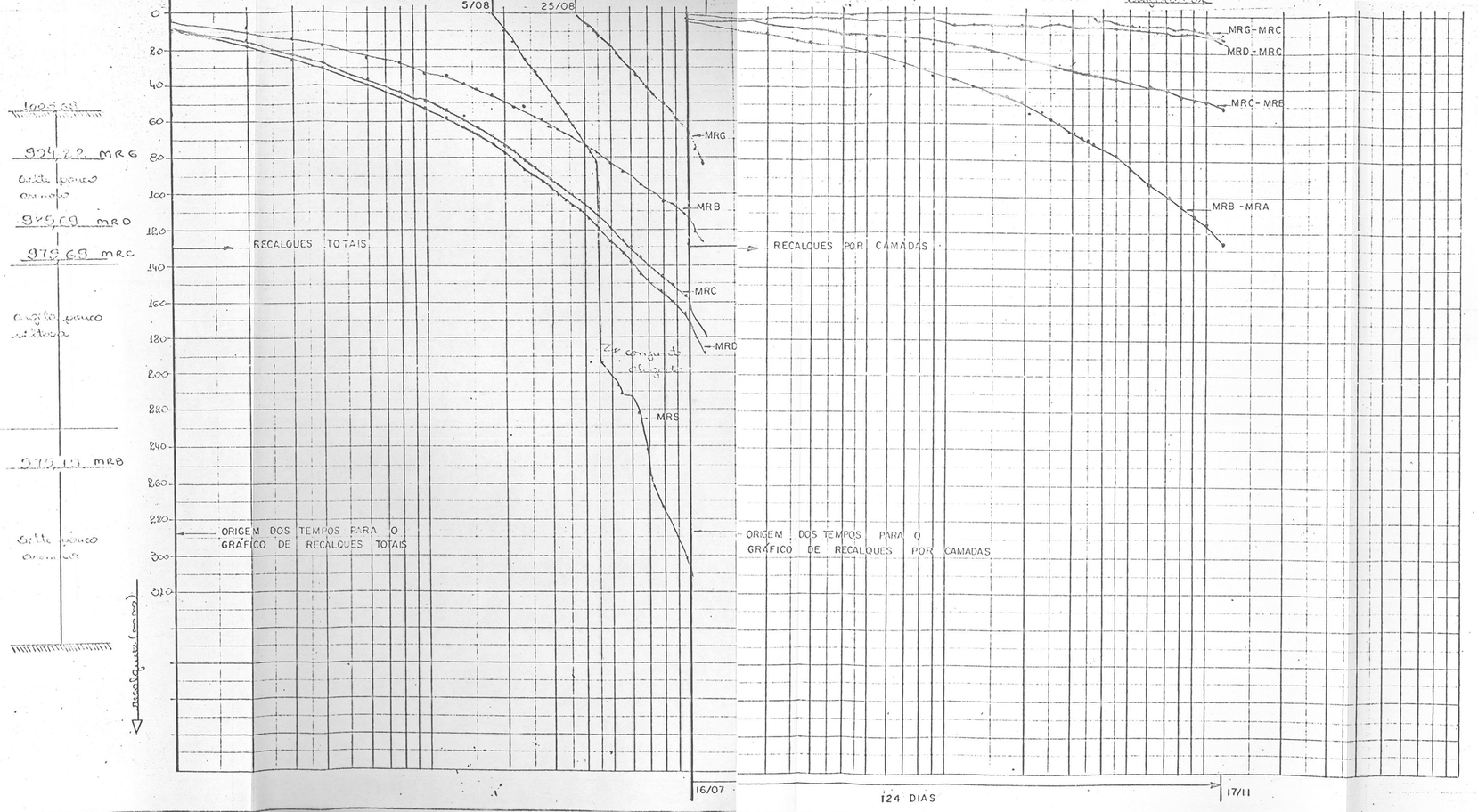


NOTAÇÃO

GRÁFICO À ESQUERDA	GRÁFICO À DIREITA
MRD	MRB - MRA
MRC	MRC - MRB
MRB	MRD - MRC
MRS	

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C. Ltda.		
interessado	AÇOMINAS	
obra	USINA DE OURO BRANCO	
local	LAMINAÇÃO	
CONJUNTO C8B		
data 16-01-79	GRÁFICO 4	código AÇO - LM - 160179


994,33
988,33 - MRD
Silte pouco arenoso
984,03 - MRC
argila pouco siltosa
Silte pouco arenoso
01/07
17/11
RECALQUES TOTAIS
MRD
MRB
MRC
ORIGEM DOS TEMPOS PARA O GRÁFICO DE RECALQUES TOTAIS
RECALQUES POR CAMADAS
MRS
MRD - MRC
MRC - MRB
MRB - MRA
ORIGEM DOS TEMPOS PARA O GRÁFICO DE RECALQUES POR CAMADAS
01/07
139 DIAS
17/11
NOTAÇÃO
GRÁFICO À ESQUERDA
MRB
MRC
MRD
MRS
GRÁFICO À DIREITA
MRD - MRA
MRC - MRB
MRD - MRC
VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda.
interessado AÇOMINAS
obra USINA DE OURO BRANCO
local LAMINAÇÃO
CONJUNTO C9B
data 16-01-79
GRÁFICO 5
código AÇO_LM_160179



NOTAÇÃO

GRÁFICO À ESQUERDA	GRÁFICO À DIREITA
MRB	MRB-MRA
MRC	MRC-MRB
MRD	MRD-MRC
MRS	MRG-MRC
MRG	

VICTOR F B DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda.

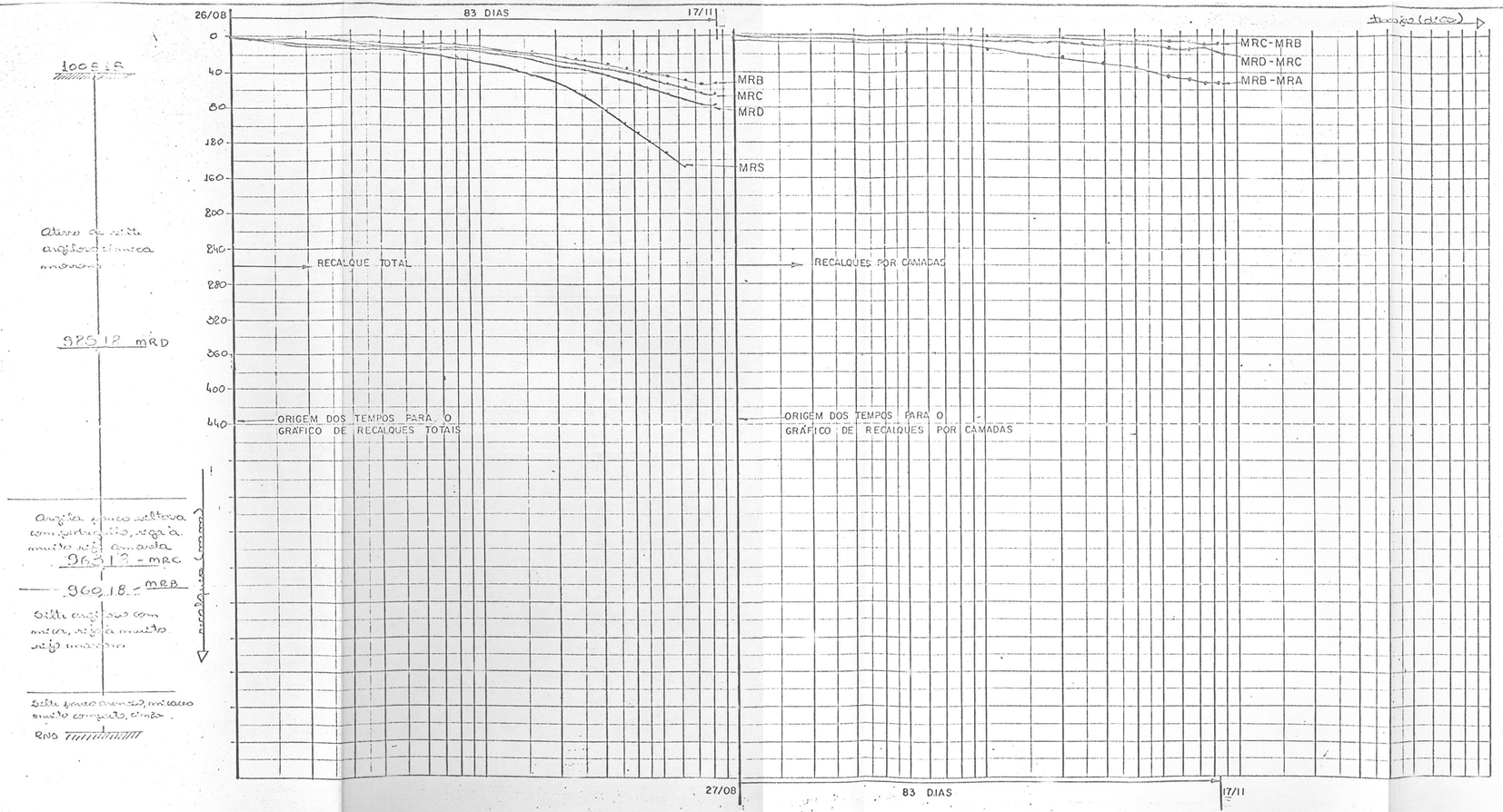
interessado: AÇOMINAS

obra: USINA DE OURO BRANCO

local: LAMINAÇÃO

CONJUNTO C3C

data	GRÁFICO	código
16.01.79	6	AÇO_LM_160179



NOTAÇÃO

GRÁFICO À ESQUERDA	GRÁFICO À DIREITA
MRB	MRB - MRA
MRC	MRC - MRB
MRD	MRD - MRC
MRS	

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C. Ltda.		
interessado: AÇOMINAS		
obra: USINA DE OURO BRANCO		
local: LAMINAÇÃO - MEDIUM		
CONJUNTO CBC		
data: 16.01.79	GRÁFICO: 7	código: AÇO_LM_160179

TOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-220179

São Paulo, 22 de janeiro de 1979

31 JAN 0352 002893

AÇOMINAS AÇO MINAS GERAIS S/A.

Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar Caixa Postal 1390
30.000 - Belo Horizonte - MG

ANEXO COM

RECEBERAM COPIAS

IBE | IEEC | ISA

RECEBIDO
31 JAN 1979
SECRETARIA

0984
X/ARQUIVO

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref: Material recebido IEEC-01/79 e IEEC-23/79.
Exame expedito - Recomendações iniciais - Providências necessárias.

Prezados Senhores,

Tendo em mãos material de diferentes áreas da obra, recebidos - através das remessas IEEC-01 e 23/79, passamos a uma rápida análise do material recebido, posicionando sempre que possível nossas recomendações e sugestões iniciais, assim como solicitando providências de V.Sas, quando se - fizer necessário.

1) REMESSA 01/79.

1.1) RT24-PR-168/78 - PROJETO BÁSICO DAS FUNDAÇÕES DO LAMINADOR DE TARUGOS.

Será analisado oportunamente em separado e nossos comentários seguirão em breve.

1.2) Ensaios laboratoriais - Laminação - BH - LAM - LAB - 539/77-56.

Trata-se de ensaios laboratoriais executados em amostras "indeformadas tipo Shelby de amostrador Denison". Conforme intensamente discutido - com V.Sas em outras oportunidades somos levados a não considerar as amostras como indeformadas e assim sendo, pouca utilidade vemos aos resultados de ensaios ora apresentados.

Os ensaios de adensamento apresentados indicam valores de indices de vázio, de pressão de préadensamento e de indices de compressão que requeririam interpretação criteriosa.

Colocamo-nos a disposição de V.Sas para analisar em detalhe os - ensaios ora recebidos, lembrando que caberia saber da Projetista qual a interpretação que vem sendo dada e qual a utilidade dos parâmetros ora recebi

e cópia.

dos nos projetos de fundação em questão.

1.3) D-02-PR-168/78 - Projeto Básico das Fundações dos Gasômetros.

Já dispunhamos de cópia do referido relatório, comentado em nosso AÇO-AF-151278; tomamos a liberdade de enviar de volta o volume recebido.

1.4) Inumeros anexos a memorandos ora recebidos dizem respeito a investigação adicional executada na área do Forno Poço (sondagens a percussão, mistas e rotativas).

Indagamos se as mesmas virão a ser acrescentadas aos Perfis Geotécnicos anteriormente disponíveis (desenhos PR-168/78-51).

1.5) Os demais itens abaixo relacionados foram incorporados aos estudos de acompanhamento em andamento ou incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno:

1.5.1) MEMOS: AP-S-123/78; 161/79; 173/79; 158/79; 160/79; 145/78; 128/78; 147/78; 151/79; 152/79; 115/78; 148/78; 118/78; 117/78; 116/78; 129/78; 143/78; 122/78 e 150/79.

1.5.2) DESENHOS: PR168/78-39, 135,136,164,163,165, e 161; 1D04000-D-1000-B e 1E02A01-D-4001-A.

No que diz respeito às inumeras sondagens apresentadas, tomamos a liberdade de voltar a comentar que a profundidade necessária de investigação é função do tipo de estrutura na área em questão. Assim, muitos dos furos em execução poderiam ser otimizados.

2) REMESSA 23/79

2.1) RT15-PR-168/78 - Provas de Carga em Estacas Escavadas - Recomendações Técnicas.

Trata-se de assunto de extrema importância para possibilitar a previsão de comportamento das estruturas com fundações em estacas escavadas, principalmente em áreas com hipótese de carregamento por atrito negativo. Emitiremos nossos comentários em relatório separado (AÇO-G-240179).

2.2) D-10 - Estaqueamento - Report for the Vibration of Blower - Turbin Foundation - Kawasaki.

Incorporado aos nossos arquivos para uso oportuno - Colocamo-nos a vossa inteira disposição para a otimização das fundações em questão.

2.3) Desenho 1E09K01-D-4005-B- Locação das Sondagens - Escritório da Chefia Geral de Produção.

Para a área em questão já se dispõe de 7 sondagens a percussão - que indicam pequenas espessuras de aterro (5 metros) seguidas de solo resi-

dual medianamente compacto.

Dependendo do tipo de estrutura dos Escritórios e dos carregamentos típicos por ele apresentados, o tipo de fundação a ser detalhado pode prescindir da investigação adicional ou restringir os novos furos no que diz respeito à profundidade à investigar.

2.4) Prova de Carga - PC-1A-LAM.

Será estudada em separado e comentários seguirão em breve.

2.5) Ata de Reunião com Engevix - referente Fundação do Car Dumper -

Solicitamos cópia do projeto de instrumentação a ser apresentado pela Projetista assim que disponível a fim de colaborar com V.Sas na obtenção de dados de utilidade futura.

2.6) Os demais itens que estão abaixo relacionados foram incorporados aos estudos de acompanhamento em andamento ou incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno:

2.6.1) MEMOS: AP-S-194/79; 119/78; 176/79; 181/79; 180/79.

2.6.2) DESENHOS:

General Lay-out - JZ-0100L-00058

Escritório Aciaria - 1E09D01-D-4004-A

Escritório Coqueria - 1E09C01-D-4004-A

2.6.3) RELATÓRIOS:

BH-PMP-RN-156/78-8

BH-SIN-RN-131/78-20

BH-PCV-SP-243/78-9

BH-COQ-INA-158/78-20

BH-AFN-INA-144/78-13

BH-366/78

BH-LAM-INA-539/77-60

BH-LAM-RN-539/77-63

BH-LAM-INA-539/77-30

BH-CIV-SP-171/78-17

BH-CIV-INA-171/78-16

BH-ACI-INA-191/78-12

BH-LAM-INA-539/77-21

BH-SIN-INA-131/78-8

2.6.4) 5 CROQUÍS: Locação dos medidores da sinterização e silo de coque.

3) Tomamos a liberdade de voltar a solicitar itens anteriormente pedidos e que seriam importantes para as análises em andamento:

3.1) itens constantes em nosso AÇO-LM-071278 - sobre as características de carregamento pelas estruturas da Laminação que se situam em áreas pré-carregadas.

3.2) dados sobre as provas de carga em estacas tubulares executadas nos Gasômetros e em perfil H da Sinterização.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/ms

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA. AÇO-G-240179

São Paulo, 24 de Janeiro de 1979

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref: Provas de Carga em Estacas Escavadas
Relatório RT-15/PR-168/78

Prezados Senhores,

1) INTRODUÇÃO

Tendo em mãos o relatório de Recomendações Técnicas - Provas de Carga em Estacas Escavadas (RT15-PR168/78) elaborado pela Projetista e cientes de que V.Sas dentro em breve iniciarão um programa de comprovação dos estaqueamentos executados através de tal tipo de fundação e de previsão de comportamento dos grupos de estacas, apressamo-nos em enviar - através deste uma síntese de comentários a serem observados. Tendo-se em consideração o alto custo de cada prova de carga em estaca individual procuraremos levar a V.Sas nossa preocupação para que os testes sejam realmente representativos das condições previstas de comportamento da estacaria, pois, caso contrário, seriam desvinculados dos cálculos interpretativos os dados obtidos nos testes executados.

É do escopo também deste relatório recomendar uma instrumentação objetiva das estacas para obtenção de dados que permitam otimização de projetos futuros na Usina de Ouro Branco.

2) RESUMO DAS CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES

2.1) O presente estudo admite como hipótese inicial a integridade das estacas escavadas executadas na Usina; recomendamos atenção ao nosso AÇO-G-150978.

2.2) Dentro do programa existente de provas de carga em estaca posicionamos a diferença entre testes em estacas situadas em zona de aterro em relação aos em zona de corte.

Um carregamento de curta duração (representado pela prova de carga), com o desenvolvimento de atrito positivo e de resistência de pon

ta e a solicitação real de trabalho das estacas em área de aterro por atrito negativo previsto e carga da superestrutura. Incorporamos sugestões de como executar provas de carga representativas que permitam a previsão do comportamento da estrutura, a médio e longo prazo.

2.3) Uma instrumentação objetiva é recomendada para que se desfrute de dados verdadeiros que possibilitem otimização de projetos futuros.

3) PROGRAMA DE PROVAS DE CARGA

Considerando-se que fundações por estacas escavadas concretadas sob lama bentonítica estão sendo executadas tanto em áreas de corte quanto em áreas de aterro da Usina e que os carregamentos previstos a atuar nas estacarias quando do funcionamento das estruturas são conceitual e substancialmente diferentes, passaremos aos nossos comentários, separando as estacas quanto ao tipo de subsolo que atravessam.

3.1) ESTACAS EM ÁREAS DE ATERRO

3.1.1) SOLICITAÇÃO DA ESTACA EM TESTE E OPERAÇÃO DA ESTRUTURA

Como observação principal no que diz respeito a testes em estacas em zonas de aterro lembramos que as estacas em ensaio de curta duração (e uma prova de carga deve ser considerada como tal) terão seu comportamento carga-recalque baseado na contribuição do atrito positivo e da resistência da ponta das estacas (se eventualmente chamada a contribuir uma vez que necessitaríamos de reação enorme para mobilizar todo o atrito positivo e levar a ponta a níveis de tensão compatíveis com os atuantes pelo projeto). Durante a vida útil das estacas e operação das estruturas (por ex. o Forno Poço), as mesmas estacas estariam submetidas a carregamentos por atrito negativo devido além dos carregamentos provindos da estrutura.

É patente portanto a diferença entre tipos de solicitação, sendo indiscutível a necessidade de se idealizar uma prova de carga que represente as solicitações futuras e forneça dados realmente úteis para a interpretação e previsão do comportamento futuro das estruturas.

Assim, idealmente, caberia investigar em separado as características carga-recalque do subsolo abaixo do "null-point" (ponto neutro de recalques relativos entre a estaca e o aterro) por prova de carga a compressão e o desenvolvimento do atrito lateral acima do "null-point" por pro

SECRETARIA

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

va de carga a tração (que representaria o desenvolvimento do atrito negativo) ou por prova de carga a compressão, desde que devidamente isolado o trecho abaixo do "hull-point", por exemplo pela colocação de isopor ou outro material de baixa resistência a compressão que seria posteriormente injetado por calda de cimento.

Outra maneira seria a de se instalar uma célula de carga na base da estaca para isolar os comportamentos acima descritos.

Visualizamos que com a instalação de uma célula de precarga na ponta de determinada estaca e, garantindo-se que a concretagem do fuste da estaca possibilite a formação de um "vazio" de, digamos 3 cm (ver fig.1) na base da célula de carga, poderíamos ensaiar o fuste da estaca a compressão e assim, através de instrumentação adequada da estaca, conhecer o desenvolvimento do atrito positivo na interface solo-concreto nas diferentes camadas do subsolo. Como as deformações envolvidas para solicitação máxima de tal atrito são da ordem de 8 a 20mm, o espaço "vazio" deixado na ponta da estaca seria suficiente para permitir esta etapa do teste.

As células de précarga constantes da bibliografia consistem, simplificadamente, de duas placas de aço com uma membrana impermeável instalada entre as placas e tubos de alimentação da mesma.

Após o teste em prova de carga do fuste da estaca, poder-se-ia, ainda com a reação montada, reagir a célula de précarga contra o fuste concretado, simulando-se assim uma prova de carga em placa profunda.

Após os testes a célula seria preenchida por injeção de calda de cimento de baixa retração para ser incorporada à estaca em condições normais de trabalho.

A sistemática apresentada necessitaria de uma reação prevista para os testes que garanta a rutura do atrito lateral da estaca e possibilite o levantamento do comportamento carga-recalque da ponta da estaca para níveis de tensão pouco superiores aos de trabalho previstos quando da atuação do atrito negativo e carga estrutural.

3.1.2) ESTACA A ENSAIAR

Conforme anteriormente exposto em nosso ACO-C-220573 estacas escavadas tem seu comportamento grandemente vinculado aos efeitos e consequências de execução ("execution effects"). É válido portanto a idéia de se ensaiar estacas pertencentes à estacaria, estacas estas escolhidas pela fiscalização dentre as que teriam sido sujeitas a "peculiaridades" de

SECRETARIA

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

escavação e de concretagem.

O número de estacas a ensaiar tem que ser fixado no decorrer dos ensaios, uma vez que, o que idealmente se pretende é, através de uma avaliação estatística dos dados disponíveis até determinada época, julgar da representatividade de cada novo dado perante o universo estatístico disponível até a data. Teorias de Decisão Bayesiana permitem tal enfoque - com facilidade e portanto julgamos prematura a fixação do número de testes a executar. Se os resultados obtidos de início e pari passo forem indicando pouca dispersão, o número de ensaios necessário para definir a faixa de confiança desejável será pequeno; se desde os primeiros ensaios os resultados se apresentarem mais dispersos, o programa terá que ser ipso facto aumentado para dar o mesmo grau de confiança das interpretações e decisões. Solicitamos informação de V.Sas quanto ao número de ensaios inicialmente previstos para as diversas unidades da Usina fundadas em estacas escavadas.

3.1.3) REAÇÃO A SER UTILIZADA

Conforme anteriormente exposto em nosso AÇO-G-220578 pretende-se obter dados de comportamento de um elemento estrutural em maciço teoricamente não perturbado pela sua presença. Somos então levados a estudar cuidadosamente o sistema de reação a utilizar e, tendo-se em vista as cargas necessárias, em geral, utiliza-se de reação por tirantes profundos para estacas escavadas de grande profundidade.

A reação por atirantamento profundo deveria ter sua inclinação estudada em relação a interferência com estacas adjacentes, serem - executados cuidadosamente e revestidos a fim de não provocar o alívio de - tensões no subsolo e cujo bulbo de ancoragem se inicie a profundidade de, no mínimo, quatro vezes o diâmetro da estaca ($\geq 4D$) inferior à cota da ponta da referida estaca e com afastamento lateral mínimo de 3D.

3.1.4) CRITÉRIOS DE ESTABILIZAÇÃO

Recomendamos que os critérios de estabilização em cada - etapa de carregamento e de descarga da prova de carga sejam de 3% entre medidas feitas em escala geométrica progressiva do tempo (1,2,4,8.....horas); sempre obedecendo a um intervalo de tempo mínimo de 2 horas (a ser comprovado no teste inicial).

3.1.5) INSTRUMENTAÇÃO DAS ESTACAS ENSAIADAS

Apresentamos as seguintes sugestões preliminares, sempre dentro da premência imposta pelo conceito inexorável de que deverão ser ensaiadas estacas pertencentes à própria estacaria em execução, selecionando entre elas, através de indicadores do próprio processo construtivo, as re-

SECRETARIA

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 . 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

presentativas de condições médias e um tanto para cada lado da média.

Com a finalidade principal de se conhecer as contribuições, por atrito lateral, das diferentes camadas de subsolo, e devido às enormes dificuldades de se obter com precisão dados diretos de pressão em determinada cota, tem-se geralmente instrumentado estacas com elementos medidores de deformações para, através destas, calcular as tensões atuantes nas seções desejadas.

As deformações podem ser obtidas em diversas seções da estaca através de instrumentação mecânica (tell-tales) ou de resistividade elétrica (strain-gages) ou finalmente instrumentos de medida de indutância (extensores magnéticos).

A particular preferência por determinado tipo de equipamento teria que levar em conta sua facilidade de instalação, de leitura e principalmente sua confiabilidade a curto e longo prazo, este último ditado pelo tempo previsto para estabilização dos recalques por adensamento (admitido) da espessa camada argilosa.

Como se pretende instrumentar inumeras seções em estacas profundas recomendamos a utilização de equipamentos eletrônicos ou magnéticos por terem sua montagem mais fácil e menos volumosa (tubos guias, etc.). Recomendariamos portanto a instalação de 2 "strain-gages" devidamente solidarizados à armação das estacas (de maneira a possibilitar um exame continuo da confiabilidade do equipamento) em cada uma das seções abaixo. Caso V.Sas venham a preferir os medidores magnéticos, recomendariamos a instalação de 2 conjuntos de medidores, uma vez que um mesmo tubo guia é possível instrumentar inumeras seções.

Baseados no perfil típico de subsolo adjacente a cada estaca a ser ensaiada poderiamos, junto com a Projetista/Executora, recomendar as profundidades mais recomendadas para a instalação da instrumentação. Lembramos a V.Sas que o custo da instrumentação de cada seção adicional é proporcionalmente mais baixo quando já se pretende instrumentar determinada seção, uma vez que o custo do equipamento é, em si, barato e o custo de sua leitura se incorpora nos custos de leitura globais.

3.2) ESTACAS EM ÁREA DE CORTE

3.2.1) SOLICITAÇÃO DA ESTACA EM TESTE E OPERAÇÃO DA ESTRUTURA

Em zonas de corte a solicitação de uma estaca em prova de

SECRETARIA

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 . 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

carga é essencialmente igual à solicitação da mesma estaca quando da operação da estrutura (desde que devidamente estabilizadas as etapas de carregamento no teste).

Assim, recomendamos para as provas de carga da área da - Aciaria por exemplo, atenção aos itens anteriormente apresentados, com as cabíveis simplificações no que diz respeito a instalação de células de pré carga.

4) Colocamo-nos a inteira disposição de V.Sas para otinizar com as Projetistas/Executoras dos testes em questão os inúmeros detalhes reconhecidamente influentes nos resultados dos mesmos, uma vez que, por se tratar de grande investimento, não se justificariam duvidas futuras quanto a validade, representatividade, etc.dos dados dos testes.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

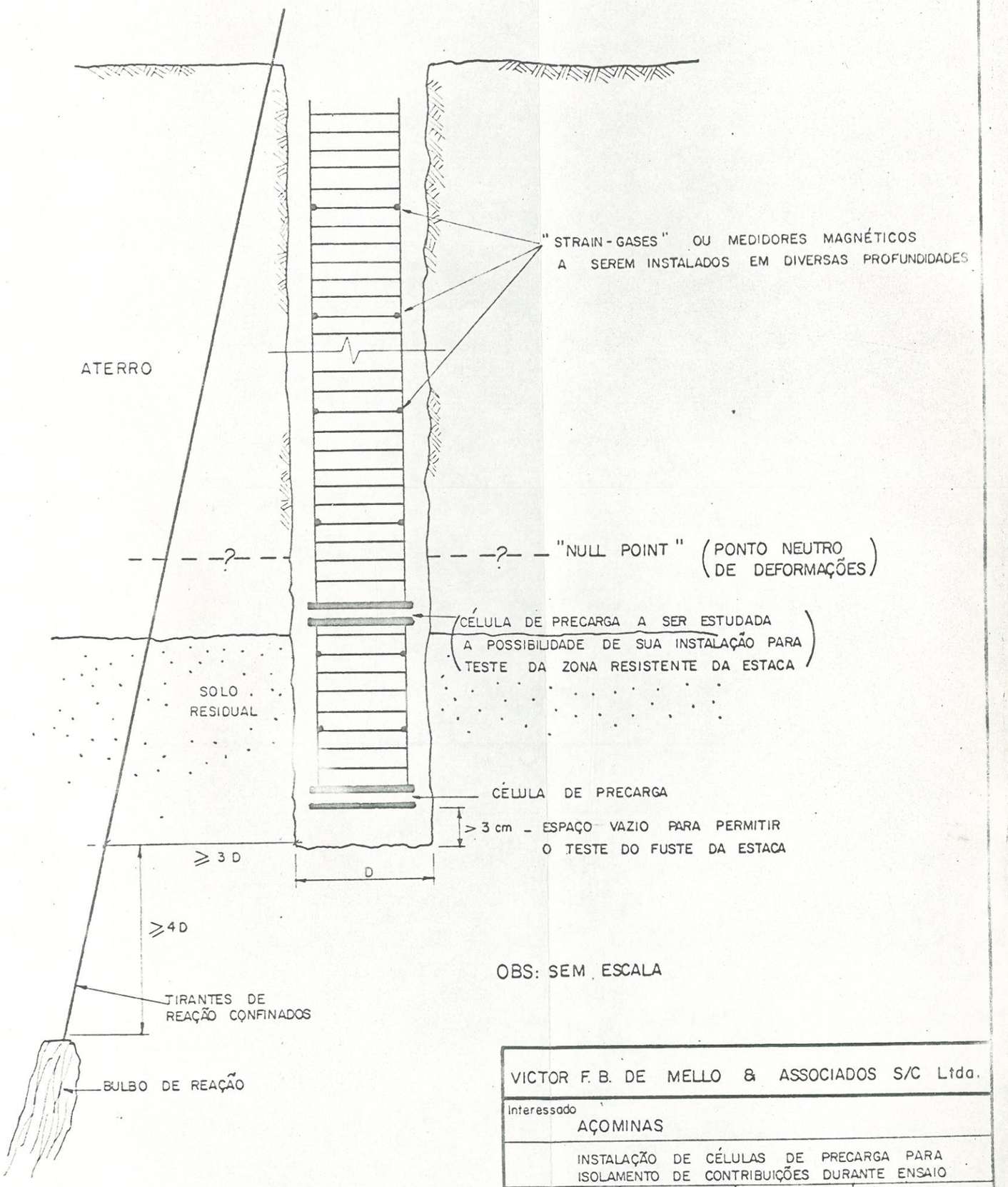
Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

anexo = figura explicativa
VM/LG/MC/ms

SECRETARIA

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO



OBS: SEM ESCALA

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda.			
Interessado: AÇOMINAS			
INSTALAÇÃO DE CÉLULAS DE PRECARGA PARA ISOLAMENTO DE CONTRIBUIÇÕES DURANTE ENSAIO			
data: 24_01_79	desenhado: ELZA	figura: 1	código: AÇO-G-240179

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-AF-290179

São Paulo, 29 de Janeiro de 1979

AÇOMINAS S/A
- BELO HORIZONTE -
RECEBIDO 08 FEV 1979 Nº 003928
ARQUIVO DE PROJETO

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
Belo Horizonte - MG

ANEXO COM
RECEBERAM COPIAS
ISE | IEEC | ISAA

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref: Sopradores do Alto-Forno

Prezados Senhores,

1- Damos em mãos o seguinte material abaixo relacionado:

- Calculation sheet for reinforcement and piling of Blower--Turbine Foundation (Nº1,Nº2) - 1D10A00-A-1041-C

- Report for vibration of Blower-Turbine Foundation (Nº1,Nº2) 1D10A00-A-1042-B

- Blowers and Steam Turbines for Blast Furnace-Blower-Turbine Foundation (Nº1,Nº2) (Arrangement of Piling) 1D10A04-G-1010-D

- Blowers and Steam Turbines for Blast Furnace Arrangement of Piling 1D10A00-G-1041-A.

2- Analisamos o material e servimo-nos do presente para encaminhar os seguintes comentários:

2.1- Memorial de cálculo 1041-C

As primeiras 59 folhas deste documento tratam de cálculo estático e cálculo de ferragem da estrutura em questão que julgamos não nos caber analisar e comentar. Na folha nº 60 é iniciado o cálculo da fundação da mesma.

Podemos adiantar que consideramos que o memorial justificativo apresentado não atende o que V.Sas tem exigido dos demais projetistas para cálculo de fundações. Os pontos que recomendamos ser revistos e reapreciados seriam:

a) a projetista admite de início a necessidade de estacas, sem justificar a não utilização de fundação direta. Na área em questão, consideramos que possa ser utilizada solução por fundação direta face às características do terreno e ao tipo de carregamento; que parece ser 80%

RECEBIDO
08 [illegible]
SECRETARIA

devido a peso morto da estrutura.

Lógicamente os recalques seriam estimados e, caso estes fossem maiores que os permissíveis, a possibilidade de utilização de estacas como redutores de recalques: "pile-raft" seria aventada para a área.

b) Não consta do memorial um cálculo de recalques.

c) Consideramos demasiado prudente a utilização de estacas - tipo FRANKI de ø 520 mm para sòmente 80t de carga de trabalho. Em nosso relatório AÇO-G-190778 propusemos tabela de carga de trabalho, também - utilizada pela Executora, como revisão da SZ-1-15.

2.2- Memorial de cálculo 1042-B-

Nada a comentar.

2.3- Desenho 1010-D

Nada a acrescentar além do que já foi dito no item 2.1.

2.4- Desenho 1041-A

Não possuimos dados sobre as demais unidades, cujos estaqueamentos estão representados nesta planta.

Entendemos entretanto que devam valer as observações do item 2.1.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

MC/LG/ms

VIGTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-LM-310179

São Paulo, 31 de Janeiro de 1979

13 FEV 1979 002431

ANEXO COM

RECEBERAM COPIAS

Açominas - Aço Minas Gerais S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

RECEBIDO
14 FEV 1979
ISE
SECRETARIA

Ref: Relatório RT-24-PR-168/78
C-03 - Laminador de Tarugos

Prezados Senhores,

Damos em mãos o referido relatório que foi prontamente analisado. Através do presente encaminhamos a V.Sas:

1- Não compreendemos qual teria sido o objetivo do relatório, visto que o relatório RTC-C03-002/78-Billet Mill (novembro de 1978) da Seebla apresentou os critérios que justificam as soluções visualizadas, de maneira mais objetiva, completa e definitiva que o relatório em referência. O mesmo foi comentado através de nosso AÇO-LM-181278.

2- O relatório estuda alternativas de utilização de estacas de ϕ 60 cm (Franki ou pré-moldadas) e estacas escavadas circulares de ϕ 100 cm e ϕ 120 cm. Não é, entretanto, apresentada uma análise economica comparativa entre as soluções apresentadas. Não é também abordado o problema de disponibilidade de equipamentos para execução de um tipo ou outro de estacas o que poderia condicionar a escolha de uma das alternativas apresentadas. Análises esta que considerariamos escopo do relatório.

3- A extensa análise e memorial de cálculo de comprimentos de estacas não parece justificável sem que seja precedida de análise de custo indicativa da solução a detalhar. Os comprimentos de estacas necessários para esta análise de custo poderiam ser estimados em primeiro grau de aproximação com resultados plenamente satisfatórios.

4- Consideramos super-estimados os recalques calculados, pelos seguintes motivos:

- os recalques são calculados a partir de parâmetros de compressibilidade extraidos de provas de carga superficiais; tendo a placa só mente 80 cm de diâmetro, os resultados são representativos de pequena espessura de material e próxima à superfície. Como é sabido, na superfície do -

14 FEV 1979

terreno, e até pequena profundidade, os efeitos do inchamento são acentuados, o mesmo não acontecendo para horizontes mais profundos (por exemplo a partir de 3 a 4m) que apresentariam compressibilidade muito menor que esta camada superficial. Outro fator importante é que a compressibilidade de um material hipotéticamente homogeneo diminui com o aumento do nível de tensões.

Os parâmetros assim determinados indicariam então compressibilidade maior que a real.

- Não deve ser esquecido que a área é em zona de corte, e portanto o solo tem comportamento de "pré-adensamento"; fator este sem duvida merecedor de atenção nas estimativas de recalque efetuadas.

- Não é mencionado o fato de que os recalques de primeiro carregamento serão 5 a 10 vezes maiores que os recalques e inchamentos devido a operações subsequentes.

5- Uma vez que consideramos super estimados os recalques previstos, solicitaríamos que fosse reestudada a consideração da existência do atrito negativo nas estacas, o qual não julgamos que (como "design decision") deva ser considerado.

Caso após análises mais realistas o mesmo continue a merecer atenção, por desenvolver recalques na estacaria acima dos admissíveis, ponderaríamos se não caberia considerar a validade de se sobrecarregar a área com o material sendo atualmente retirado do Heavy e Medium Mill. Considerando-se que os recalques a se desenvolverem em solo residual in situ são essencialmente "instantâneos" e que seu inchamento quando da retirada da pré carga seria mínimo, somos de opinião que tal solução seria mais econômica do que prever na estacaria em carregamento por atrito negativo.

6- Na pag. 2.1 do referido relatório é dito que a DAI forneceu os recalques permissíveis cujos valores são: recalque vertical = 50 mm
rotação do apoio = Zero (?),
não parece constar nenhuma referência a deslocamentos horizontais.

Perguntaríamos então o seguinte: - os valores de rotação do apoio e deslocamento horizontal calculados, seriam admissíveis?

Solicitamos esclarecimentos oportunos.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

MC/LG/ms

299
IEPC
IGO
620.0ora
IEE-C

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

São Paulo, 01 de Fevereiro de 1979

AÇO MINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

ANEXO COM
RECEBERAM COPIAS
IEE-C/ISA

IEE-N/ARQUIVO

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref: Material recebido IIE-C-067/79.
Exame expedito - Recomendações iniciais - Providências necessárias.

Prezados Senhores,

Acusamos o recebimento da remessa IIE-C-067/79, e passamos a uma rápida análise do material recebido, posicionando sempre que possível nossas recomendações e sugestões iniciais, bem como solicitando providências de V.Sas, quando se fizer necessário.

1) RELATÓRIO RT/23-PR-168/78 Janeiro/79
VOLUMES I E II. SISTEMA PILE RAFT.

Analisado e comentado no relatório AÇO-C-300179 já enviado a V.Sas.

2) RELATÓRIO DE VISITA A OURO BRANCO RV/2-PR-168/78 Janeiro/79

Trata-se de um relatório referente à visita realizada nos dias de 03 a 05.01.79 que teve como objetivos a verificação da ocorrência de movimentos no maciço do sobreaterro A (Heavy II) e aterro subjacente e verificação da situação da crista do talude sul do mesmo sobreaterro.

Será analisado e caso necessário enviaremos oportunamente nossos comentários.

3) Os demais itens que seguem abaixo foram incorporados aos estudos em andamento ou incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno;

3.1) Relatórios: T-06-A-AT-187/78 Dezembro/78
PH-LAM-SP-539/77-06
MM-VRF-DS-370/78
T-03-B-AT-187/78 Dezembro/78
T-15-AT-187/78 Dezembro/78

RECEBIDO
14 FEV 1979
ISE
SECRETARIA

14 FEV 1979

Nº 300
IEP
ISO
IEE-C

EM-SIN-131/78.18
EM-LAM-PC-550/77-29
EM-SIN-PC-131/78-16

3.2) Desenhos: PR-168/78 Laminação. Aspectos Gerais de Implantação.
1D01302-D-4001-B,
1D01302-D-4002-B, Locação dos furos de sondagem.

3.3) Menos: AP-S-291/79
AP-S-159/79

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/ms

CIOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-070279

São Paulo, 07 de Fevereiro de 1979

14 FEV 0753 IE 004597

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar ETO
30.000 - Belo Horizonte - MG

ANEXO COM
RECEBERAM COPIAS
ISE | IEEC | ISA

RECEBIDO
14 FEV 1979
ISE
SECRETARIA

At. Dr. Stelio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref: Material recebido IEE-C-098/79
Exame expedito - Recomendações iniciais -
Providências necessárias.

Prezados Senhores,

Acusamos o recebimento da remessa IEE-C-098/79, e passamos à uma rápida análise desse material, posicionando sempre que possível nossas recomendações e sugestões iniciais, bem como solicitando providências de V.Sas, quando se fizer necessário.

1- RELATÓRIO SD/4-PR-168/78-JANEIRO/79

Trata-se de um relatório contendo especificações e desenho para execução da pista experimental do lastro de brita.

Será analisado e enviaremos relatório em breve com nossos comentários.

2- Os demais itens, abaixo relacionados, foram incorporados - aos estudos em andamento ou aos nossos arquivos para uso oportuno:

2.1- Relatórios: BH-CAL-NA-351/78-1
ACI-SP-191/78-13
AFN-DS-144/78-12
OMA-SP-143/78-3
SIN-CM-131/78-11,12,13,14 e 19
LAM-CM-539/77-32 à 44
LAM-CM-539/77-46 à 53
LAM-CM-539/77-61,62,67,57,58,59.

Nº 1966
ISE
IEEC
IEE-N/ARQUIVO

2.2- Desenhos: 1B02000-D-4001-B
1E09G01-D-4005-A
" H01-D-4005-A
" R01-D-4006-A

N.o 298
Costa
Dias ISE
Geo Dias
IEE-C

14 FEV 1979

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

" K01-D-4004-A

" D01-D-4005-A

" C01-D-4005-A

2.3- Memos: AP-S-213/79

AP-S-212/79

AP-S-268/79

3- Estranhamos de uma certa forma, o recebimento de tantos relatórios em cadernos separados que trazem idêntica apresentação inicial.

É o caso por exemplo, dos relatórios

LAM-CM-539/77-32 à 44

LAM-CM-539/77-46 à 53

LAM-CM-539/77-57,58,61,62,67,79.

Parece-nos que seria prático se esses relatórios constassem de um só caderno (relatório).

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

MC/CA/ms

IEEC

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-080279

São Paulo, 08 de fevereiro de 1979

15 FEV 1979 004744

ARQUIVO PROJETO

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

ANEXO COM

RECEBERAM CÓPIAS

ISE IEEC ESA

16.FEV.1979

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref: Análise do Programa Genérico de Investigações.
Relatório de Progresso nº 2, (ver nosso AÇO-G-110878)
Válido para toda a Usina.

Prezados Senhores,

1. INTRODUÇÃO

Atendendo a solicitação de V.Sas e dando continuidade ao nosso relatório AÇO-G-110878, vimos através deste encaminhar uma análise das últimas provas de carga em placa recebidas pelo nosso escritório e englobadas no Programa Genérico de Investigações.

2. SITUAÇÃO ATUAL - PROVAS DE CARGAS JÁ EXECUTADAS E A EXECUTAR.

510

ARQUIVO

Assim como na apresentação do Programa Genérico de Investigações dividimos a Usina em áreas de Corte e Aterro.

2.1. Área de Corte:

Recebemos os resultados de apenas uma prova de carga em área de corte (PC-01-SOP), totalizando 8 (oito) provas de carga já executadas das 11 (onze) inicialmente previstas.

2.2. Áreas de Aterro:

Recebemos os resultados de 4 (quatro) provas de carga em área de aterro (PC-01-PDQ; PC-02-PDQ; PC-02-SIN e PC-1A-LAM), totalizando 5 (cinco) provas de carga já executadas das 20 (vinte) inicialmente previstas.

3. ENSAIOS COMPLEMENTARES.

Estamos aguardando os resultados dos ensaios em andamento no IPT para apresentação, quando então incluiremos os dados já recebidos.

4. ANÁLISE DAS PROVAS DE CARGA DISPONÍVEIS.

4.1. Prova de carga PC-01-SOP nos sopradores do Alto-forno - figura 1 anexa.

RECEBIDO
15 FEV 1979
ISE
SECRETARIA

Nº 0326
IEP
IEE-C

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

Visa ensaiar material em área de corte, argiloso e com altos valores de SPT.

Esta prova de carga foi realizada também com o objetivo de comparar as diferenças de comportamento quando da utilização de hastes com argamassa (cujo objetivo é garantir a monoliticidade do conjunto) e hastes apenas apoiadas.

Verificamos que as medidas de recalques da placa e das hastes mantiveram-se coerentes durante todo o ensaio.

Notamos que a baixos níveis de tensão o módulo de deformabilidade obtido pelas medidas das hastes é razoavelmente maior que os da placa. Uma análise comparativa em relação à outras provas de carga já disponíveis, que apresentam índices SPT semelhantes, indicaria uma interpretação mais fiel à partir das medições das hastes.

Quanto aos comportamentos das hastes com e sem argamassa, observamos não ter havido diferença significativa entre ambos, muito embora esperássemos que o módulo de deformabilidade do solo medido com a haste - argamassada fosse sempre menor ou igual ao medido com a haste apenas apoiada.

4.2. Prova de carga PC-01-PDQ no pátio de coque - figura 2 anexa.

Visa ensaiar material da área de aterro, arenoso com médios valores de SPT.

As leituras de recalques das hastes e da placa são coerentes sendo que aparentemente a deformação inicial pode ser considerada desprezível.

Não há grande diferença entre os módulos de deformabilidade do solo obtidos a partir dos recalques medidos na placa e nas hastes.

4.3. Prova de carga PC-02-PDQ no pátio de coque - figura 3 anexa.

Visa ensaiar material da área de aterro, arenoso com médios valores de SPT.

Apresenta comportamento coerente e semelhante à prova de carga PC-01-PDQ descrita no sub-ítem anterior.

4.4. Prova de carga PC-02-SIN na sinterização - figura 4 anexa.

Visa ensaiar material da área de aterro, argiloso e com baixo SPT.

Estranhamos o fato de os dois primeiros valores obtidos para as diferenças de recalques das hastes serem negativos. Mesmo assim traçamos uma curva média de todos os pontos obtidos mas estamos alertas quanto a confiabilidade dos dados que dispomos.

Entretanto, as medidas de recalque da placa pareceram consistentes.

4.5. Prova de carga PC-1A-LAM no forno-poço da Laminação - figura 5 anexa.

Visa ensaiar material de aterro, argiloso com baixo SPT.

Esta prova de carga é a primeira que recebemos executada de acordo com o que foi discutido em reunião havida conjuntamente com a Executora. Além dos cuidados para assentamento da placa em terreno representativo, foram medidos os recalques para variações de carregamento de 2,5 a 2,5t.

Entretanto julgamos exagerada a tensão final aplicada que levou a recalques de 9 cm, enquanto poderia ser considerado suficiente levar a prova de carga até 4 kg/cm^2 o que corresponderia a aproximadamente 4 cm de recalque.

O comportamento do módulo de deformabilidade apresenta-se - compatível para ambos os processos de medidas (placa e hastes) nos diversos níveis de tensão.

Nossa interpretação, entretanto, nos levou a considerar a - existência de uma deformação inicial.

5. Finalizando gostaríamos de solicitar esclarecimentos sobre os deepsoundings.

DS-02-SIN

DS-01-PDQ

DS-01-SOP, dos quais dispomos as folhas de campo, porém não conseguimos decifrá-las.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

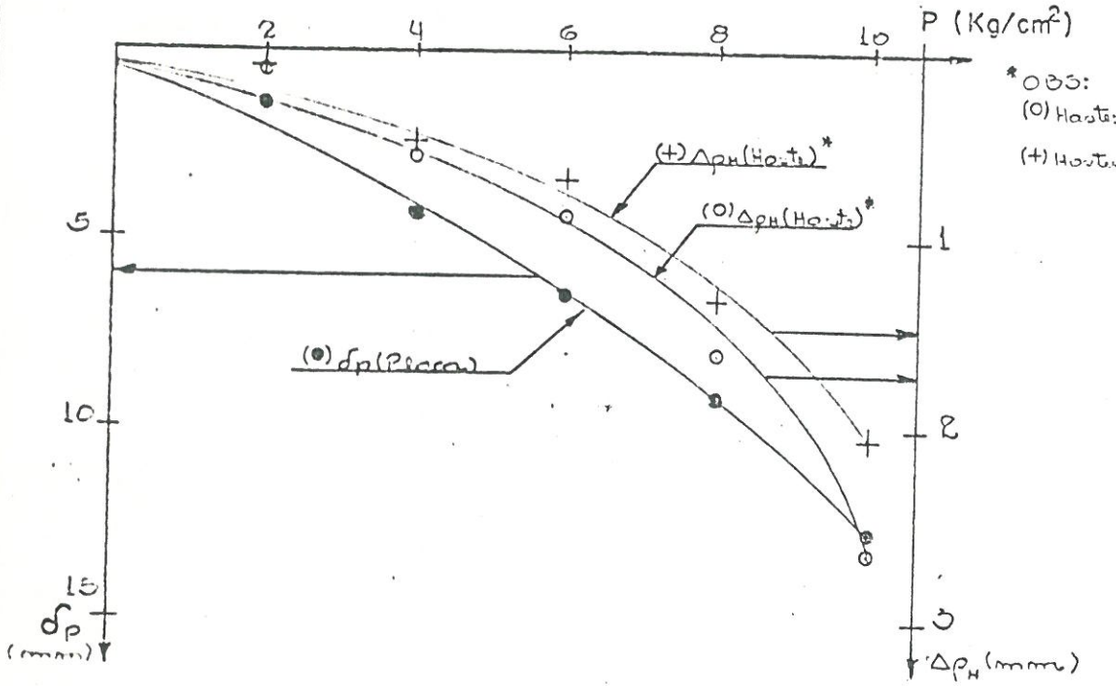
VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

MC/ms

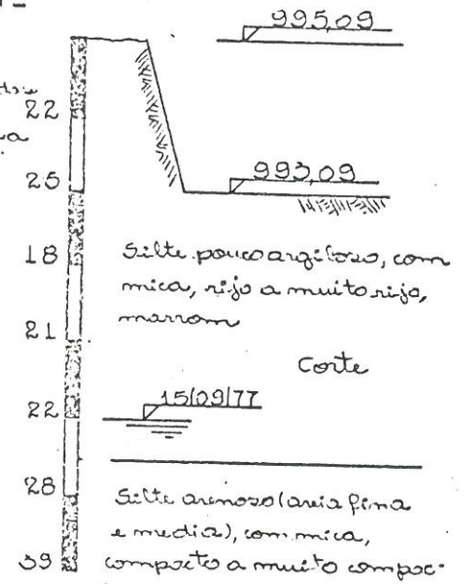
SP-100A-AFN/13.1

RECALQUE (δ) x CARGA

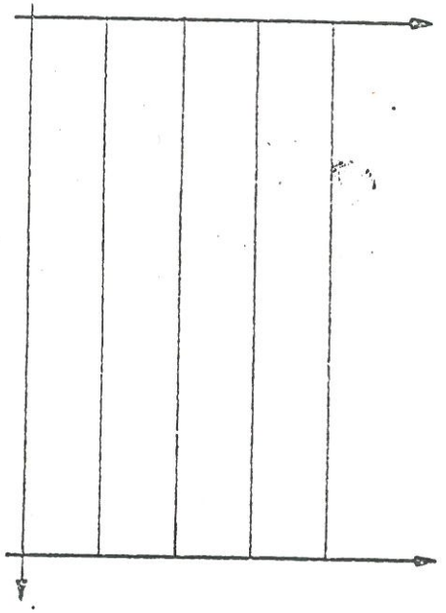


*OBS:
(0) Hastes apenas apoiadas
(+) Hastes com argamassa

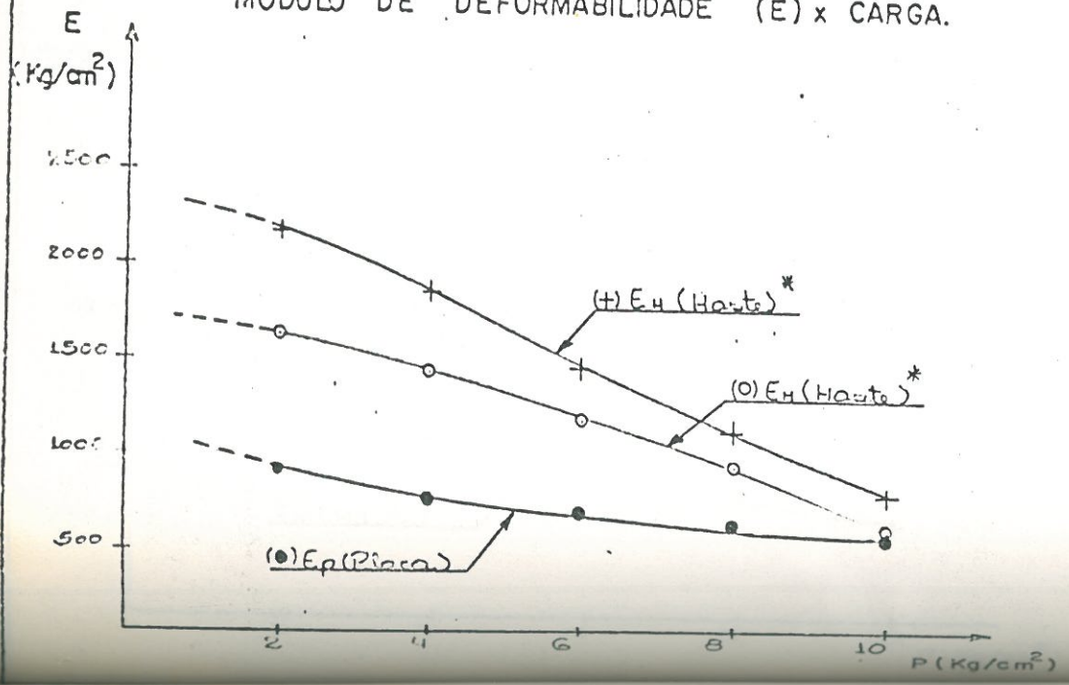
SPT -



EPE -



MODULO DE DEFORMABILIDADE (E) x CARGA.



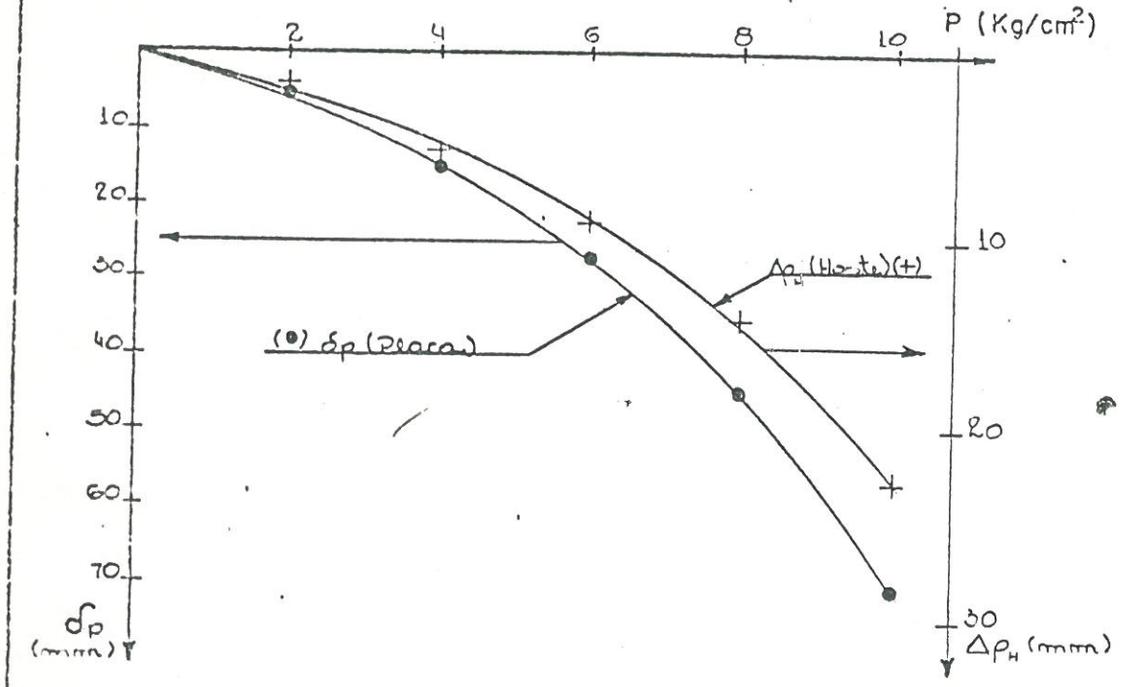
LOCALIZAÇÃO DA PROVA DE CARGA PC-01-SOP
N - 7.728.085,214
E - 629.623,079
LOCAL - Soprodores
Ø PLACA - 80cm
DIMENSÕES DA CAVA -
CARGA APLICADA - 50ton
TAXA APLICADA AO SOLO - 10 kg/cm²
INICIO DA PROVA - 08/09/78
FIM DA PROVA - 09/09/78

OBS: Altura de corte ≈ 27mm

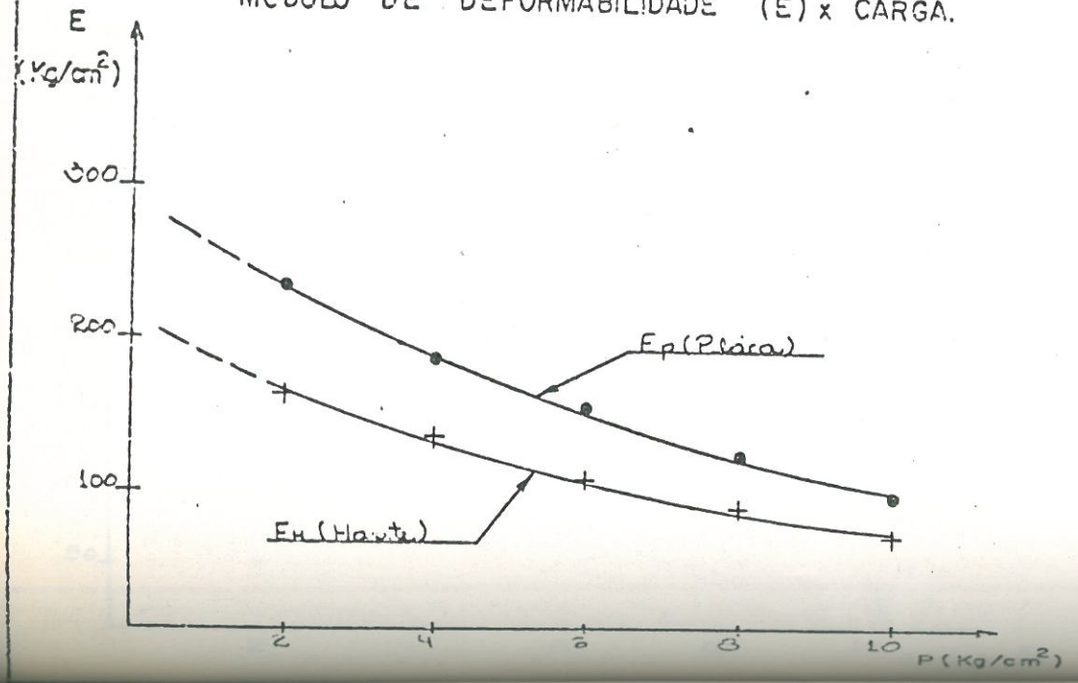
VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda.

FOLHA - RESUMO DE RESULTADOS E ANÁLISE DE P.C. EM PLACA

RECALQUE (δ) x CARGA

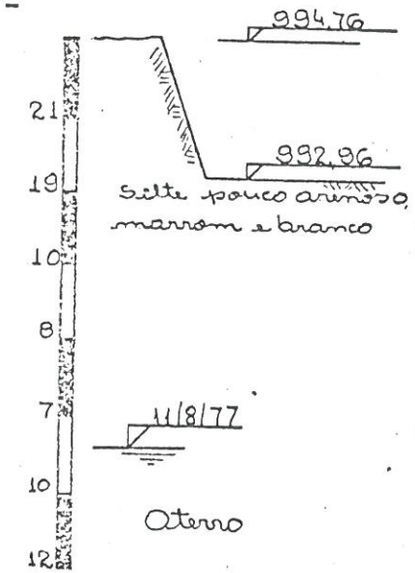


MODULO DE DEFORMABILIDADE (E) x CARGA.



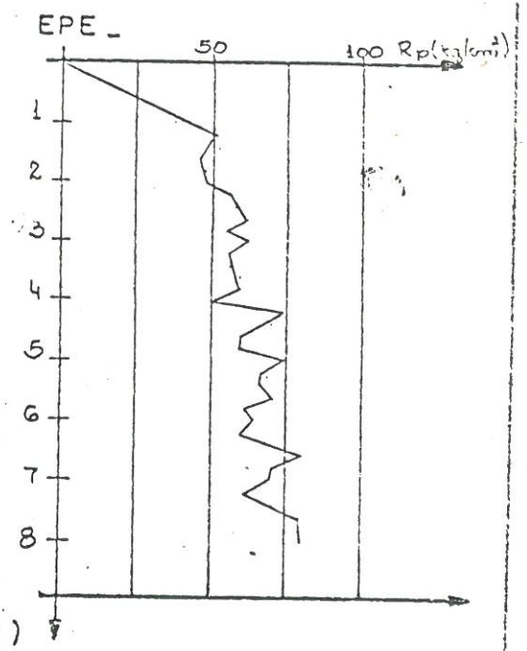
SP-13

SPT-



DS-02-PDQ

EPE-



LOCALIZAÇÃO DA PROVA DE CARGA PC-01-PDQ

N- 7 727.823,156

E- 629 215,130

LOCAL - Patio de coque

Ø PLACA - 80 cm

DIMENSÕES DA CAVA -

CARGA APLICADA - 50 ton

TAXA APLICADA AO SOLO - 10 kg/cm²

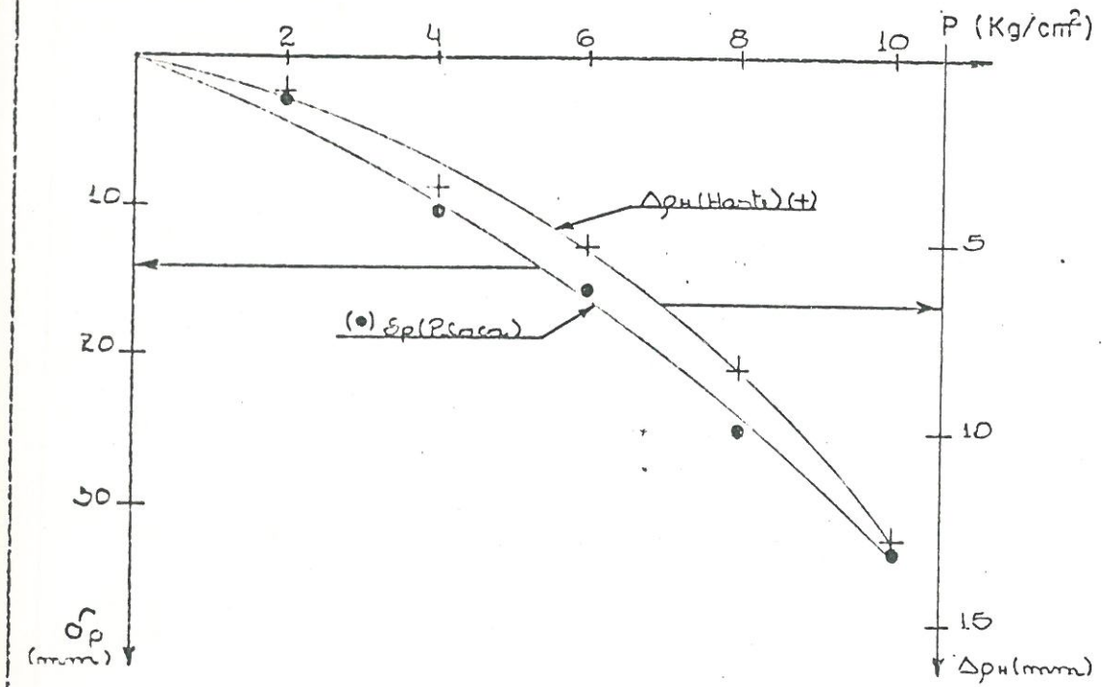
INICIO DA PROVA - 13/10/78

FIM DA PROVA - 14/10/78

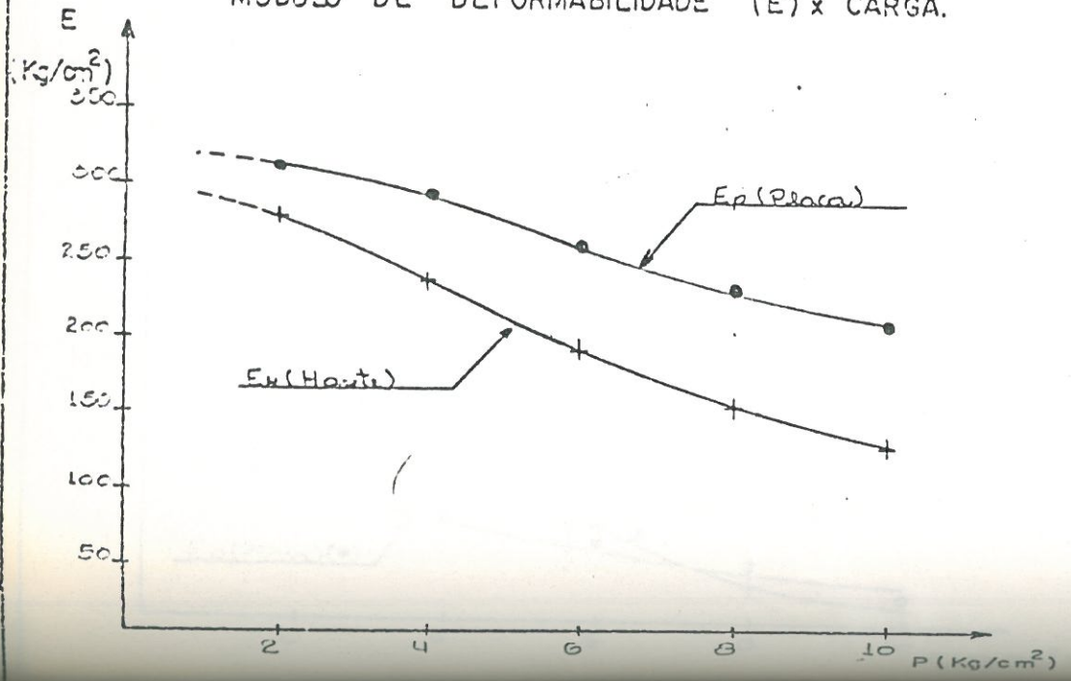
VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda.

FOLHA - RESUMO DE RESULTADOS E ANÁLISE DE P.C. EM PLACA

RECALQUE (δ) x CARGA

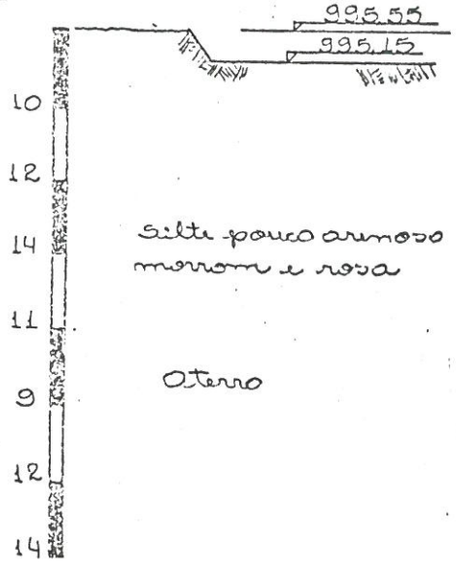


MODULO DE DEFORMABILIDADE (E) x CARGA.

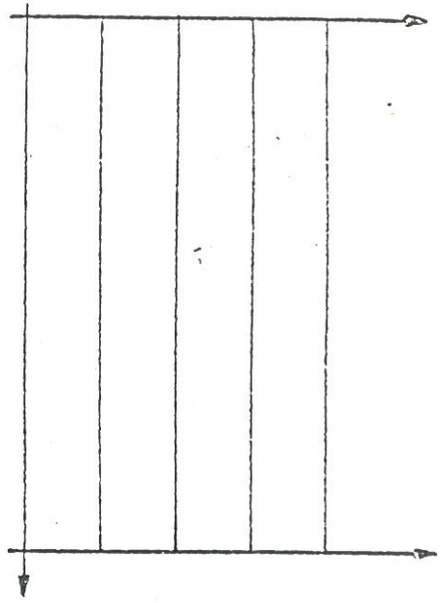


SP-08

SPT-



EPE-



LOCALIZAÇÃO DA PROVA DE CARGA PC-02-PDQ

N- 7.727.882,212

E- 629 181,515

LOCAL- Patio de coque

Ø PLACA- 80cm

DIMENSÕES DA CAVA-

CARGA APLICADA- 50 ton

TAXA APLICADA AO SOLO- 10 kg/cm²

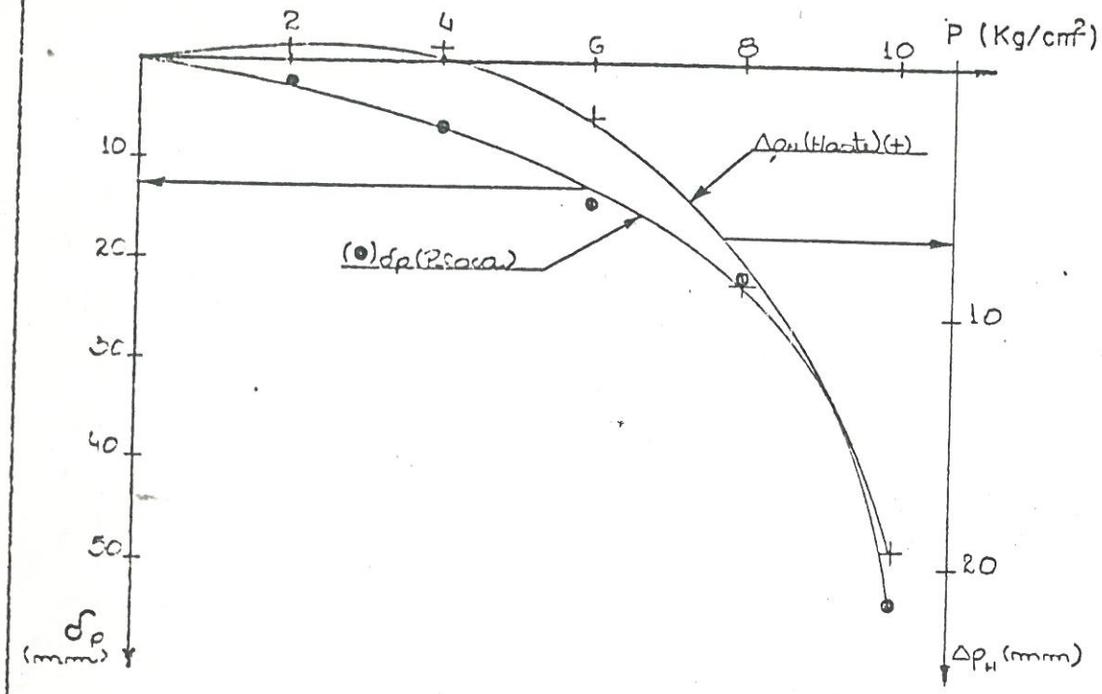
INICIO DA PROVA- 04/08/78

FIM DA PROVA- 06/08/78

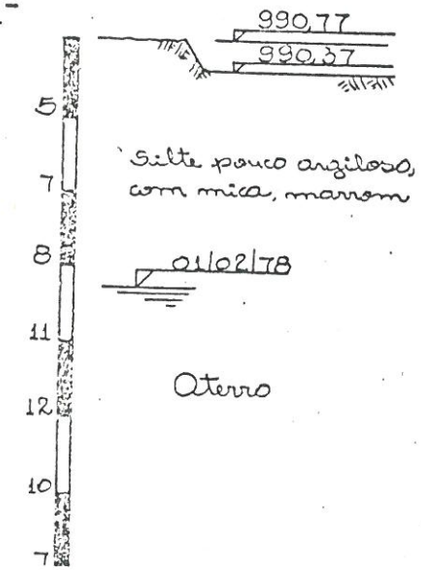
VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda.

FOLHA - RESUMO DE RESULTADOS E ANÁLISE DE P.C. EM PLACA

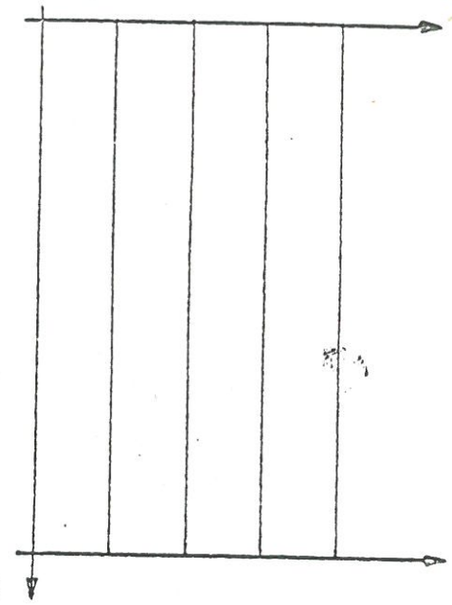
SP-073A-SIN/7.3



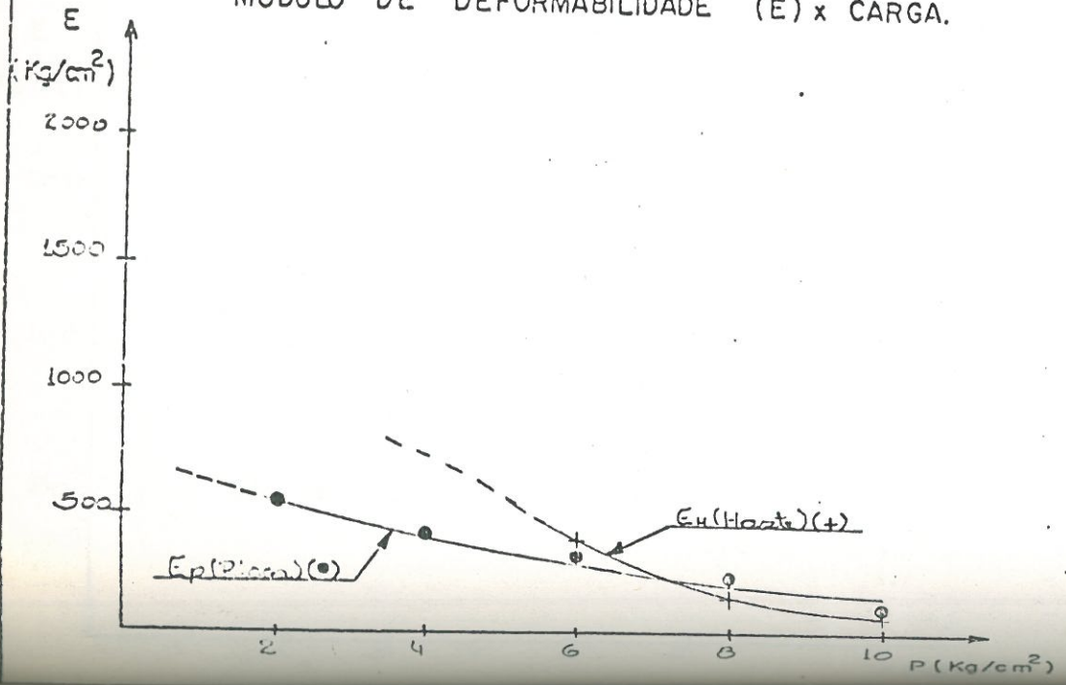
SPT -



EPE -



MODULO DE DEFORMABILIDADE (E) x CARGA.

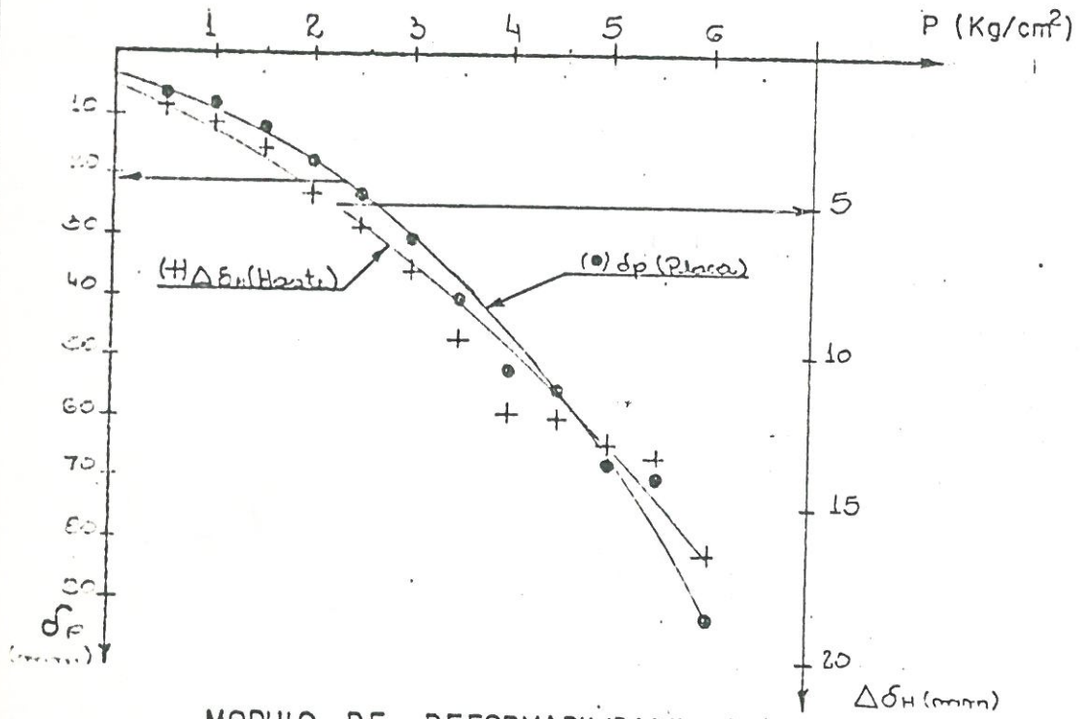


LOCALIZAÇÃO DA PROVA DE CARGA PC-02-SIN
N - 7.728.520,989
E - 628.823,254
LOCAL - Sinterização
Ø PLACA - 80 cm
DIMENSÕES DA CAVA -
CARGA APLICADA - 50 ton
TAXA APLICADA AO SOLO - 10 kg/cm²
INICIO DA PROVA - 07/08/78
FIM DA PROVA - 09/08/78

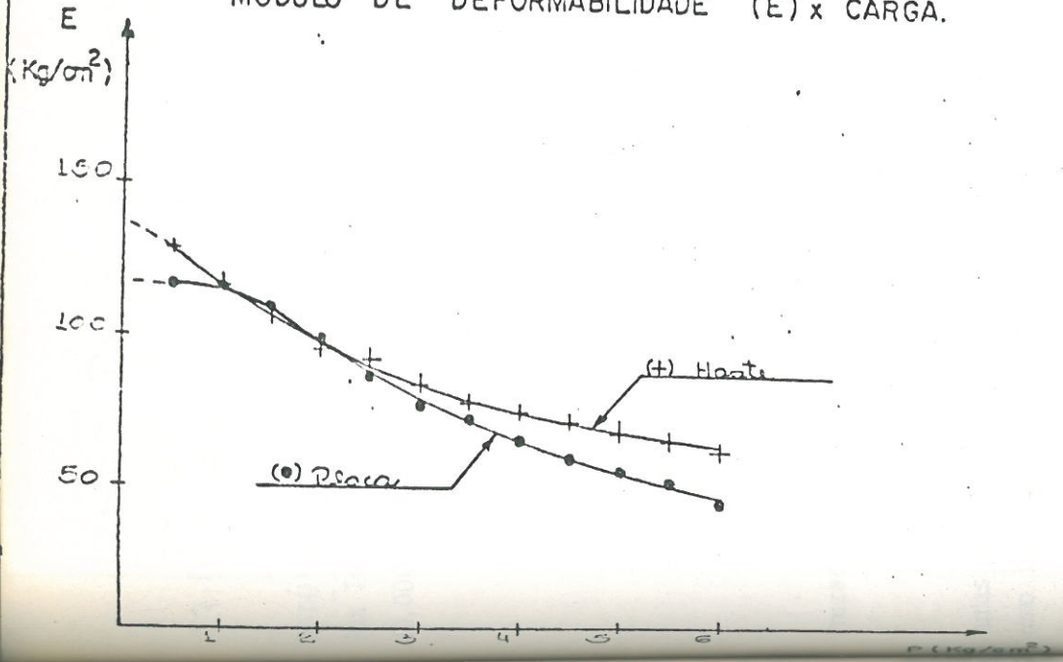
VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda.

FOLHA - RESUMO DE RESULTADOS E ANÁLISE DE P.C. EM PLACA

RECALQUE (δ) x CARGA

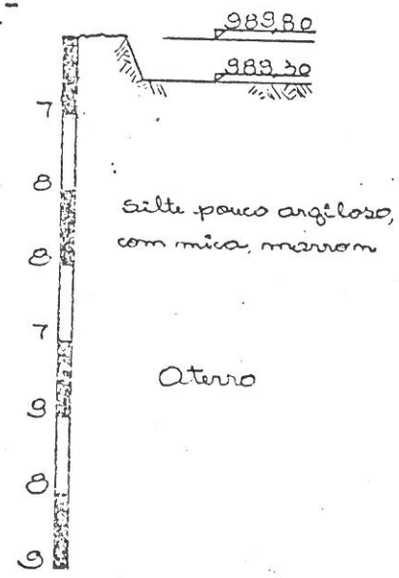


MODULO DE DEFORMABILIDADE (E) x CARGA.

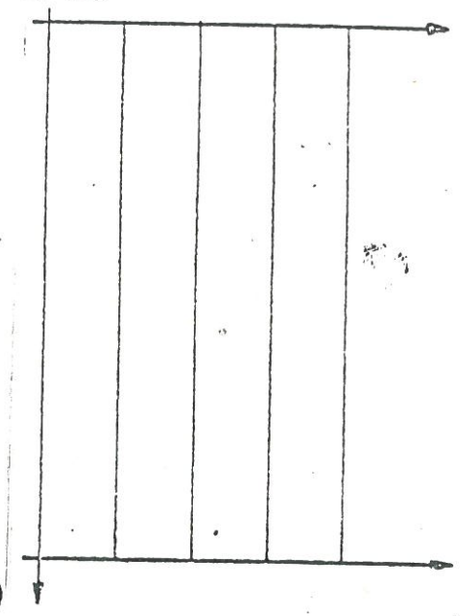


SPT-PC-01-LAM

SPT-



EPE -



LOCALIZAÇÃO DA PROVA DE CARGA PC-1A-LAM

N - 7727.720,874

E - 630928,152

LOCAL - Forno Poço - laminação

Ø PLACA - 80 cm

DIMENSÕES DA CAVA -

CARGA APLICADA - 30 ton

TAXA APLICADA AO SOLO - 6 kg/cm²

INICIO DA PROVA - 27/12/78

FIM DA PROVA - 30/12/78

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda.

FOLHA - RESUMO DE RESULTADOS E ANÁLISE DE

V.F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

São Paulo, 09 de Fevereiro de 1979

13th 1416 79 004533

ACOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

ANEXO COM
RECEBERAM COPIAS
ISE IEEC ISA

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref: Solicitação de dados de leituras de medidores na área da Usina.

Prezados Senhores,

Vimos por este, solicitar de V.Sas os dados das últimas leituras dos medidores de recalques tipo KM instalados na área da Usina, bem como informações a respeito de uma eventual destruição ocorrida de alguns desses medidores.

A última leitura de que dispomos data de 08/09/78.

Da mesma forma solicitamos dados das últimas leituras dos marcos superficiais instalados na área da Usina.

As últimas leituras que dispomos datam desde 27/07/78 como é o caso do MS016 até 05/12/78 caso do MS-F11. Solicitamos informações dos medidores que tenham sido eventualmente destruídos para os quais cessaram-se as campanhas de leituras.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

1394
ARQUIVO

RECEBIDO
14 FEV 1979
ISE
SECRETARIA

N.o 297
ISO
IEE-C

MC/ms

14 FEV 1979

IEEC

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-120279

São Paulo, 12 de fevereiro de 1979

15 FEV 0811 R 004745

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

ANEXO COM
RECEBERAM CÓPIAS
IEE/ISAC

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref: Material recebido IEE-C-132/79
Exame expedito - Recomendações iniciais -
Providências necessárias.

Prezados Senhores,

15 FEV 1979

Tendo em mãos material de diferentes áreas da obra, recebidos através da remessa IEE-C-132/79, passamos a uma análise desse material, posicionando sempre que possível nossas recomendações e sugestões iniciais, bem como solicitando providências de V.Sas quando se fizer necessário.

1) RELATÓRIO - PACOTE C05 - Structural analysis foundations for hall.

327
-C

Será analisado e comentado em relatório que seguirá brevemente.

2) RELATÓRIO: BH-SOP-PC-324/78-1 e
MEMO: AP-S 274/79

Incorporados ao nosso Programa Genérico de Prova de Carga.

3) Os demais itens que seguem abaixo foram incorporados aos estudos em andamento ou incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno:

3.1) Relatórios: BH-COQ-PC-158/78-21
BH-SIN-DS-131/78-10
Memos: AP-S-272/79
AP-S-273/79
AP-S-277/79
AP-S-275/79
AP-S-276/79
AP-S-269/79

1511
ARQUIVO

RECEBIDO
15 FEV 1979
ISE
SECRETARIA

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,
VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

MC/mms

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

TOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AJ/0-G-1.0279

São Paulo, 19 de Fevereiro de 1979

AJOIL AS - A [illegible] GERAIS S/A.
Rua Inconfidente [illegible], 1.[illegible] - 4º andar
30.[illegible] - Belo Horizonte - MG

At. Sr. Otélio Francisco da Costa
Sr. Lício Flávio [illegible] Pinheiro

Ref: Interpretação de Prova de carga em estaca tubular

Prezados Senhores,

1- INTRODUÇÃO

Vimos através do presente encaminhar a V.Sas uma análise criteriosa do comportamento carga-recalque apresentado pela estaca tubular ensaiada no CAI-GASHOLDER. Solicitamo-nos em a presentar tal análise a fim de possibilitar a V.Sas e os Projetistas envolvidos nos projetos de fundação da Usina de Barro Branco uma revisão dos critérios de projeto de fundações por estacas tubulares, a fim de melhor utilizar a capacidade portante dos elementos tubulares.

2- DADOS DAS OBSERVAÇÕES E CÁLCULOS.

2.1- A estaca estudada foi cravada com equipamento e nega estudados pelos Projetistas.

2.2- Uma análise do comportamento carga-recalque da estaca indica comportamento essencialmente elástico da mesma, trabalhando como "coluna engastada".

2.3- Consideramos oportuna uma revisão dos critérios de fixação de carga de trabalho das estacas ou um estudo mais realista de dimensionamento de equipamento de cravação e fixação de nega.

3- CÁLCULOS INTERPRETATIVOS DA PROVA DE CARGA.

De posse do relatório AJ-CQ-RC153/78-21 - Prova de Carga CAI-GASHOLDER, assim como das folhas de campo do teste realizado, procedemos a criteriosa análise do comportamento da estaca sob carga axial a partir de diferentes normas técnicas e bibliografia especifica. Restringimos o presente estudo a análises do comportamento estático da estaca cravada, por não dispor dos dados necessários para uma análise do comportamento dinâmico, admitindo portanto que o equipamento de cravação e a nega de cravação tenham sido -

096

144 - C

fixadas após estudo prévio deste comportamento dinâmico.

O estudo da prova de carga compreenderia idealmente a investigação de sua carga de rutura, uma vez que em inúmeras oportunidades tal fenomeno não é patente no gráfico carga-recalque; bem como de sua carga de trabalho: através da fixação de um coeficiente de segurança apropriada ou através dos limites de recalques permissíveis para a estrutura préviamente estabelecidos.

Como pretendemos através do presente estudo demonstrar ser válida uma revisão dos critérios de projeto de fundações por estacas tubulares, nos restringiremos ao estudo da fixação das cargas de rutura e de trabalho da estaca a partir da prova de carga, valor este que sempre deve ser comparado com o valor proveniente do estudo dos recalques máximos permissíveis para a estrutura.

Na fig.1 apresentamos a prova de carga plotada segundo diversas normas internacionais.

Passamos a seguir a apresentar os estudos de comportamento da estaca efetuados, assim como uma sintese explicativa de cada processo:

3.1- As normas de fundações Inglesas - CP2004- pp 105 - recomendam que "caso não exista nenhuma fenomenologia patente de rutura em um gráfico carga-recalque de uma prova de carga em estaca, a carga de rutura pode ser considerada como aquela causadora de recalques iguais a 10% do diametro da estaca".

No presente caso, teriamos, para estacas de ϕ = 14"

ρ_{rutura} = 3,56 cm, valor este não atingido no teste.

3.2- A norma Canadense - pp 207, recomenda que "a carga de rutura de uma estaca seja definida por um recalque da cabeça da estaca igual à deformação elastica da estaca adicionada ao diametro da estaca dividido por 30".

$$\rho_{rutura} = \frac{\phi}{30} + \frac{NL}{ES}$$

No presente caso, teriamos para hipótese pessimista extrema de nenhuma dissipação de carregamento no fusto da estaca:

$$\rho_{rutura} = (0,011120\rho\, N_{(t)} + 1,19)\,cm$$

Conforme demonstrado na fig.2 não consideramos válido o cálculo da compressibilidade elastica da estaca sem hipótese paralela de dissipação de tensões no fuste da estaca.

444-C

Caso recorressemos a hipótese de total dissipação das tensões no fuste da estaca chegaríamos a

δ rutura = (0,0055604 $N_{(t)}$ + 1,19)cm. Conforme indicado na fig.2, tal hipótese nos parece mais realista, indicando uma deformação na rutura da estaca (δ rutura) não atingida no ensaio.

3.3- A Swedish Pile Comission utiliza o chamado "critério 80%" definindo como carga de rutura aquela que provoca recalques duas vezes superiores aos apresentados por 80% da mesma carga.

Apesar do teste ser idealizado concebido para Ensaios de Penetração Constante da estaca, temos que para a carga máxima de ensaio (150t) o critério seria verificado caso a deformação quando da aplicação de 135t fosse de 5,5cm. Conforme se constata na fig.1 estamos muito aquém da rutura.

3.4- Segundo de Beer (1967) a rutura poderia ser definida pela junção das duas retas carga-recalque quando plotadas em gráfico log-log. Conforme apresentado na fig.3 a referida prova de carga não foi levada a valores de carregamento que permitissem definir a rutura da mesma.

3.5- Segundo Vesic (citado por Jimenez Salas et al, 1975) a carga de rutura, caso nenhuma fenomenologia patente de rutura ocorra, seria definida por aquela que produz uma recalque da ponta da estaca igual a 10% do diametro da estaca.

Novamente somos levados a idealizar a dissipação de carregamentos através do fuste da estaca, concluindo para as hipóteses efetuadas que a estaca em questão não atingiu carga que a levasse próxima de sua rutura.

Conclui-se portanto que na prova de carga executada não se atingiu carga de rutura da estaca.

Uma vez determinado o valor de rutura da estaca, determinar-se-ia sua carga de trabalho pela incorporação de um fator de segurança (por ex. 2 conforme norma canadense, etc.) desde que os recalques apresentados pela fundação assim calculada sejam inferiores aos permissíveis da estrutura.

4- VERIFICAÇÃO DAS TENSÕES NA ESTACA COMO ELEMENTO ESTRUTURAL.

No cálculo da estacaria em questão foi considerada como carga admissível da estaca a carga equivalente a sua tensão de escoamento com fator de segurança igual a 2, incluindo-se uma redução da seção util da mesma devido ao efeito de corrosão.

Durante o teste efetuado, as tensões na parte superior da estaca chegaram a valores de 1448 kg/cm^2, ou seja 69% da tensão de escoamento.

$\sigma = \frac{150.000\ kg}{103,27\ cm^2}$

144 - C

apresentando características carga-recalque plenamente aceitáveis.

Em nosso relatório AÇO-AF-130178 discutimos a validade de se trabalhar mais próximo à tensão de escoamento de um material com comportamento "strain-hardening".

Assim sendo caberia uma nova análise dos critérios de utilização dos perfis tubulares, ou com um melhor estudo da nega prefixada de cravação (que permitiria no caso em questão a cravação de menor comprimento de estaca) ou com uma carga de utilização mais realista para o elemento estrutural.

Certos de que V.Sas considerarão uma revisão dos critérios de utilização de perfis tubulares como elementos de fundação nas futuras obras na Usina de Ouro Branco, colocamo-nos ao Vosso inteiro dispor para quaisquer esclarecimentos ou contatos com Projetistas que se façam necessários.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/MC/ms

Anexos = fig. 1 a 3

Bibliografia

1- CP2004: Code of Practice for Foundations 1972

2- Norma Canadense: Canadian Manual on Foundation Engineering - 1975

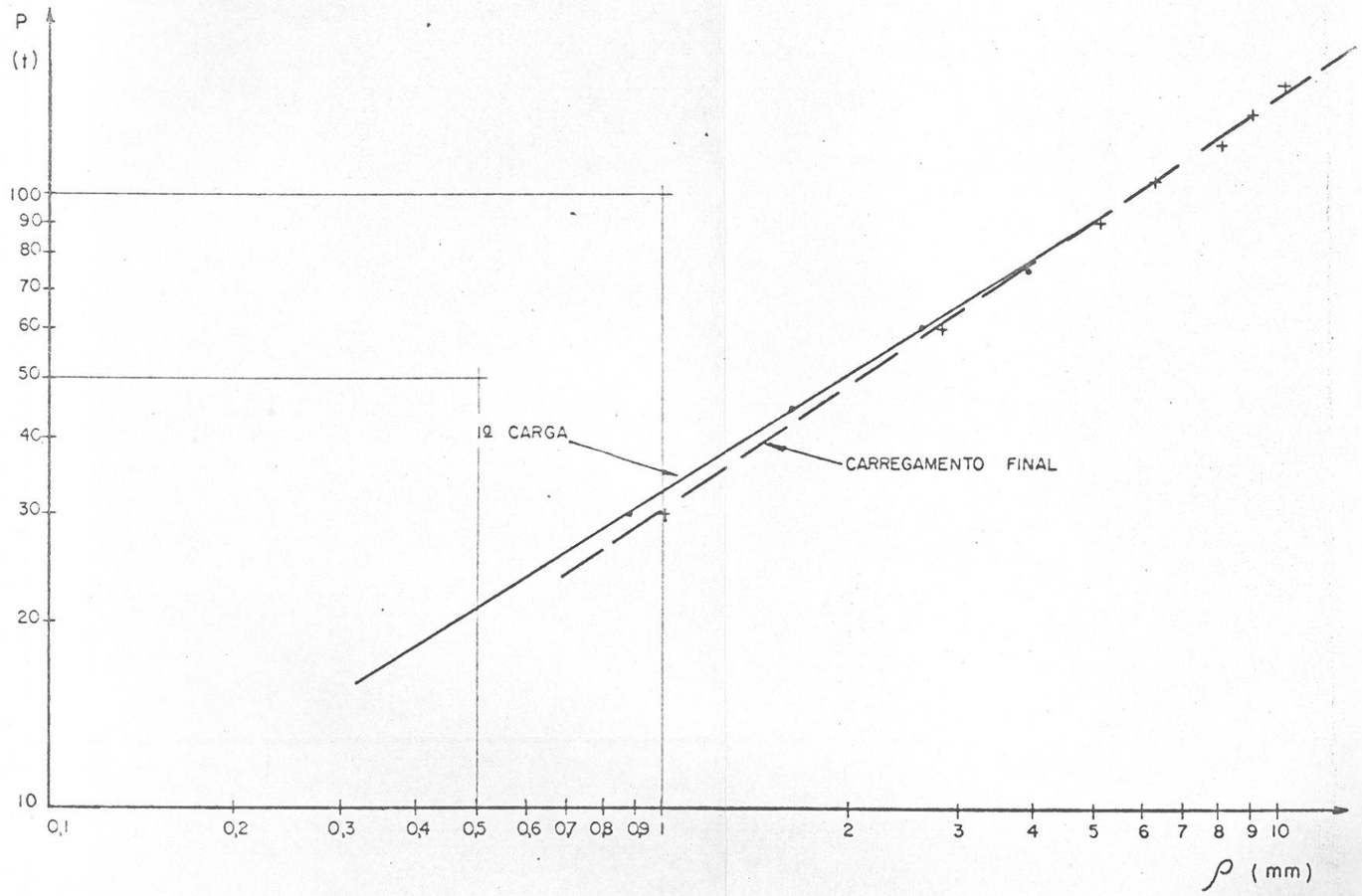
3- Swedish Pile Commission = "Recommendation for Pile Driving Test and Routine Load Testing of Piles" - citado por Fellenius, B.H. - "The Test Loading of Piles and New Proof Testing Procedure" - Journal of the Geotechnical Engineering Division - ASCE - VOL 101 nº GT9 - Sept 75

4- De Beer, E.E. - citado por Fellenius, B.H. conforme acima.

5- Vesic - citado por Jimenez Salas et al, 1975 - "Geotecnia y Cimientos II - Mecanica del suelo y de las rocas.

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 · 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

1.5.4 - C



VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda.			
interessado: AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S.A.			
INTERPRETAÇÃO DA CARGA DE RUPTURA SEGUNDO DE BEER (67)			
data: 19_02_79	desenhado: ELZA	figura: 3	codigo: AÇO_G_190279

LOCAL - COG - GASHOLDER

DATA DE REALIZAÇÃO DA PROVA DE CARGA:
14 - 12 - 78

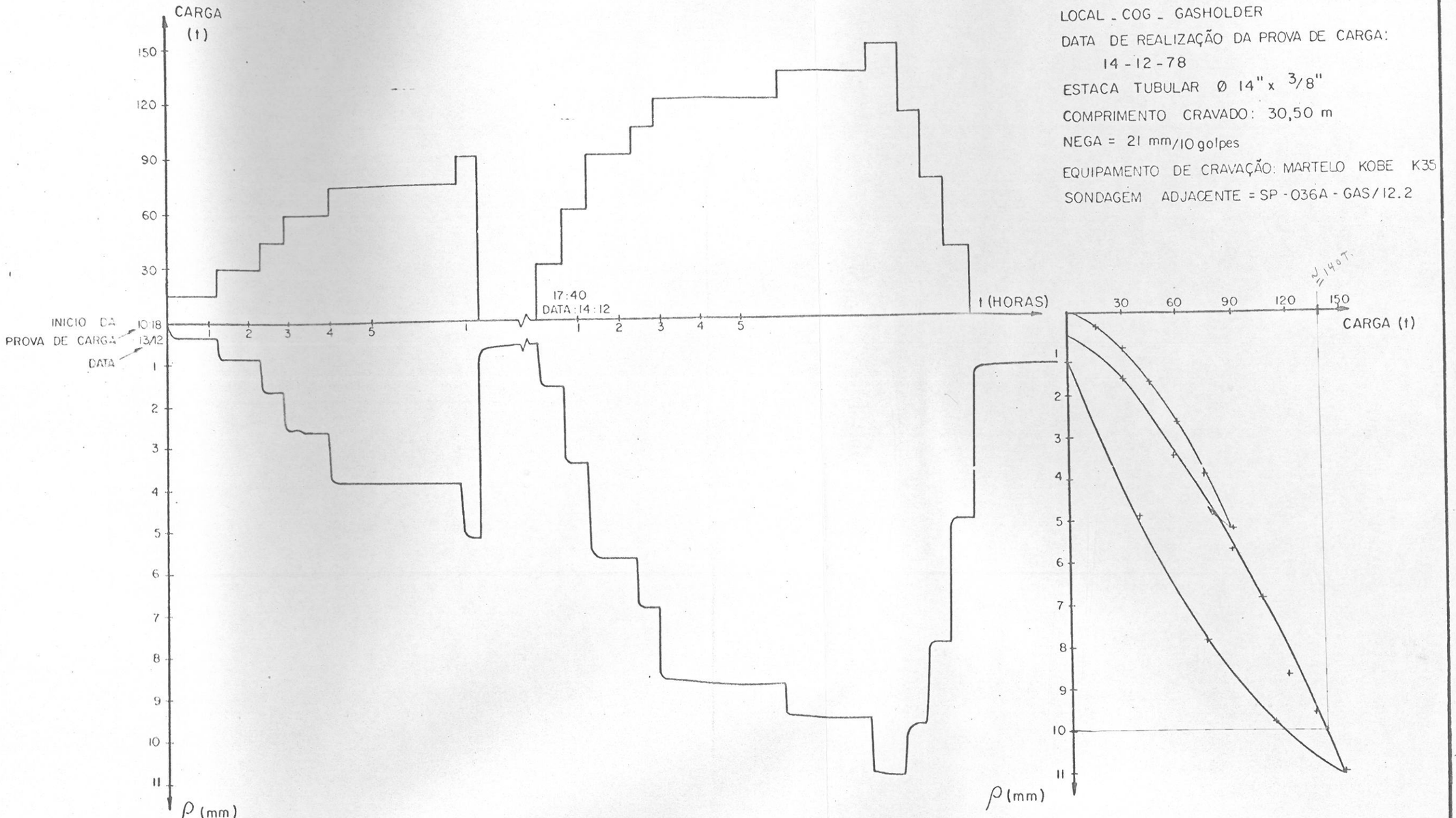
ESTACA TUBULAR Ø 14" x 3/8"

COMPRIMENTO CRAVADO: 30,50 m

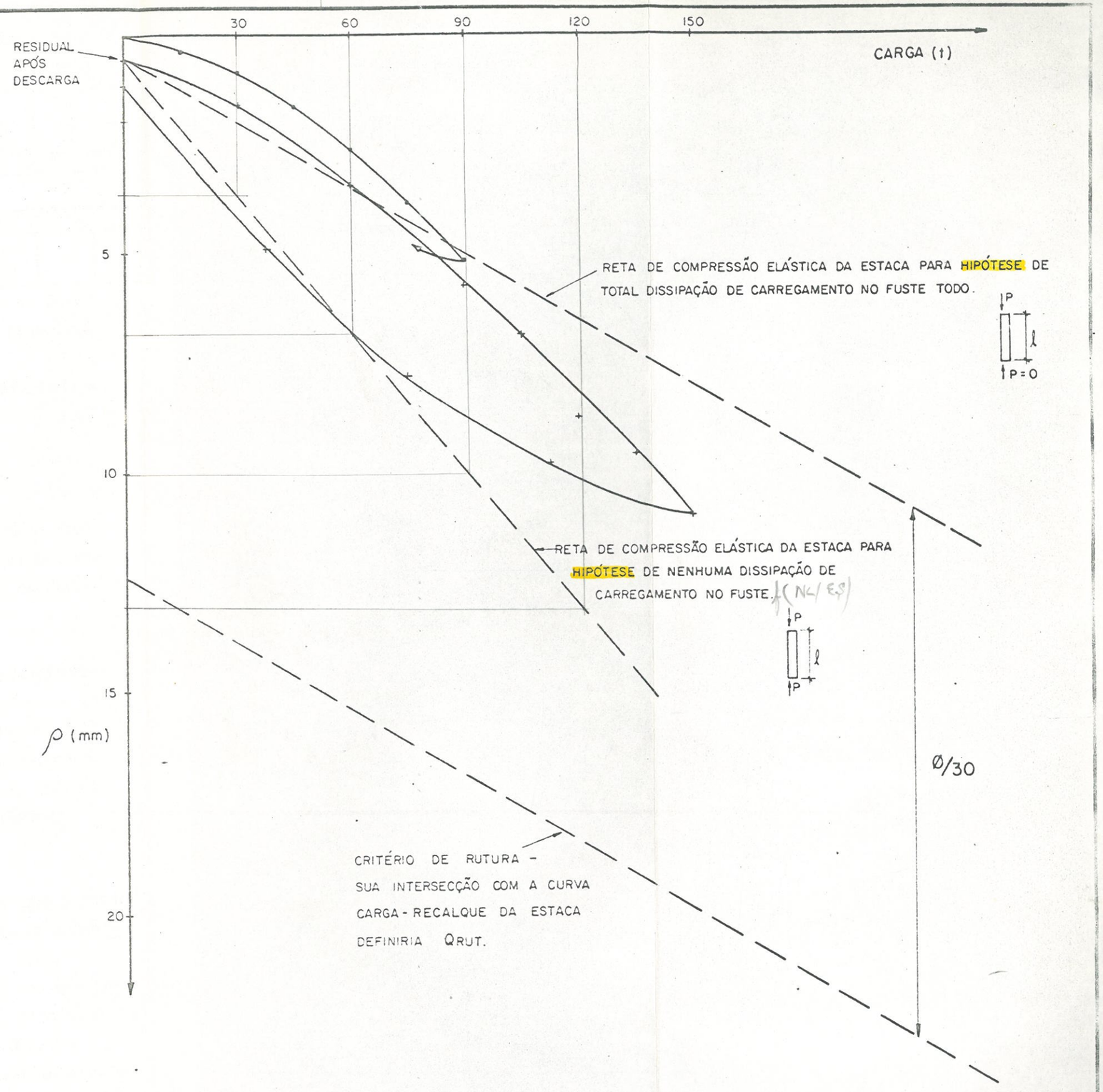
NEGA = 21 mm/10 golpes

EQUIPAMENTO DE CRAVAÇÃO: MARTELO KOBE K35

SONDAGEM ADJACENTE = SP - 036A - GAS/12.2



VICTOR F.B DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda.			
Interessado: AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS			
PROVA DE CARGA - ESTACA 98			
data: 19-02-79	desenhado: ELZA	figura: 1	código: AÇO-G-190279



VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda.			
Interessado: AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S.A.			
ESTUDO DA CARGA DE RUPTURA CONFORME NORMA CANADENSE			
data: 19-02-79	desenhado: ELZA	figura: 2	código: AÇO - G - 190279

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-200279

São Paulo, 20 de Fevereiro de 1979

-7[illegible]0 R 006477

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

RECEBIDO
07 MAR 1979
ISE
SECRETARIA

ANEXO COM

RECEBERAM COPIAS
ISE | IEEC | ISA

Nº 2225
~~ISE~~
IEEC
IEE-N/ARQUIVO

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref: Medidores de recalques superficiais válido para toda a área da USINA.

Prezados Senhores,

1- No desincumbir de nossas atribuições e, procurando atender a necessidade de melhor conhecimento do comportamento dos aterros, vimos através deste apresentar relatório suscinto, encaminhando os dados de leituras de recalques dos marcos superficiais.

2- Gráficos tempo recalque

Seguem anexo 47 folhas de gráfico, mostrando o desenvolvimento dos recalques plotados contra o logaritmo do tempo. Os medidores foram reunidos de acordo com a data de instalação. Na própria folha do gráfico consta a locação dos marcos superficiais bem como a altura aproximada de aterro do local. Constam também observações quanto a possíveis influências sobre os recalques devido ao sobre-aterro ou escavações próximas.

3- Conclusões iniciais

3.1- Quanto ao intervalo entre leituras

Uma análise nos gráficos apresentados nos mostra que o intervalo entre leituras pode ser grandemente dilatado. Em tabela anexa apresentamos nossas sugestões sobre intervalos entre leituras consecutivas.

Provavelmente a tabela apresentada inclue medidores que foram destruidos. Reiteramos portanto o pedido para que nos seja informado quais os medidores que continuam sendo observados. (ver AÇO-G-090279)

Para áreas de particular importância poderá haver interesse em recuperar medidores destruidos, prosseguindo as observações e plotando-as em mesmo gráfico, estimando o comportamento no intervalo desconhecido conforme feito para o medidor 4, folha 6.

Nº 4983
TEP
Obra
Geologia
IEE-C

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 · 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

3.2- Quanto a estabilização.

Uma razoável parcela de medidores acusa recalques da ordem de uma dezena de centímetros, sem qualquer indício de tendência a estabilização (em gráfico logaritmico).

Outros marcos indicam provável estabilização, e para estes marcos recomendamos um intervalo de tempo entre leituras mais dilatado, - conforme indica a tabela anexa.

Finalmente alguns marcos indicam subida da superfície, para o que não temos explicações razoáveis. Uma hipótese inicial que deve ser analisada, é a possibilidade de estar havendo recalque no marco de referência. Solicitaríamos pronunciamento da equipe responsável pelas leituras, sobre tal hipótese, ou outras que possam justificar este comportamento incomum.

3.3- Quanto a utilização dos dados.

Recomendaríamos a V.Sas que enviassem para as Projetistas os resultados das leituras de recalque dos marcos superficiais (conjuntamente com cópia dos gráficos anexos) instalados nas áreas de interesse de cada Projetista.

4- Finalmente solicitamos a V.Sas que nos enviem a localização dos marcos superficiais abaixo listados:

MRS-1B, MRS-2B, MRS-5B, MRS-7B, MRS-8B, MRS-17B, MRS-18B, MRS-9C na área da Laminação;

MRS-01, MRS-02, MRS-03 no Pátio de Coque;

e os 061 e 062 cujos dados de locação estão ilegíveis na cópia que dispomos.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

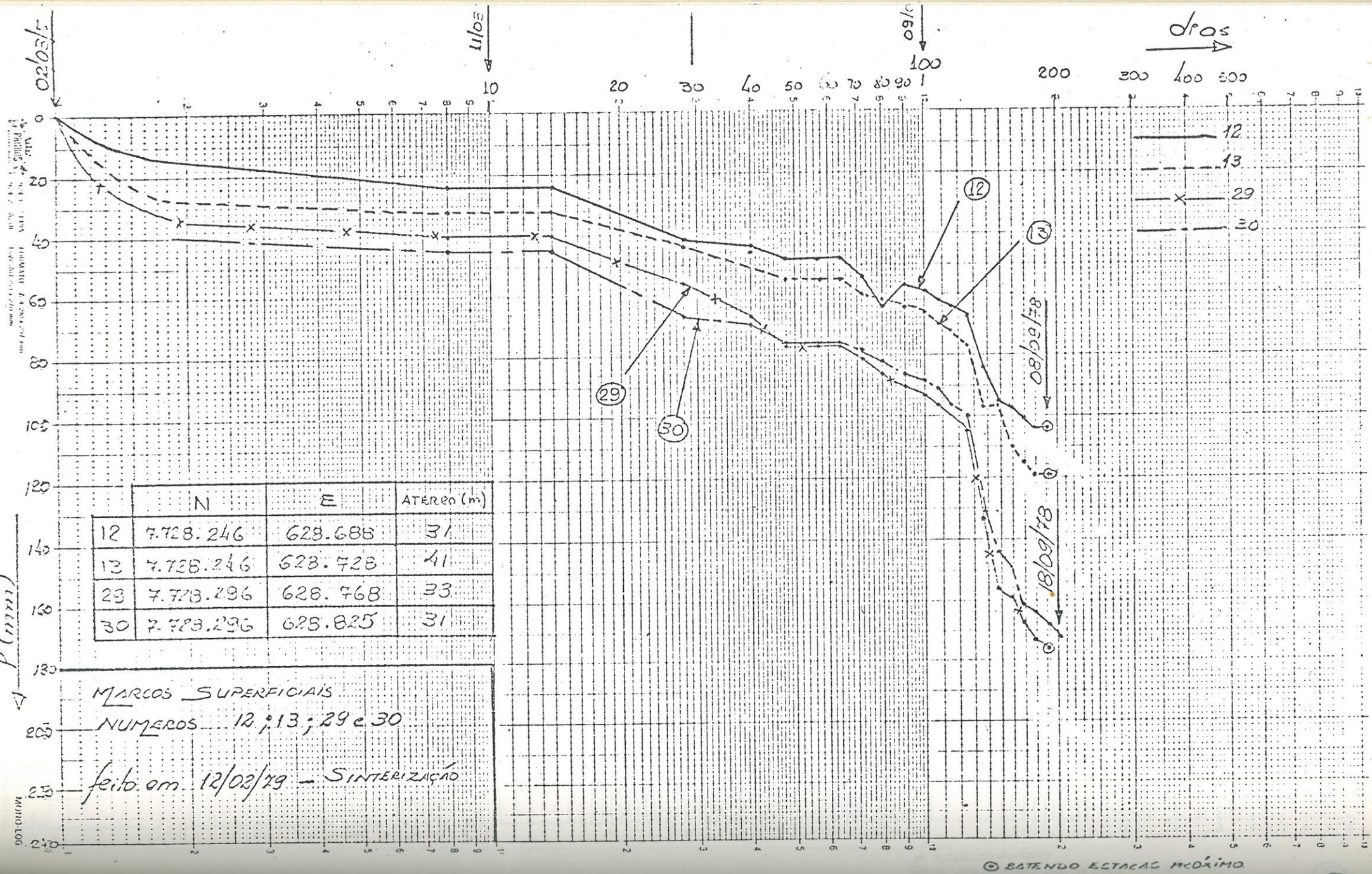
VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

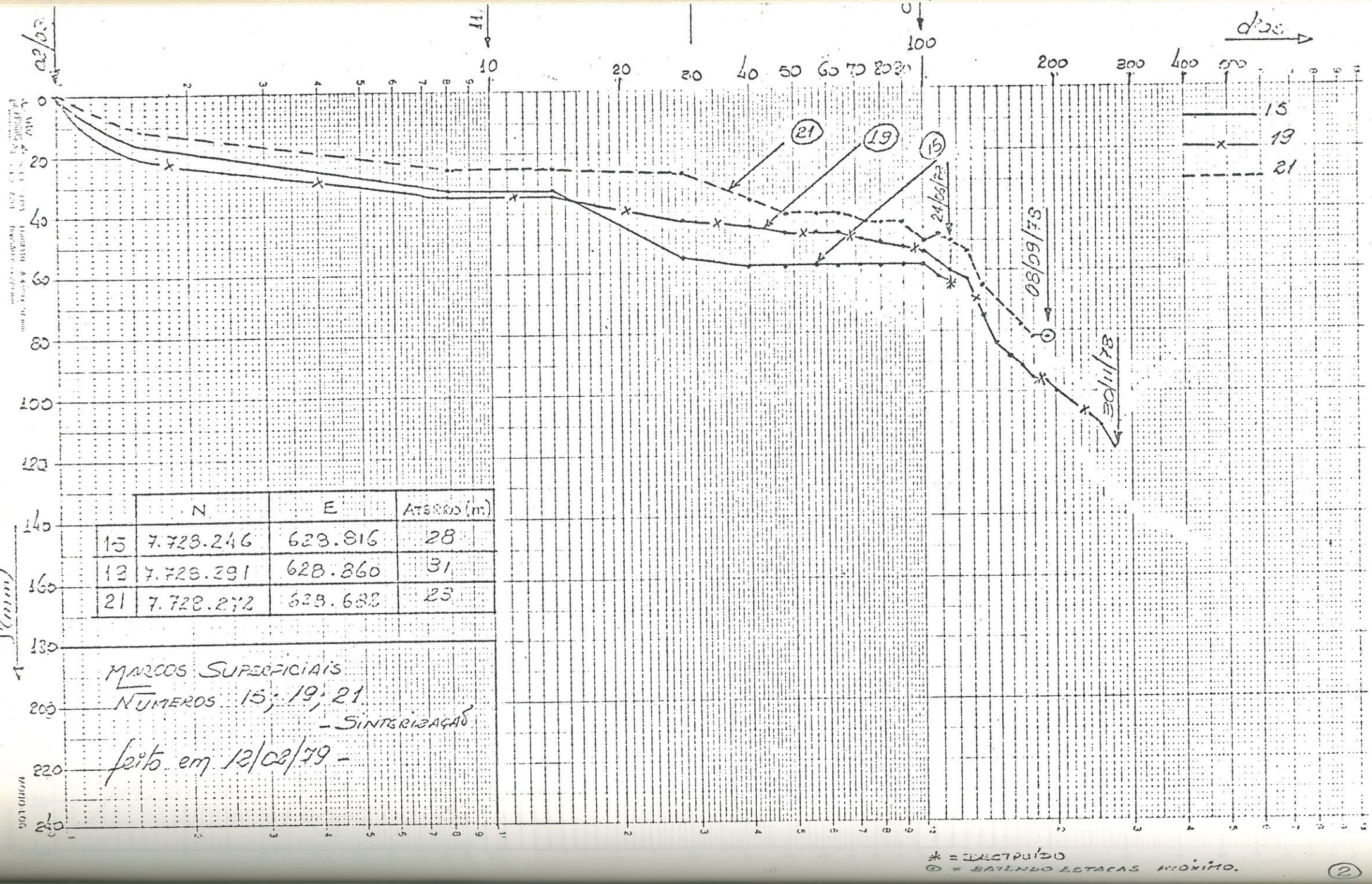
MC/CA/ms

Tabela de intervalo de tempo entre leituras consecutivas para os medidores de recalques superficiais.

Intervalo de tempo (dias)	Medidores
10	MRS-1B; MRS-2B; MRS-5B; MRS-7B; MRS-8B; MRS-17B; MRS-18B.
60	6,7,10,11,12,12,17,19,20,23, 29,30,59,60. MRS-1A; MRS-2A; MRS-3A; MRS-4A. MRS-1C; MRS-2C; MRS-3C; MRS-4C MRS-5C; MRS-6C; MRS-7C; MRS-8C; MRS-9C; MRS-10C; MRS-11C; MRS-12C; MRS-13C; MRS-14C. MRS-01; MRS-02; MRS-03 - Pátio de Coque. MRS-9; MRS-10; MRS-11; MRS-12 - SINTERIZAÇÃO. MRS-01; MRS-02; MRS-03; MRS-04; MRS-05; MRS-06; MRS-07; MRS-08 - PÁTIO DE MÁTERIAIS DIVERSOS. MRS-E-C01; MRS-E-C02; MRS-E-C03 - MRS-E-C04 - CONJUNTOS DA SINTERIZAÇÃO.
90	4,16,18,24,62,73,76,77.



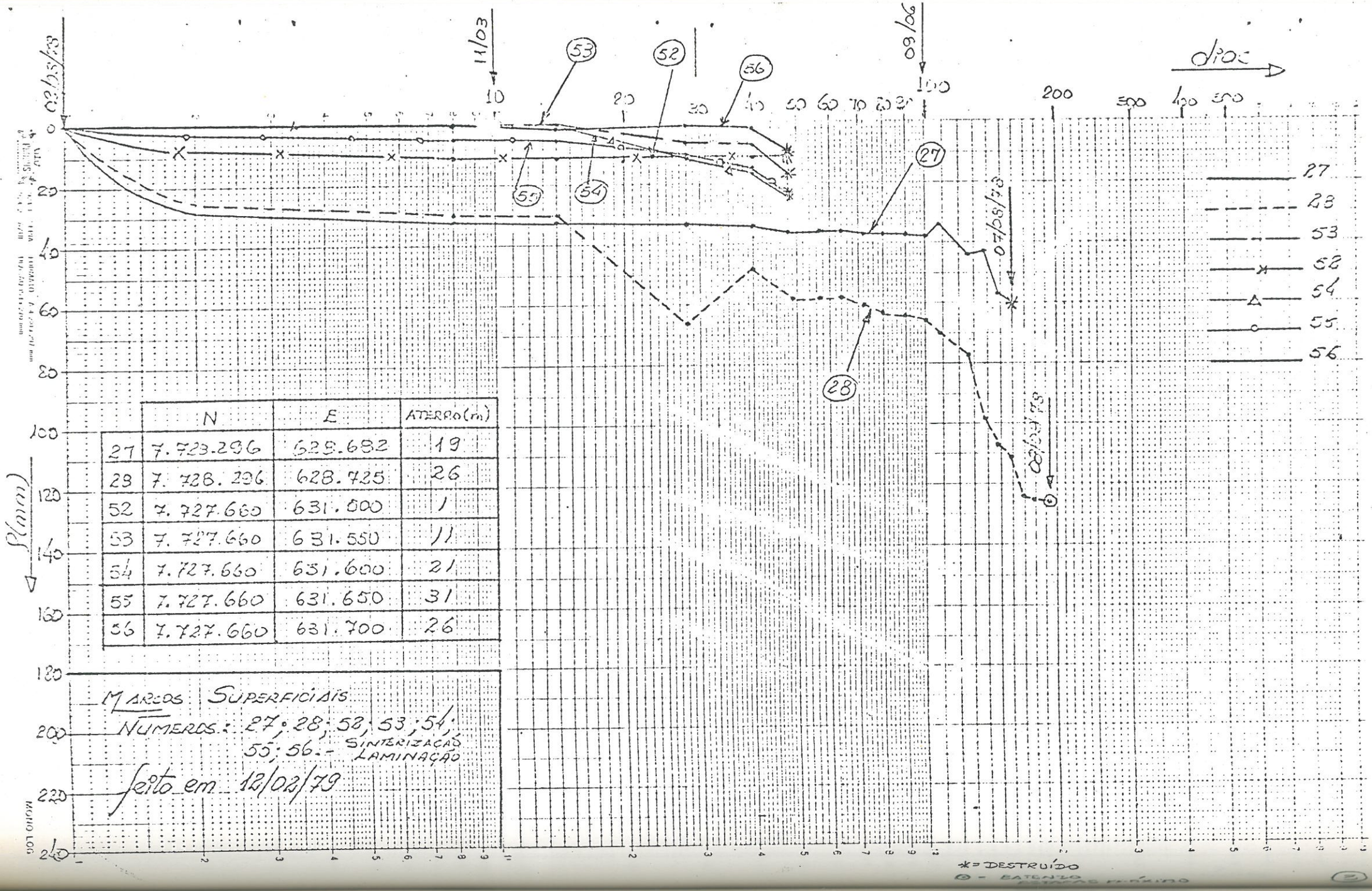
	N	E	ATERRO (m)
12	7.728.246	628.688	31
13	7.728.246	628.728	41
29	7.728.296	628.768	33
30	7.728.296	628.825	31



	N	E	ATERRO (m)
15	7.728.246	628.816	28
12	7.728.291	628.860	31
21	7.728.272	628.688	25

MARCOS SUPERFICIAIS
NUMEROS 15; 19; 21
- SINTERIZAÇÃO
feito em 12/02/79 -

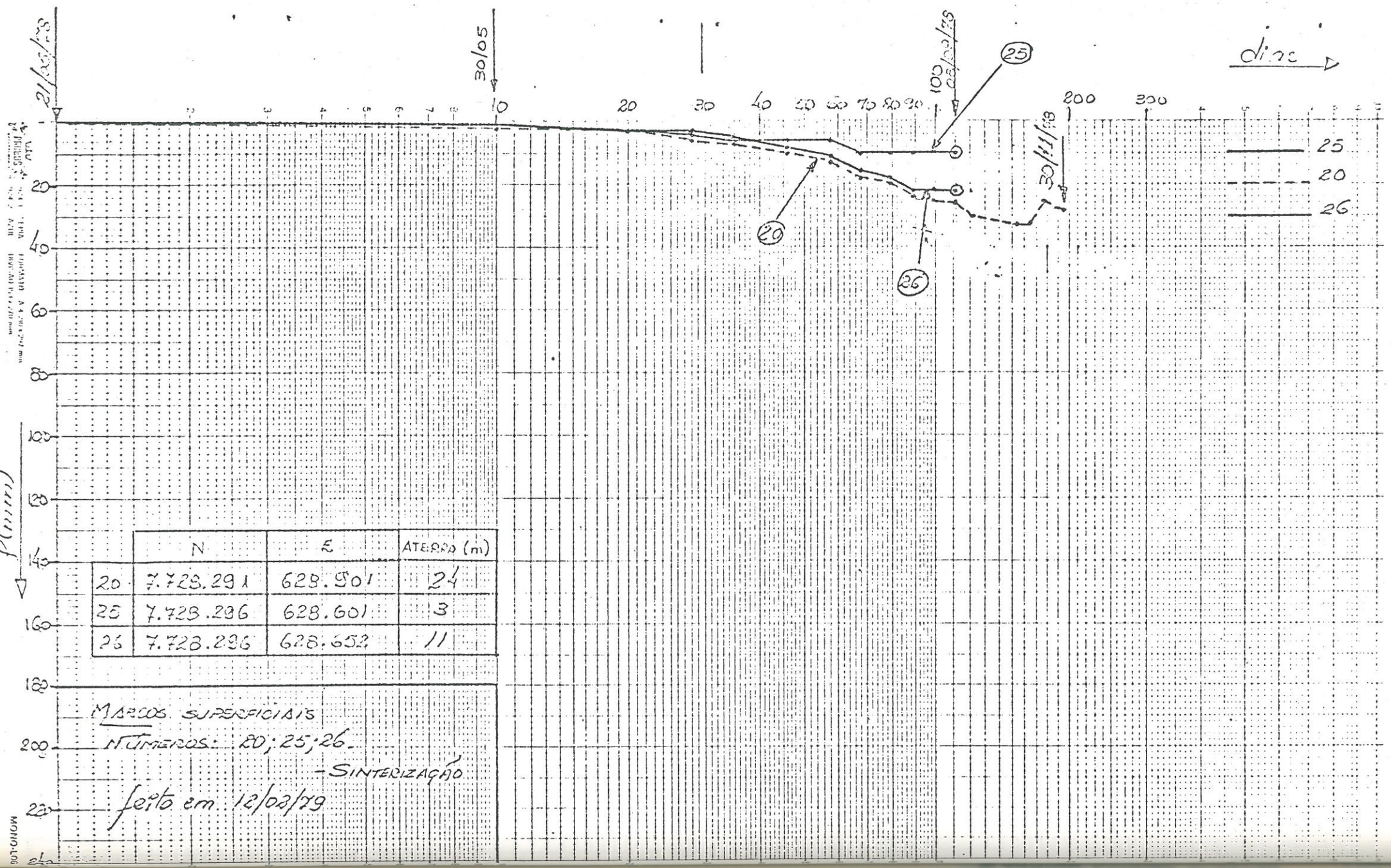
* = DESTRUÍDO
⊙ = BAIXANDO ESTACAS PRÓXIMO.



	N	E	ATERRO(m)
27	7.723.296	629.682	19
28	7. 728. 296	628.725	26
52	7. 727.660	631. 500	1
53	7. 727.660	631.550	11
54	7.727.660	631.600	21
55	7.727.660	631.650	31
56	7.727.660	631.700	26

MARCOS SUPERFICIAIS
NUMEROS: 27; 28; 52; 53; 54; 55; 56. - SINTERIZAÇÃO LAMINAÇÃO

feito em 12/02/79



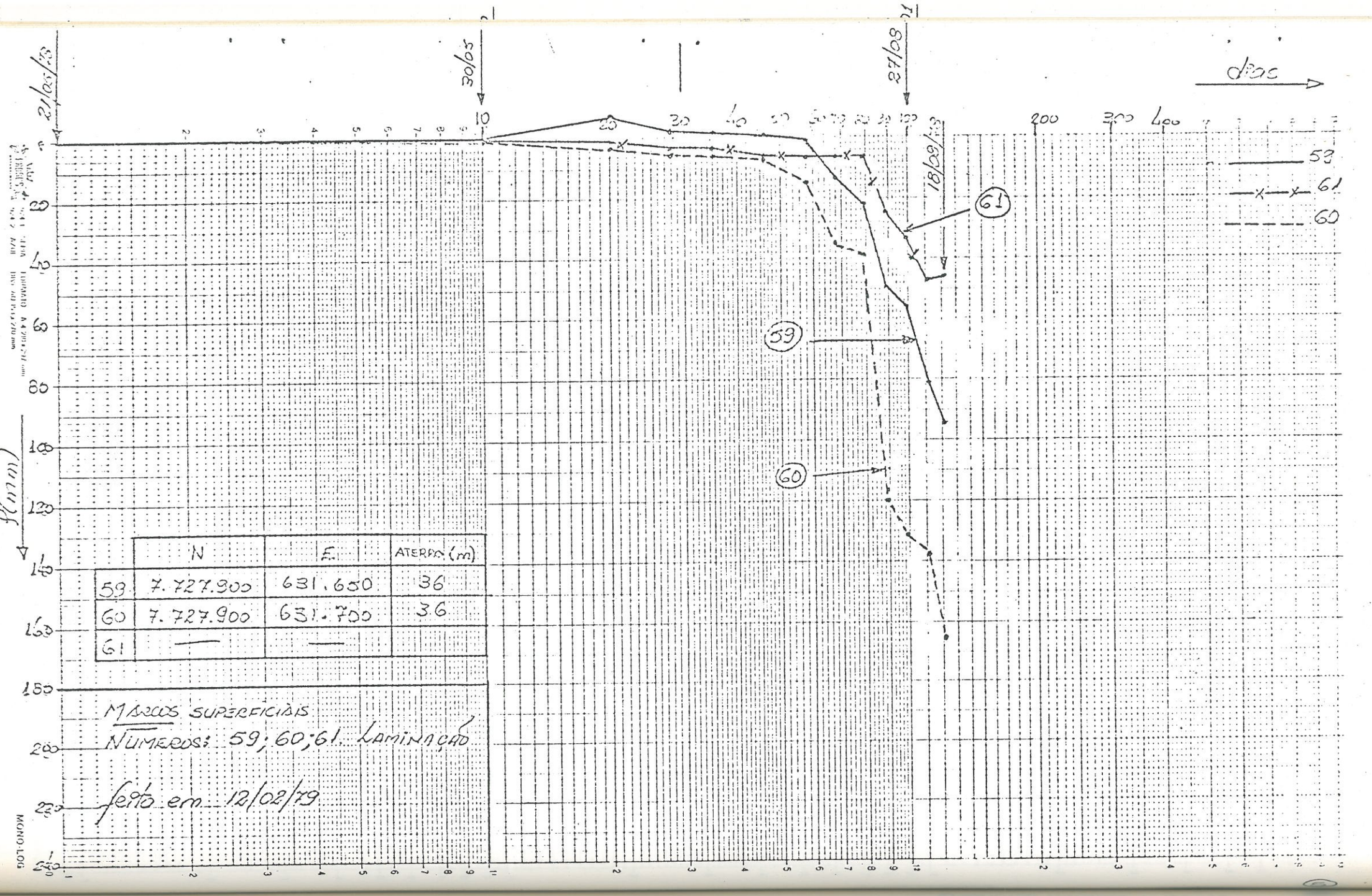
	N	E	ATERRO (m)
20	7.728.291	628.901	24
25	7.728.296	628.601	3
26	7.728.296	628.652	11

MARCOS SUPERFICIAIS

NÚMEROS: 20; 25; 26.

- SINTERIZAÇÃO

feito em 12/02/79



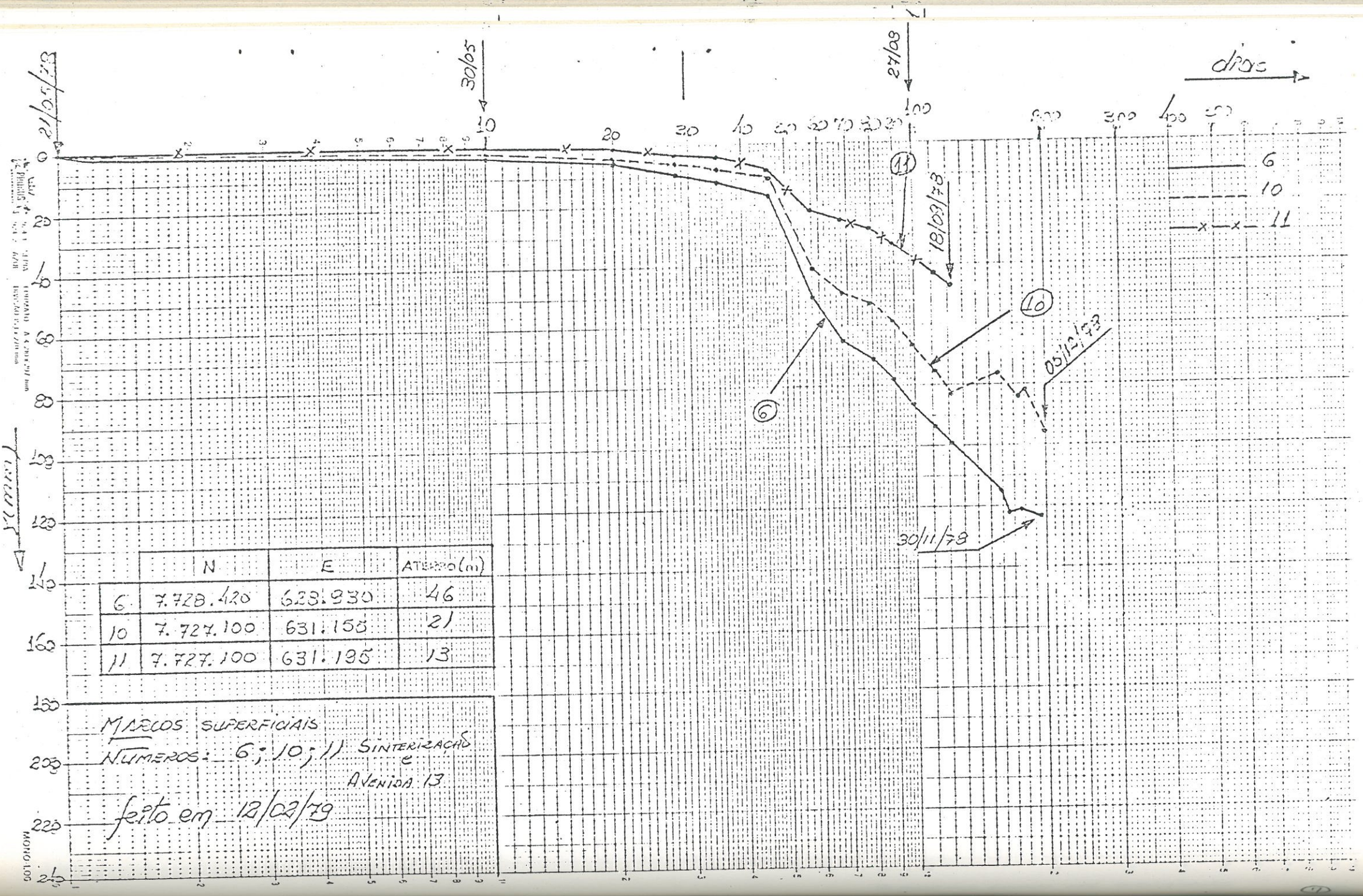
	N	E	ATERRO (m)
59	7.727.900	631.650	36
60	7.727.900	631.700	3.6
61	—	—	

MARCOS SUPERFICIAIS

NUMEROS: 59; 60; 61. LAMINAÇÃO

feito em 12/02/79

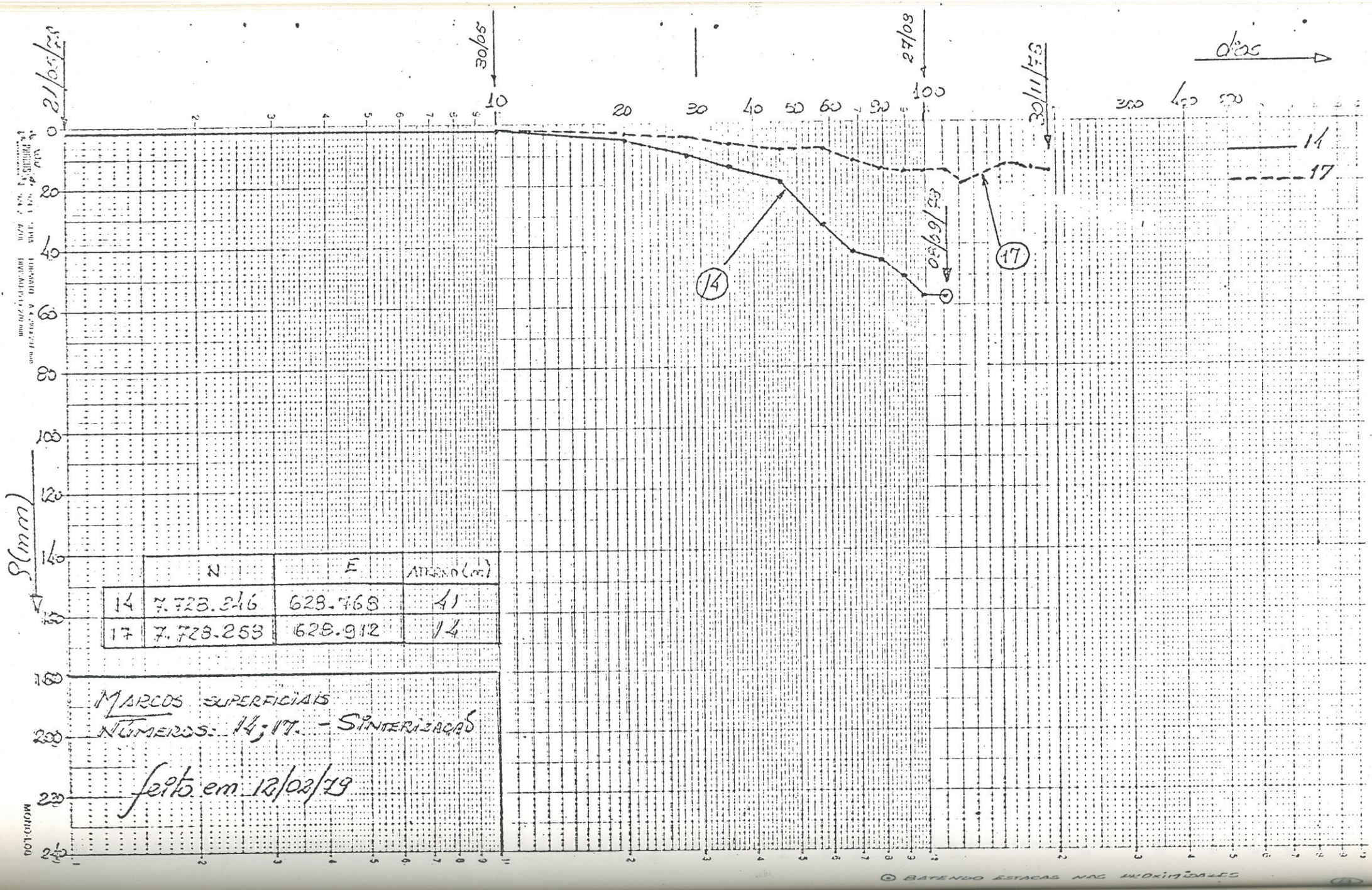
MARCO SUPERFICIAL Nº4
RECONSTRUÍDO 2 VEZES.
1 ALTO FORNO
Pôr em 12/02/79
4
7.727.585
622.925
22
N
E
ATERRO (m)
S (mm)
15/09/77
21/05/79
19/10/78
03/11/78
TRECHO EXTRAPOLADO
TRECHO EXTRAPOLADO
dias



	N	E	ATERRO (m)
6	7.728.420	628.930	46
10	7.727.100	631.155	21
11	7.727.100	631.195	13

MARCOS SUPERFICIAIS
NUMEROS: 6; 10; 11 SINTERIZAÇÃO
E
AVENIDA 13

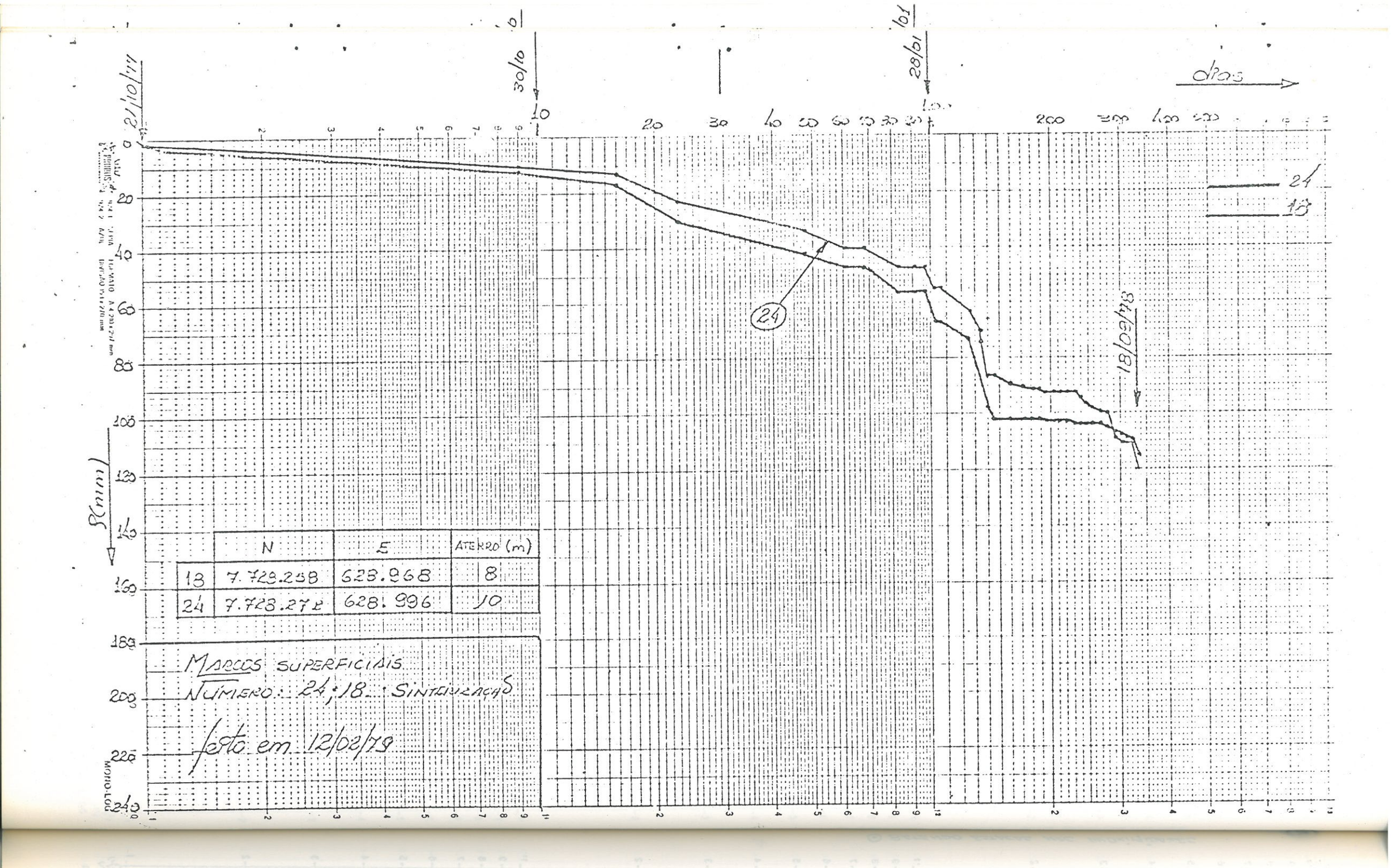
feito em 12/02/79



	N	E	ATERRO (m)
14	7.728.246	628.768	41
17	7.728.253	628.912	14

MARCOS SUPERFICIAIS
NÚMEROS: 14; 17. - SINTERIZADOS

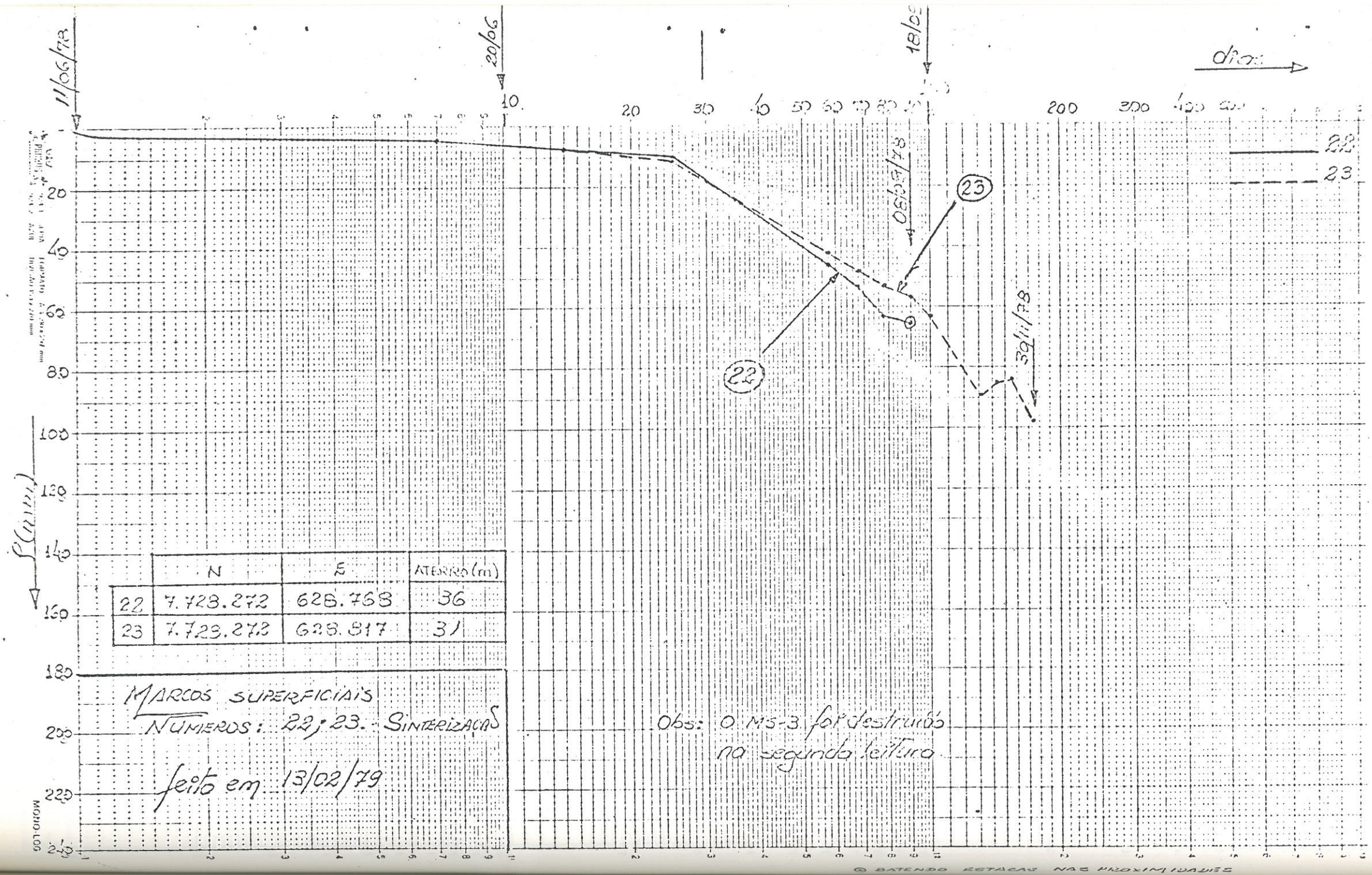
feito em 12/02/79



	N	E	ATERRO (m)
18	7.729.258	623.968	8
24	7.728.272	628.996	10

MARCOS SUPERFICIAIS
NÚMERO: 24 ; 18 . SINTERIZADOS

Feito em 12/02/79



	N	E	ATERRO (m)
22	7.728.272	628.768	36
23	7.729.273	628.817	31

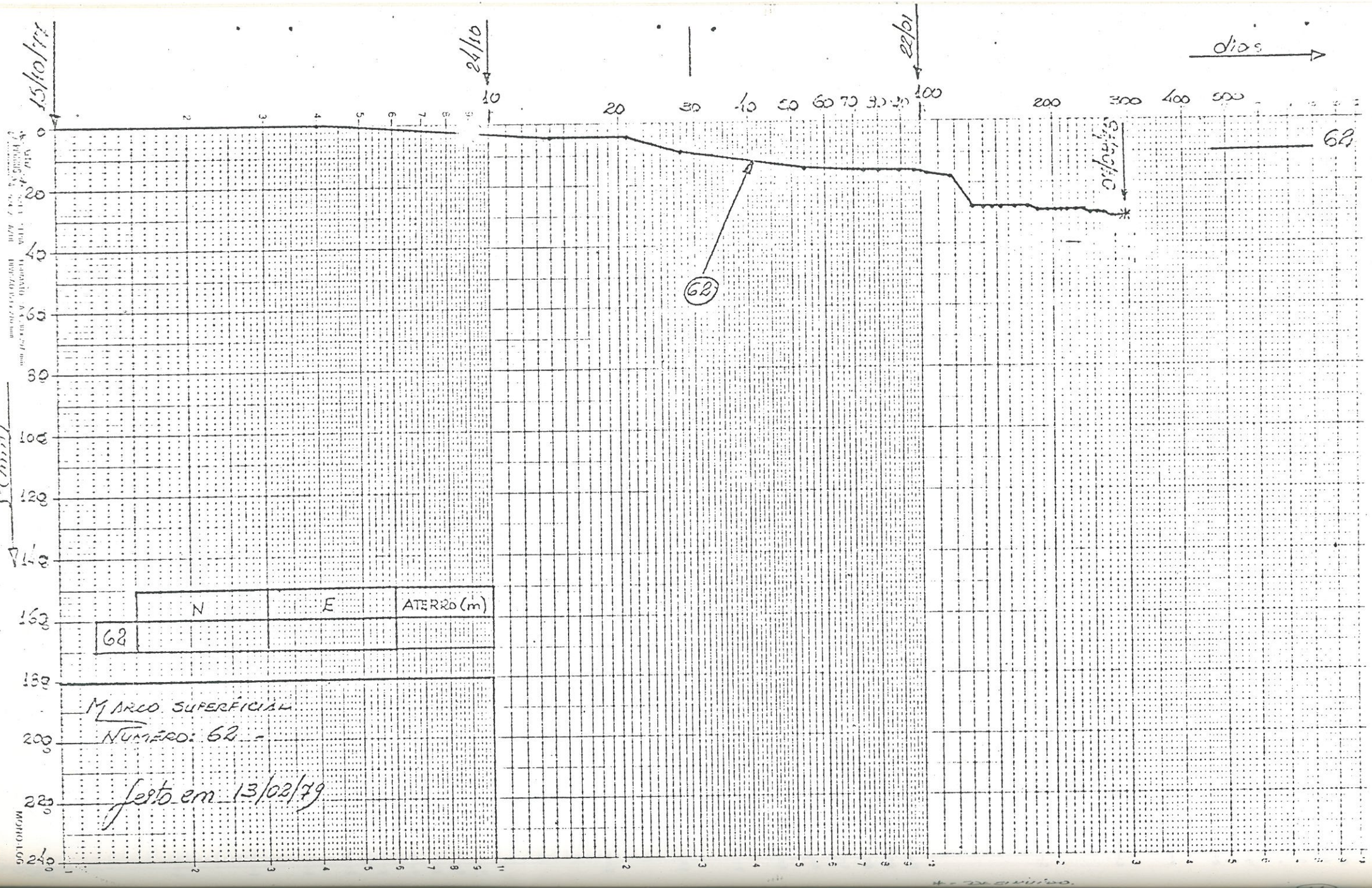
MARCOS SUPERFICIAIS
NUMEROS: 22, 23. SINTERIZADAS

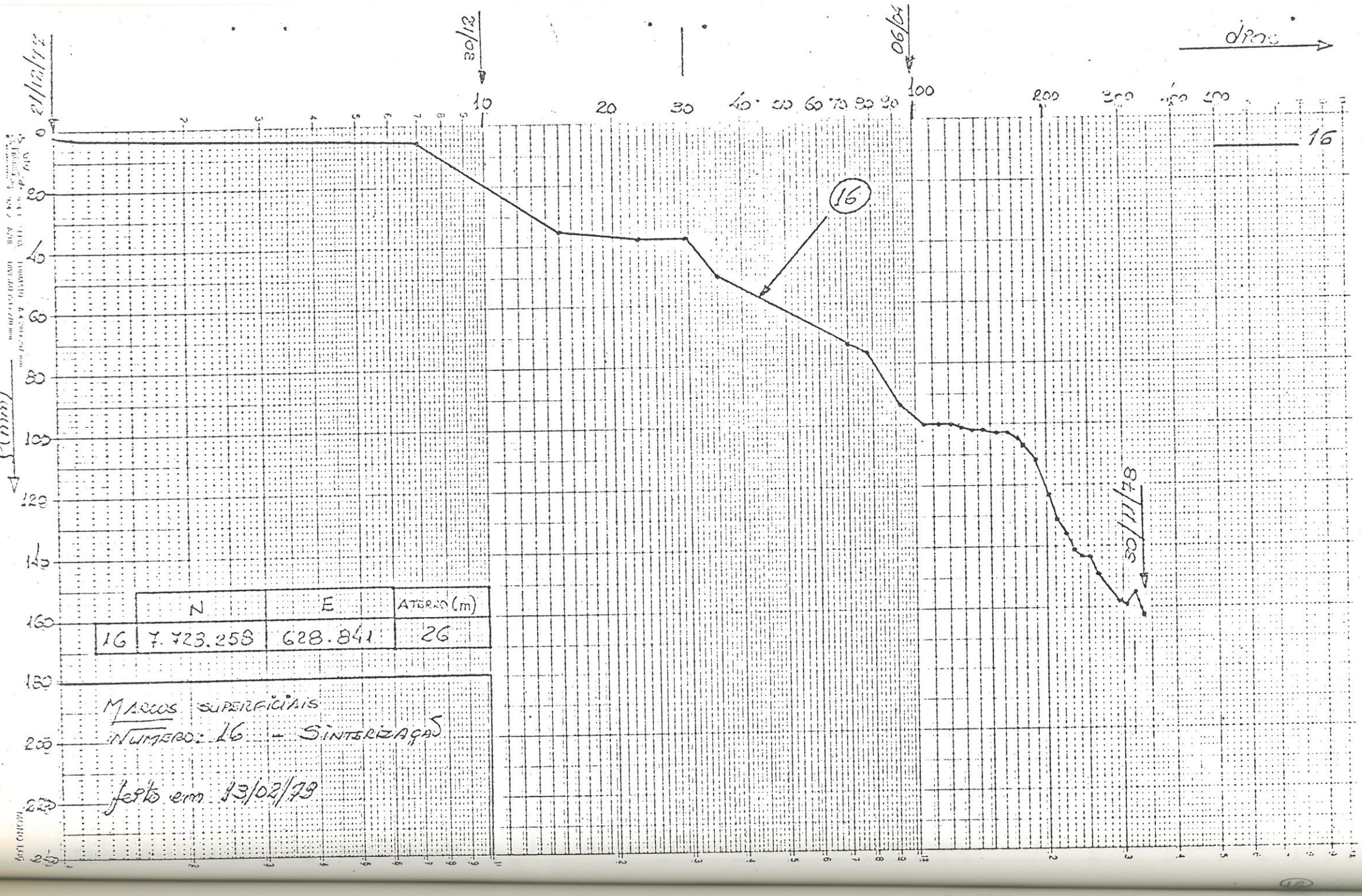
feito em 13/02/79

Obs: O MS-3 foi destruído na segunda leitura

MORO LOG

© BATENDO ESTACAS NAS PROXIMIDADES

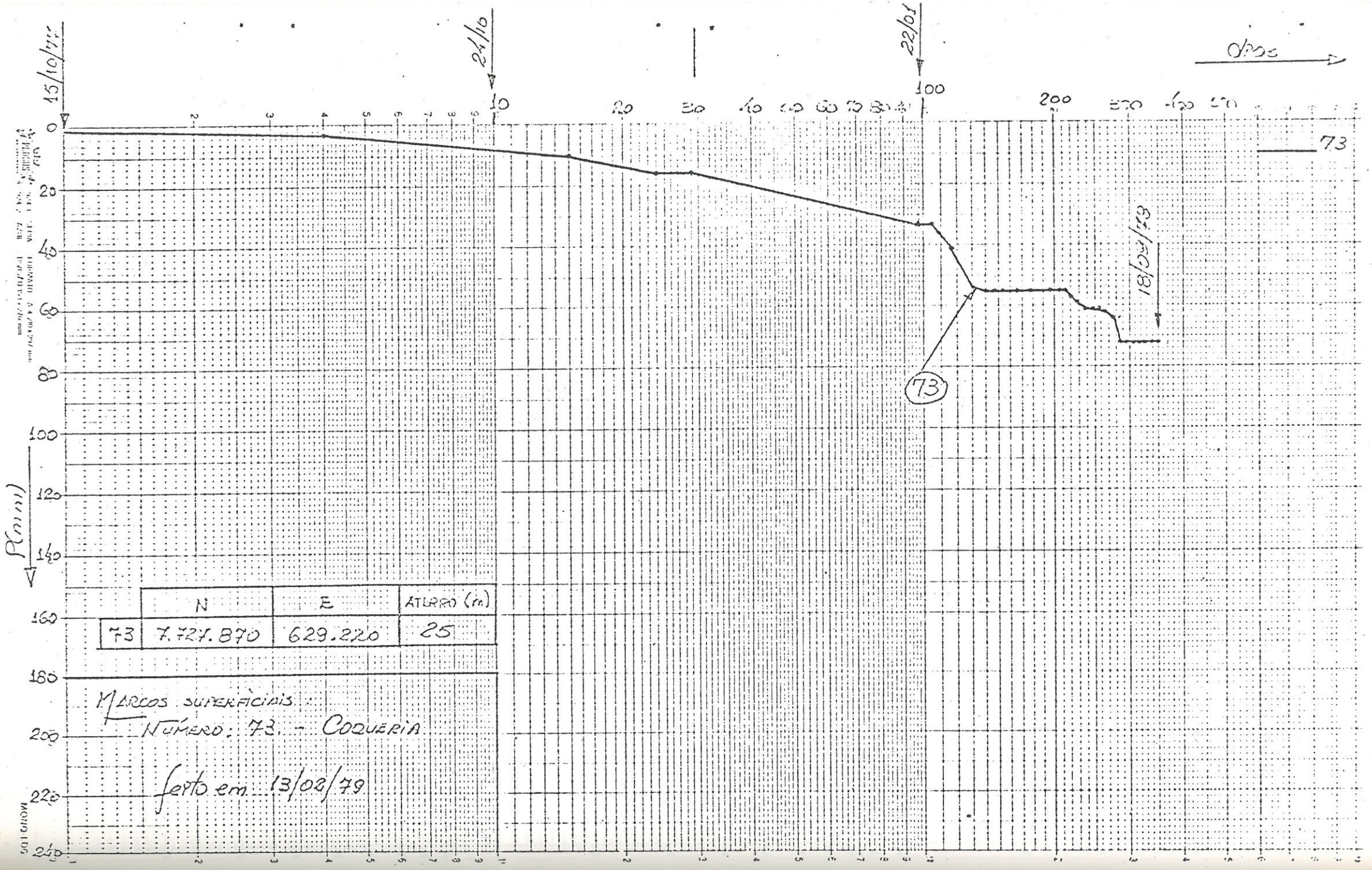

15/10/77
24/10
22/01
dias
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
200
300
400
500
62
62
S (mm)
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
240
N
E
ATERRO (m)
62
MARCO SUPERFICIAL
NUMERO: 62
Iesto em 13/02/79



	N	E	ATERRO (m)
16	7.723.258	628.841	26

MARCOS SUPERFICIAIS
NÚMERO: 16 - SINTERIZAÇÃO

feito em 13/02/79



	N	E	ATURRO (m)
73	7.727.870	629.220	25

MARCOS SUPERFICIAIS
NÚMERO: 73. - COQUERIA
feito em 13/02/79

MONO-LOG

S(mm)

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240

12/10/77

21/10

19/01

05/02

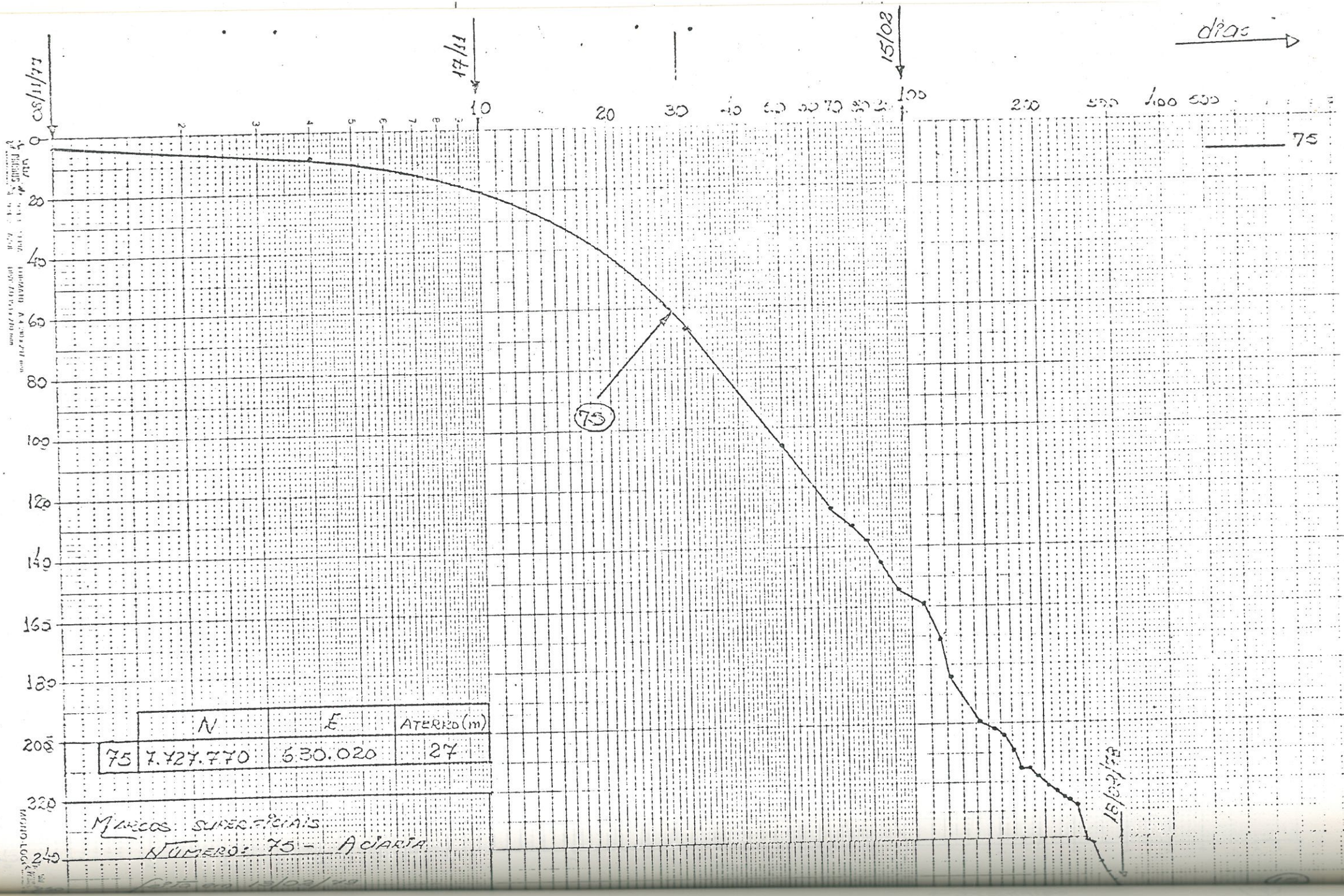
	N	E	ATERRO(m)
74	7.728.370	627.350	8

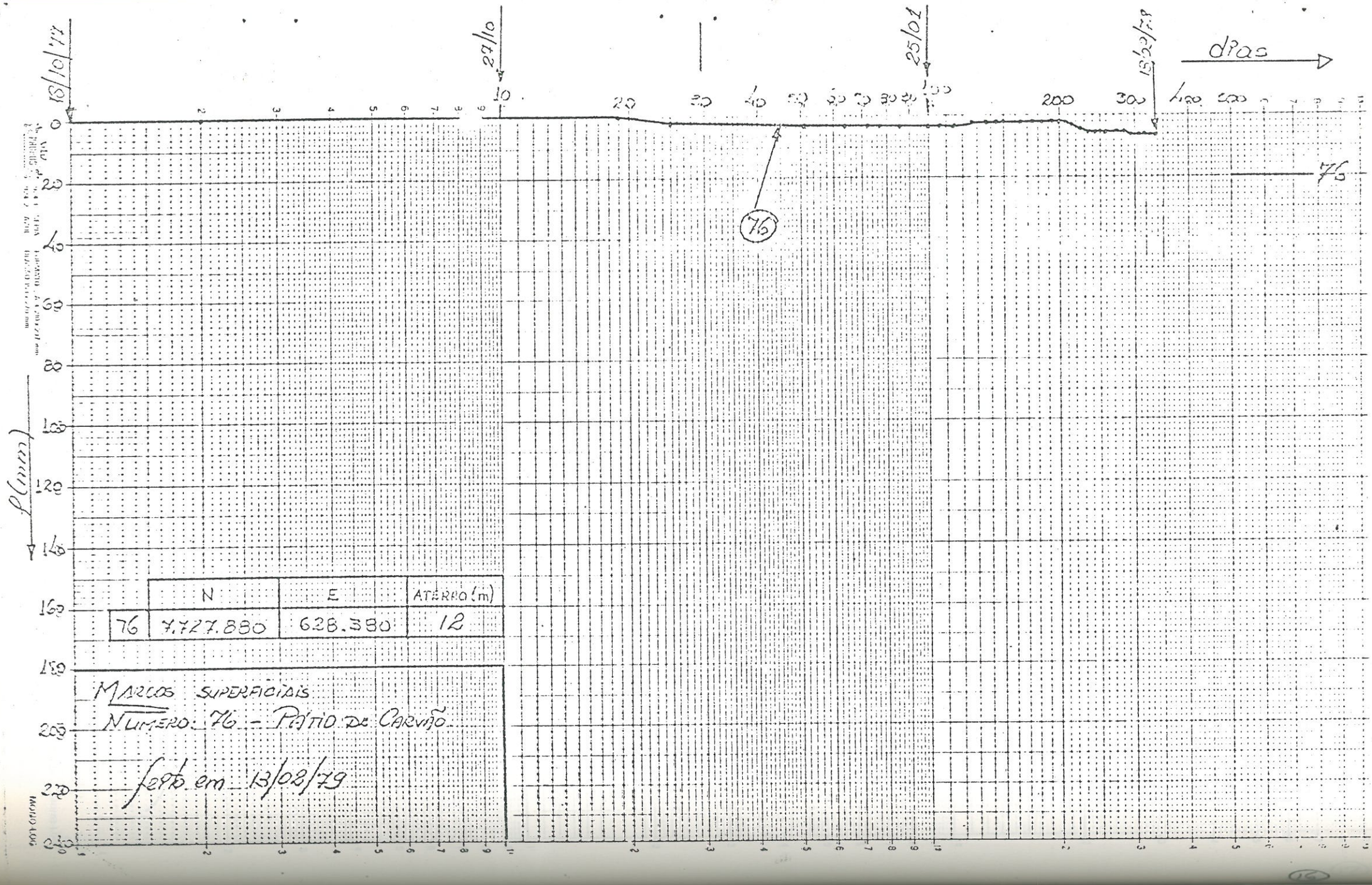
MARCOS SUPERFICIAIS

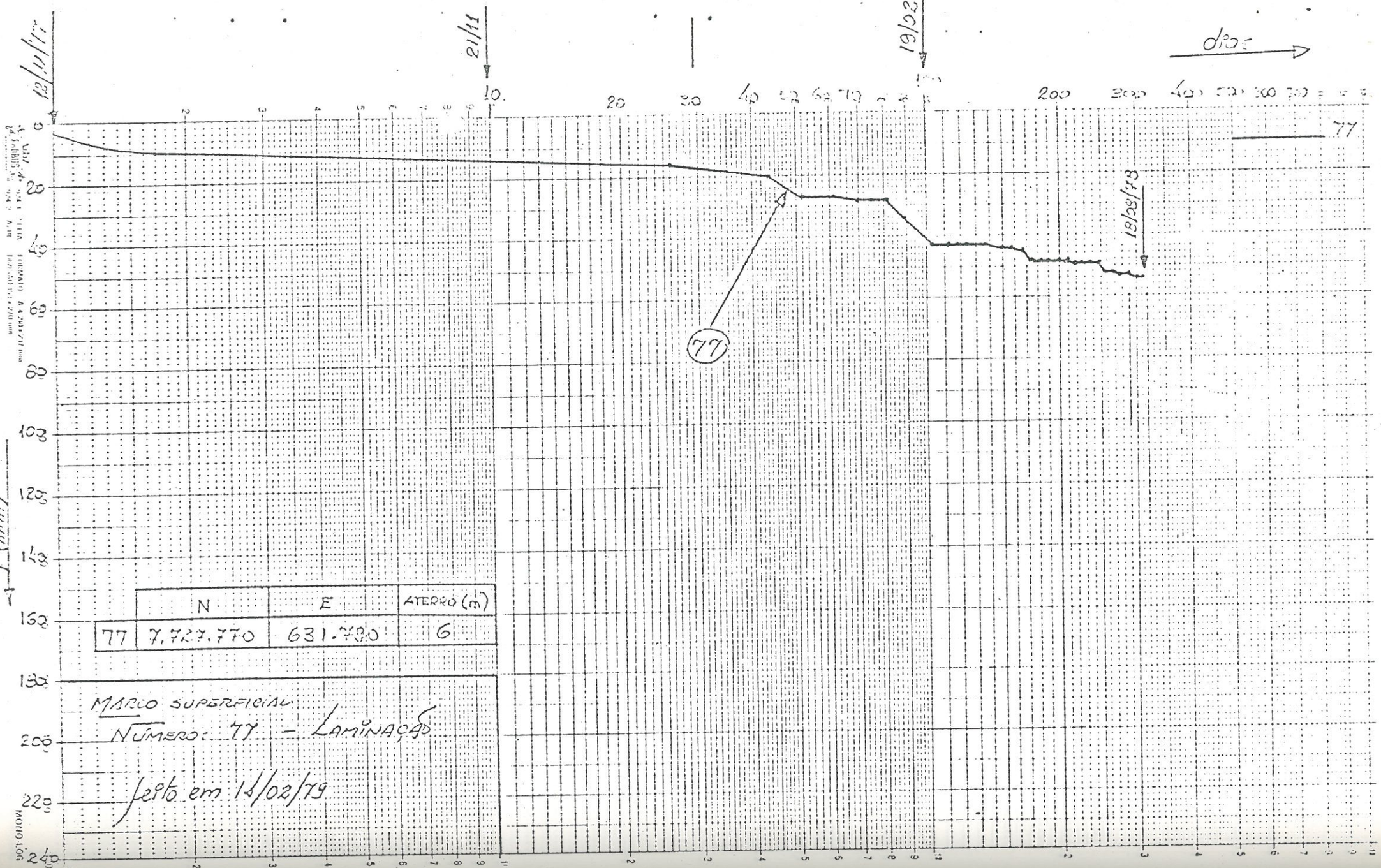
NÚMERO: 74 - PÁTIO MATERIAIS

FURO EM: 13/09/77

* DESTRUÍDO


dias
08/11/77
17/11
15/02
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
240
75
	N	E	ATERRO (m)
75	7.727.770	630.020	27
MARCOS SUPERFICIAIS
NÚMERO: 75 - ACIARIA
16/02/78

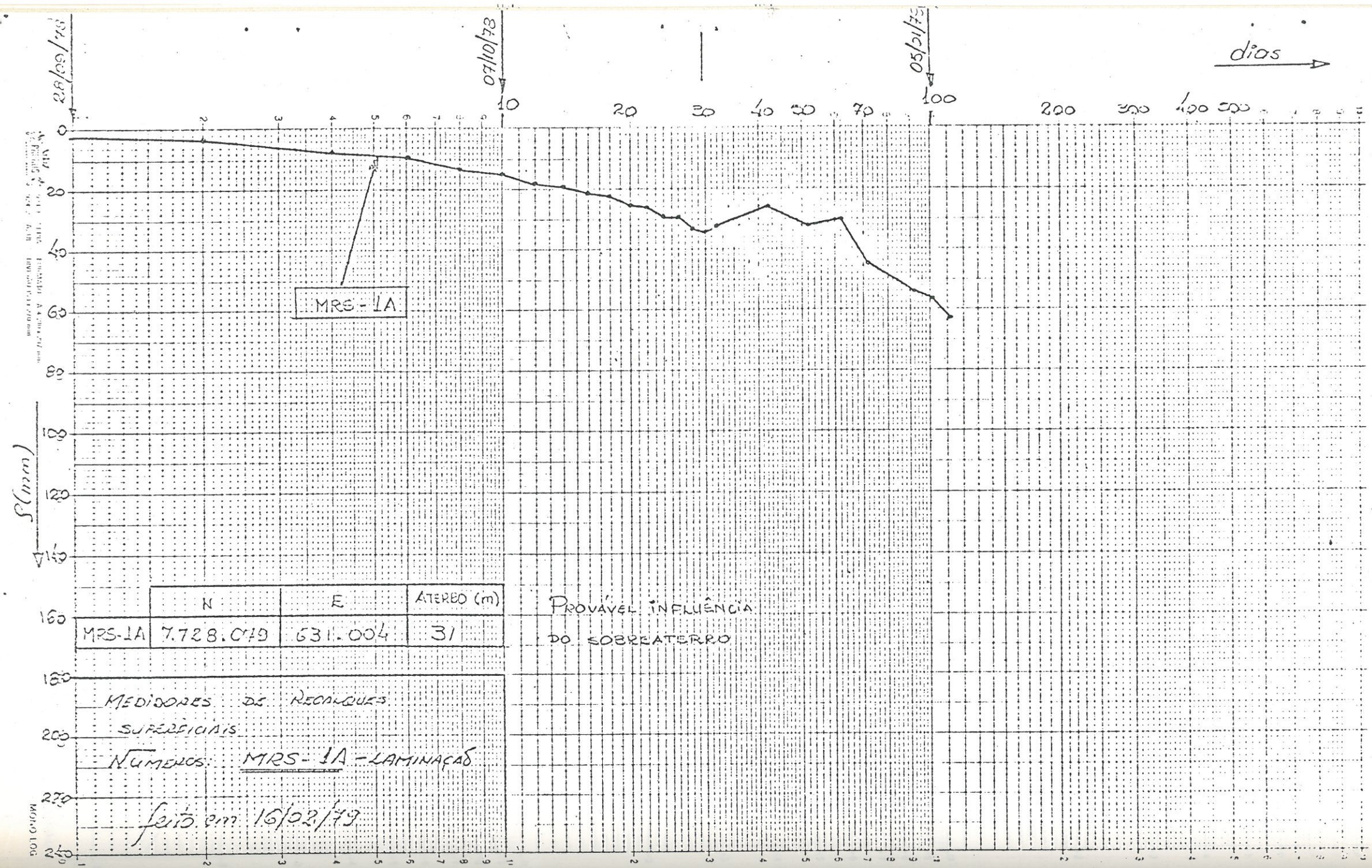

18/10/78
27/10
25/01
13/02/79
dias
ρ (mm)
76
76
N
E
ATERRO (m)
76
7.727.880
628.380
12
MARCOS SUPERFICIAIS
NUMERO: 76 - PATIO DE CARVÃO
feito em 13/02/79

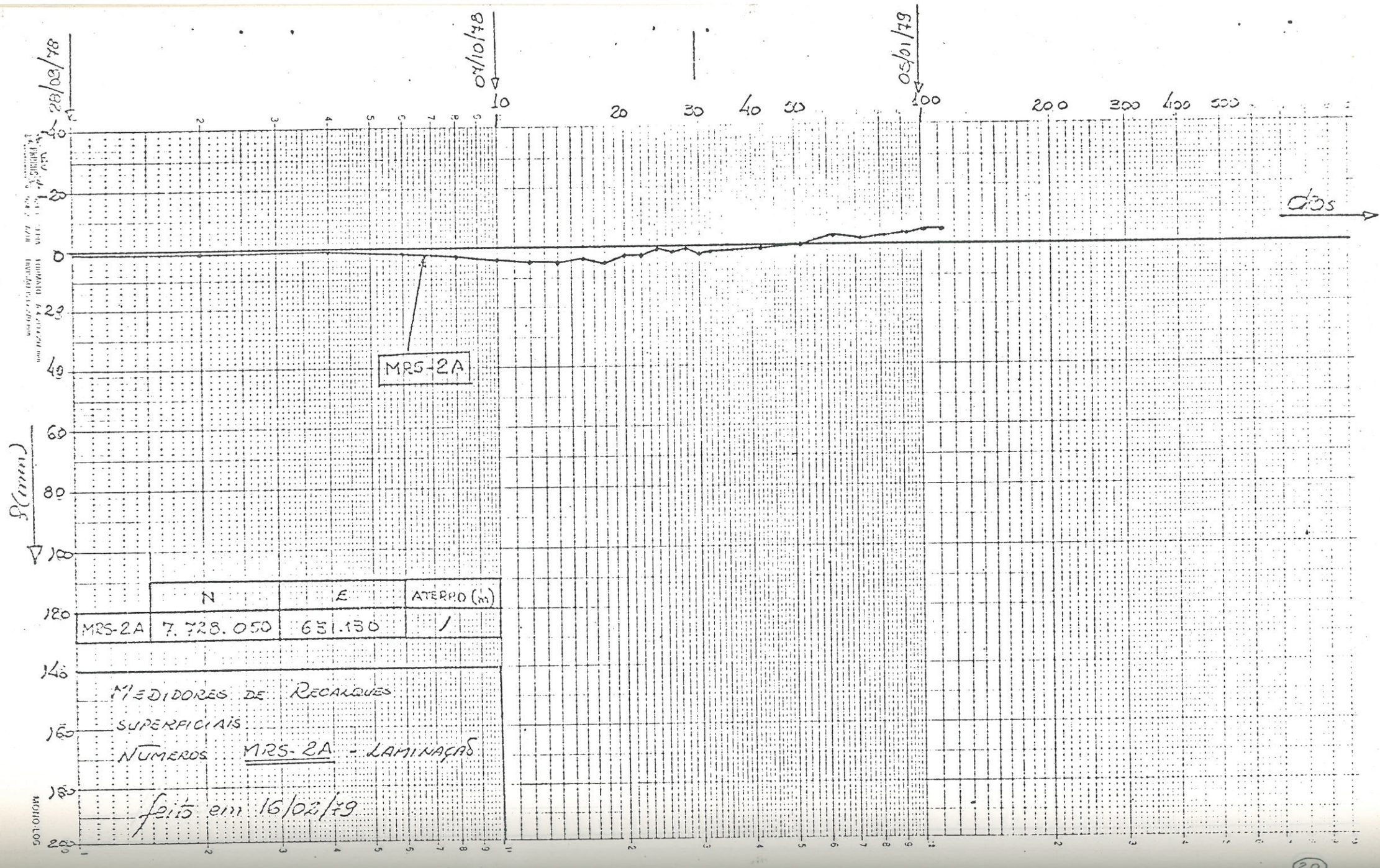


	N	E	ATERRO (m)
77	7.727.770	631.780	6

MARCO SUPERFICIAL
NÚMERO: 77 - LAMINAÇÃO
feito em 14/02/79

S(mm)
11/06/75
20/06
18/0
30/11/78
dias
MARCOS SUPERFICIAIS
NUMERO: 7 - SINTERIZADO
FEITO EM 14/02/79
N
E
ATERRO (m)
7
7.228.541
628.818
36


28/09/78
07/10/78
05/01/79
dias
10
20
30
40
50
70
100
200
300
400
500
S (mm)
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
240
MRS - 1A
N
E
ATERRO (m)
MRS-1A
7.728.079
631.004
31
PROVÁVEL INFLUÊNCIA
DO SOBREATERRO
MEDIDORES DE RECALQUES
SUPERFICIAIS
NÚMEROS: MRS - 1A - LAMINAÇÃO
feito em 16/02/79
MONOLOG


28/02/78
07/10/78
05/01/79
10
20
30
40
50
100
200
300
400
500
dias
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
S(mm)
MRS-2A
N
E
ATERRO (m)
MRS-2A
7.728.050
651.130
/
MEDIDORES DE RECALQUES SUPERFICIAIS
NUMEROS MRS-2A - LAMINAÇÃO
feito em 16/02/79

MEDIDORES DE RECALQUES SUPERFICIAIS

NÚMEROS MRS-3A - LAMINAGEM

16/03/79

	N	E	ATERRO (m)
MRS-3A	7.727.932	631.163	-1/1

PROVÁVEL INFLUÊNCIA DAS ESCAVAÇÕES DE CORTE

MRS-3A

δ(mm)

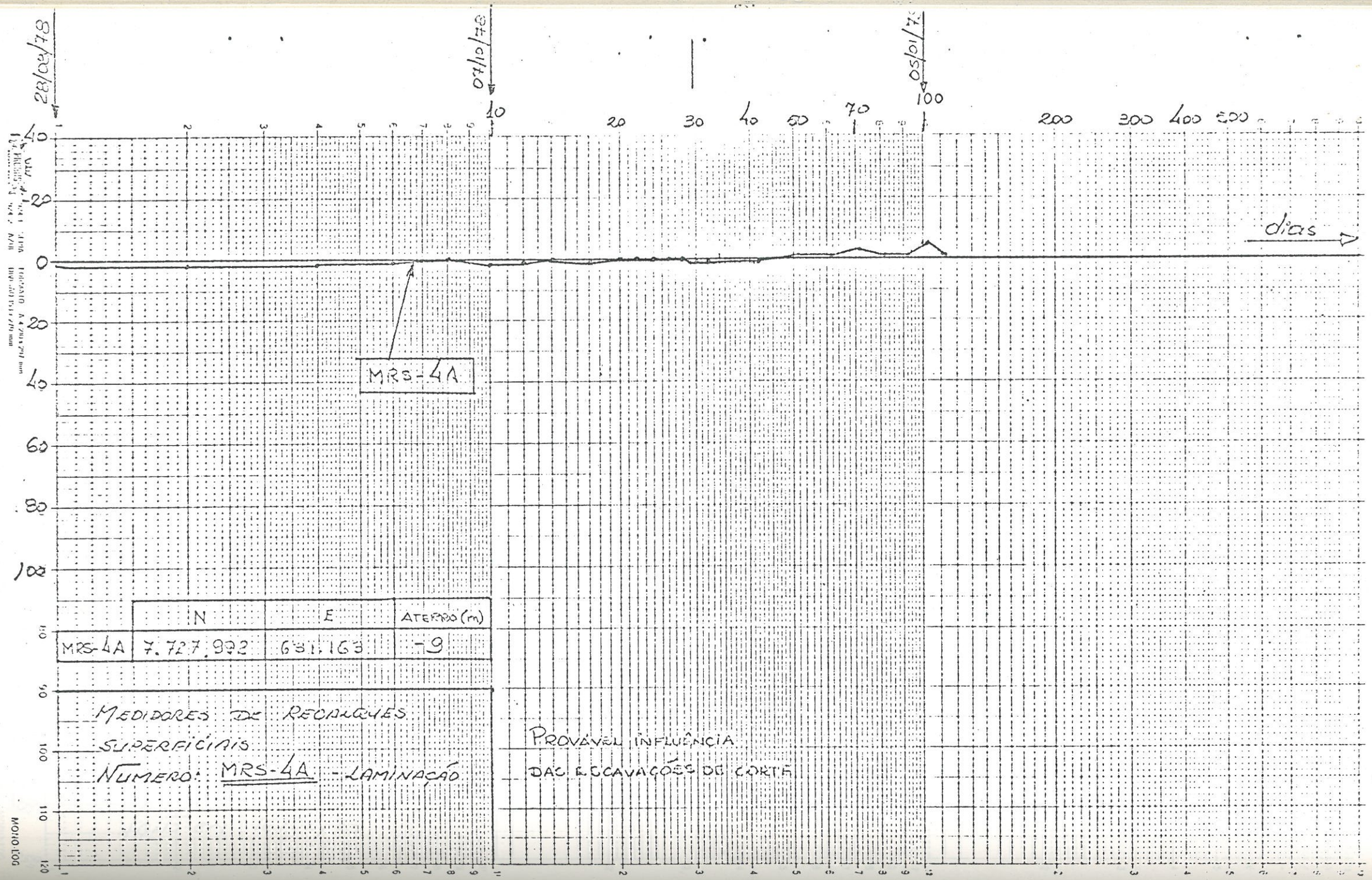
28/08/78

07/10/78

08/01/79

dias

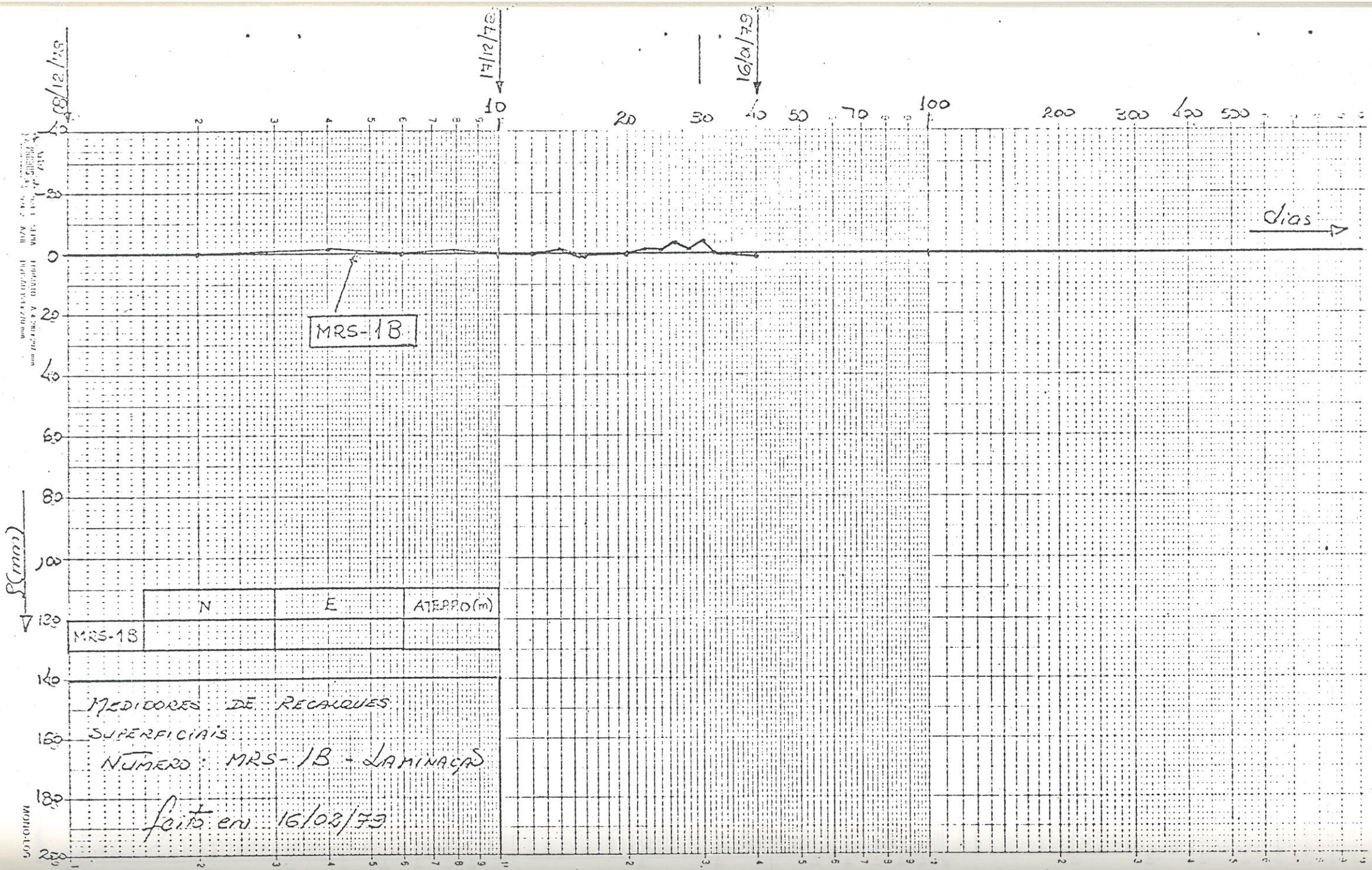
(21)



	N	E	ATERRO (m)
MRS-4A	7.727.992	681.163	-9

MEDIDORES DE RECALQUES SUPERFICIAIS

NUMERO: MRS-4A - LAMINAÇÃO


8/12/78
14/12/78
16/01/79
dias
S(mm)
MRS-1B
N
E
ATERRO(m)
MRS-1B
MEDIDORES DE RECALQUES SUPERFICIAIS
NUMERO: MRS-1B - LAMINAÇÃO
feito em 16/02/79

MONO-LOG

ρ(mm)

08/12/78

17/12/78

16/01/79

MRS-28

MRS-28	N	E	ATE PRO (m)

MEDIDORES DE RECALQUES SUPERFICIAIS

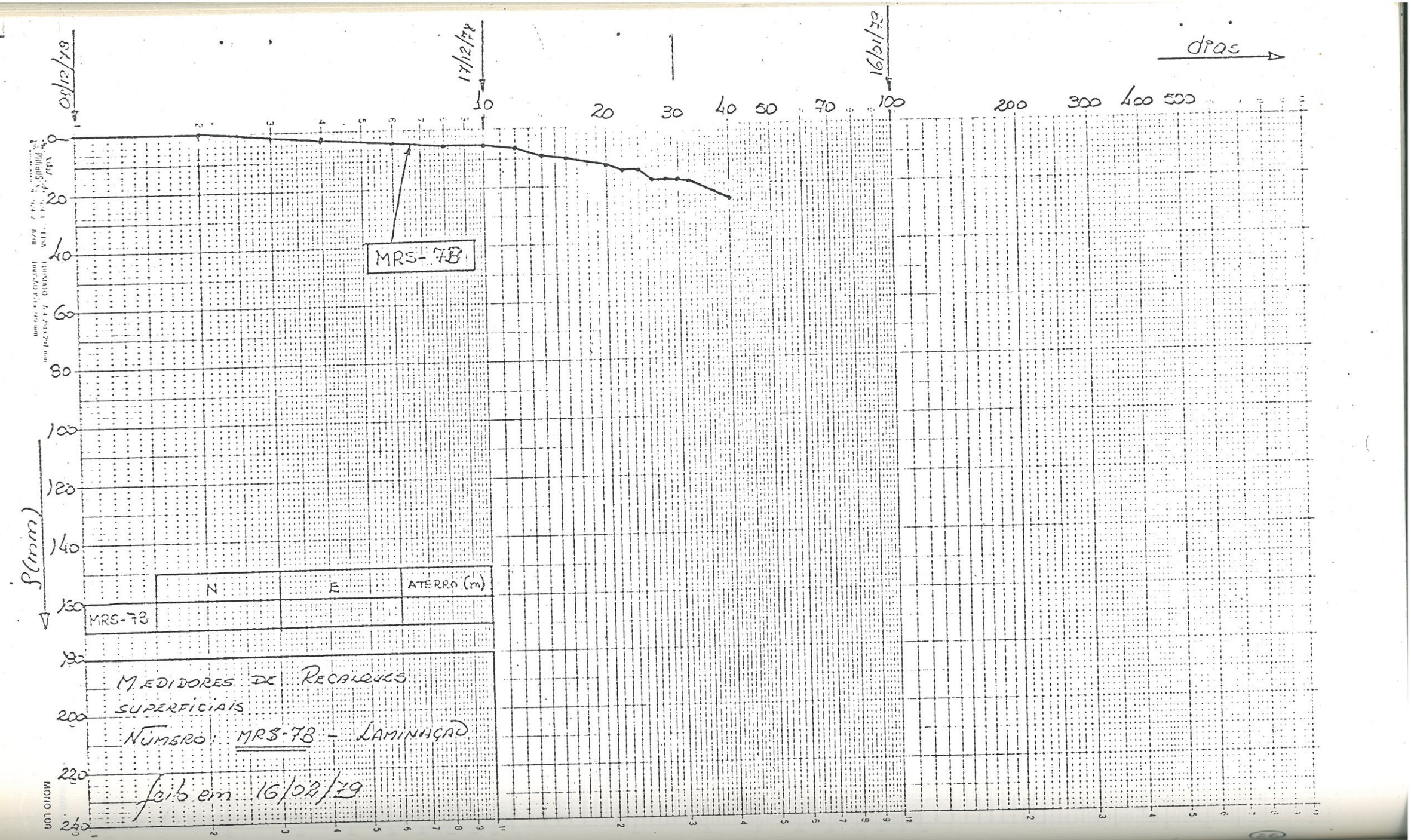
NUMERO MRS-28 - LAMININGAS

DATA EM 16/01/79

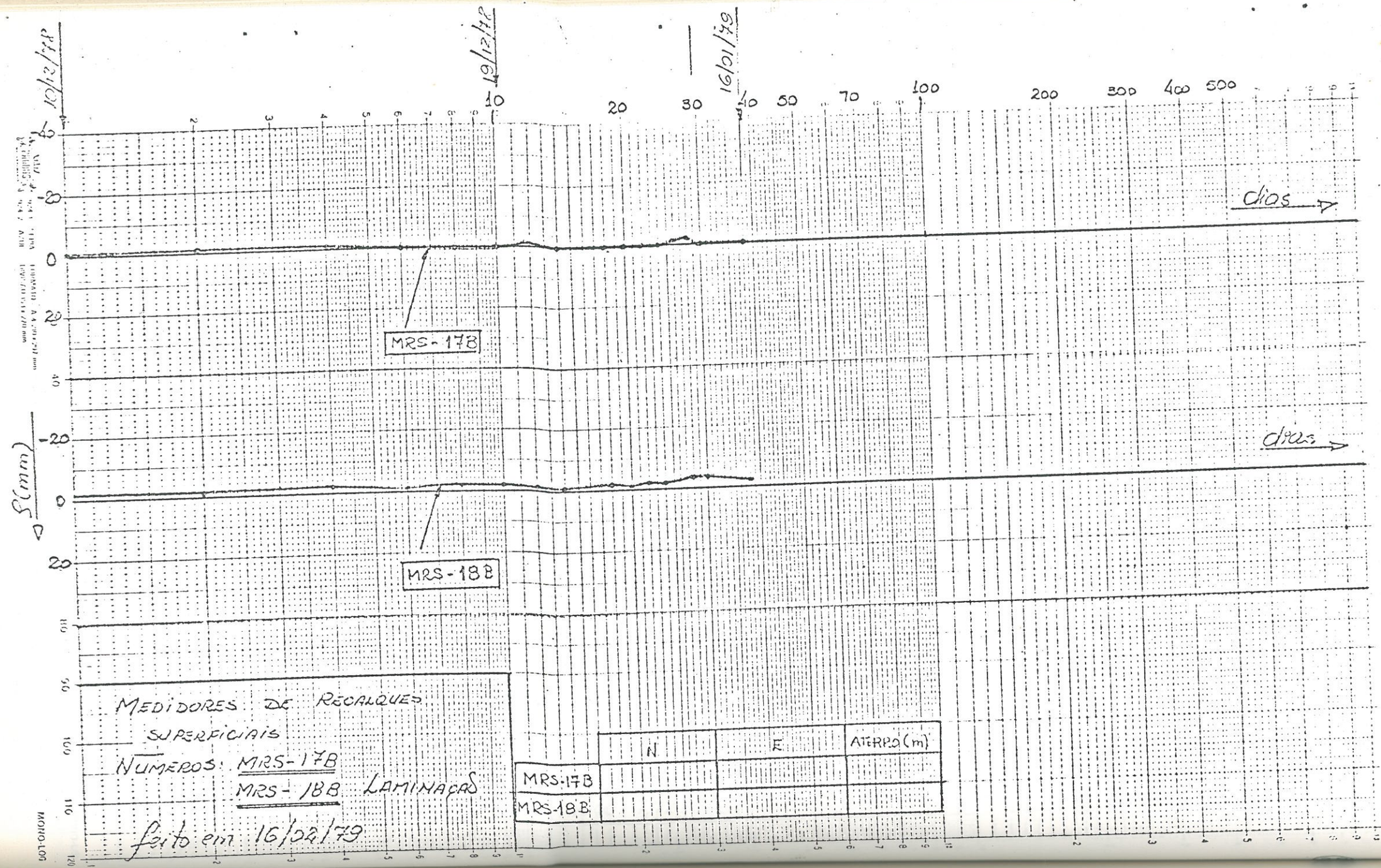
0 10 20 30 40 50 70 100 200 300 400 500

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280

MEDIDORES DE RECALQUES SUPERFICIAIS
NÚMERO: M2S-5B - LAMINADOS
feito em 16/02/79
M2S-5B
N
E
ATERRO (m)
Y(mm)
08/2/78
17/12/78
16/01/79
dias


05/12/78
17/12/78
16/01/79
dias
10
20
30
40
50
70
100
200
300
400
500
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
240
ρ(mm)
MRS-7B
N
E
ATERRO (m)
MRS-7B
MEDIDORES DE RECALQUES SUPERFICIAIS
NÚMERO: MRS-7B - LAMINHAÇÃO
feito em 16/02/79
MONO LOG

s(mm)
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
240
08/12/78
17/12/78
16/01/79
t(s)
MRS-8B
N
S
ATERRO (m)
MRS-8B
MEDIDORES DE RECALQUES
SUPERFICIAIS
NUMERO: MRS-8B - LAMINADOS
Feito em 16/02/79


10/12/78
16/12/78
16/01/79
10
20
30
50
70
100
200
300
400
500
dias
S(mm)
MRS-17B
MRS-18B
MEDIDORES DE RECALQUES SUPERFICIAIS
NUMEROS: MRS-17B
MRS-18B LAMINARES
feito em 16/02/79
N
E
ATERRO (m)
MRS-17B
MRS-18B
MONO-LOG

MONO-LOG

δ(mm)

20 0 -20 40 20 0 20 40

03/09/78

12/09/78

11/12/78

MRS-1C

MRS-6C

dias

dias

MEDIDORES DE RECALQUES

SUPERFICIAIS:

NÚMEROS MRS-1C e MRS-6C

LOCALIZAÇÃO

	N	E	ATERRO (m)
MRS-1C	7422.242	631.439	2
MRS-6C	7422.231	631.290	4

feito em 16/08/79

PROVÁVEL INFLUÊNCIA DO ESBATERRO E DE ESCAVAÇÕES PRÓXIMAS

(29)

MEDIDORES DE RECALQUES SUPERFICIAIS

NÚMERO: MRS-2C - MRS-7C

LEITURAS EM 16/03/79

	N	E	ATERRO (m)
MRS-2C	7.727.742	631.489	9
MRS-7C	7.727.608	631.372	+7

MRS-2C

MRS-7C

δ(mm)

dias

16/03/79

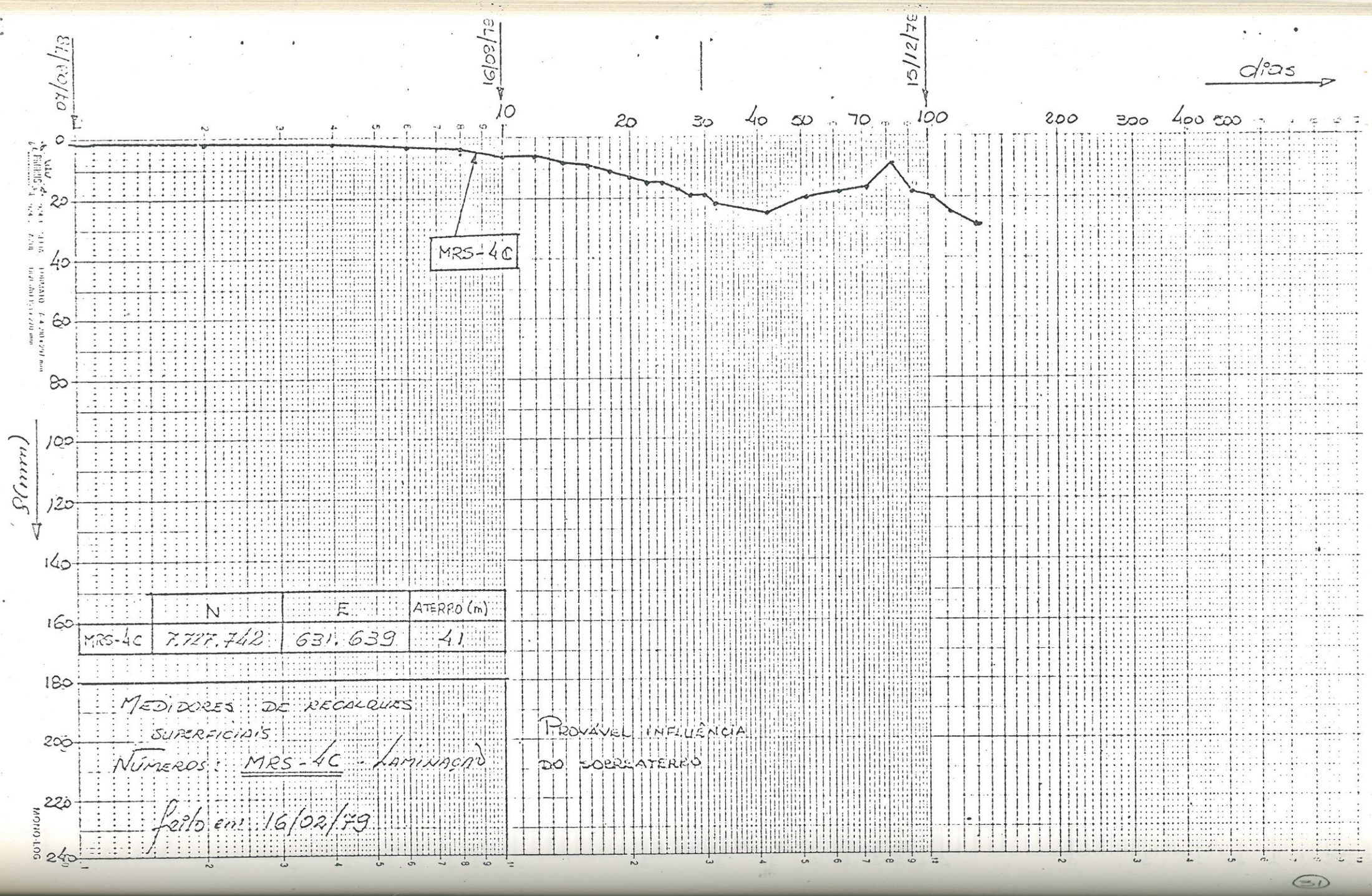
15/12/78

11/12/78

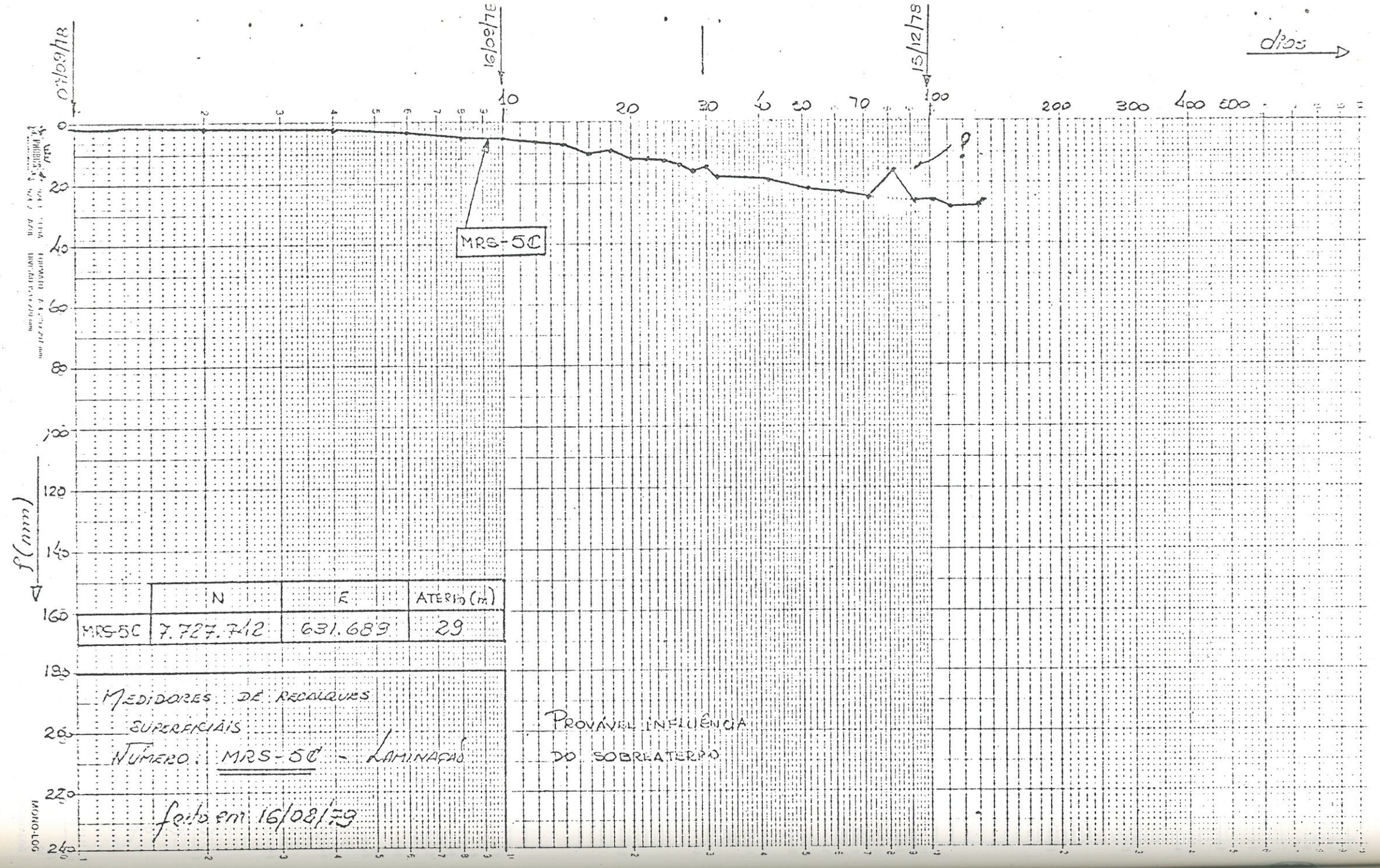
12/02/78

MRS-2C - PROVÁVEL INFLUÊNCIA DO SOBREATERRO

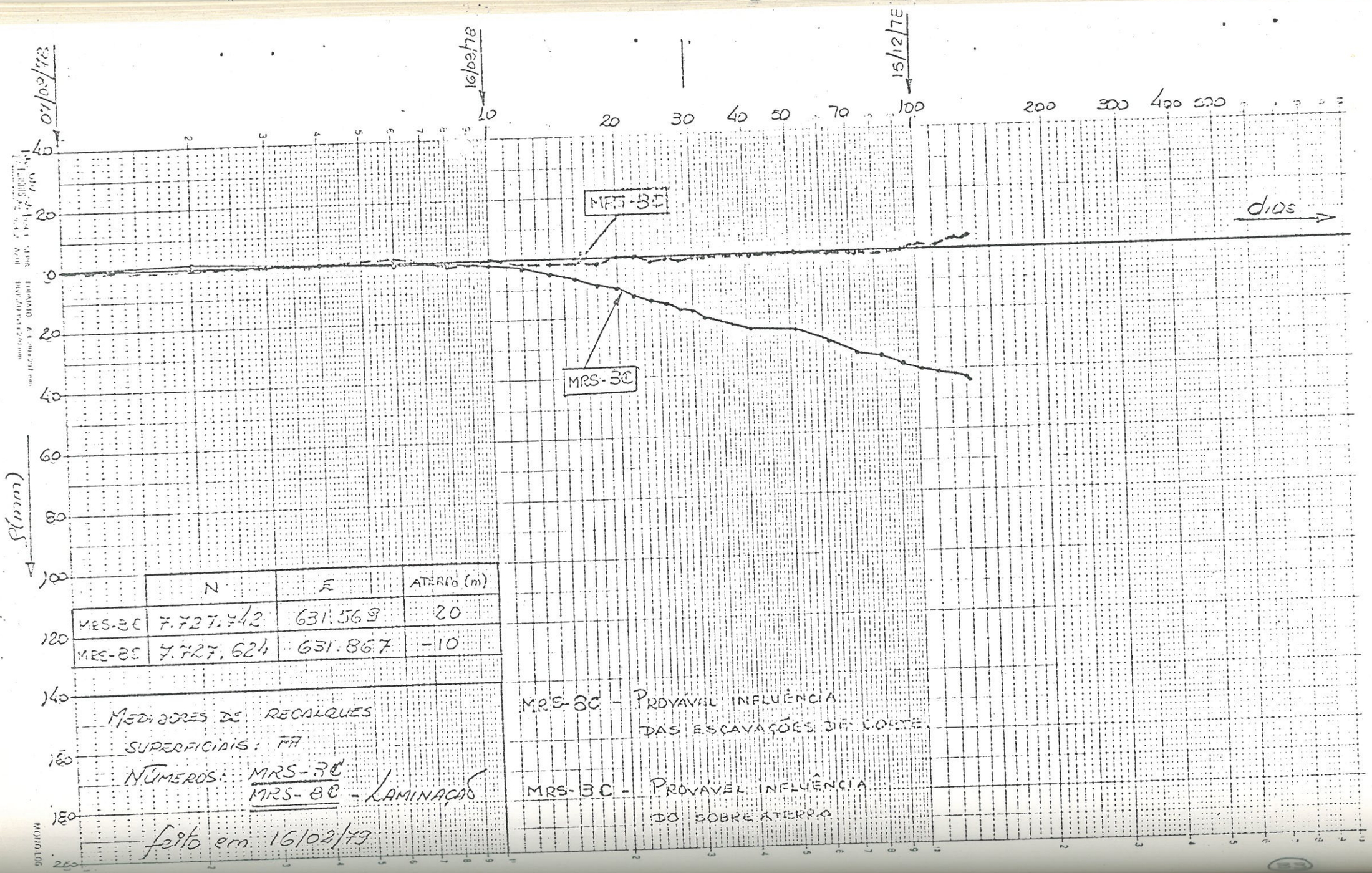
MRS-7C - PROVÁVEL INFLUÊNCIA DE ESCAVAÇÕES DE CORTE



	N	E	ATERRO (m)
MRS-4C	7.727.742	631.639	4.1



	N	E	ATERRO (m)
MRS-5C	7.727.712	631.689	29



	N	E	ATERRO (m)
MRS-3C	7.727.742	631.569	20
MRS-3C	7.727.624	631.867	-10

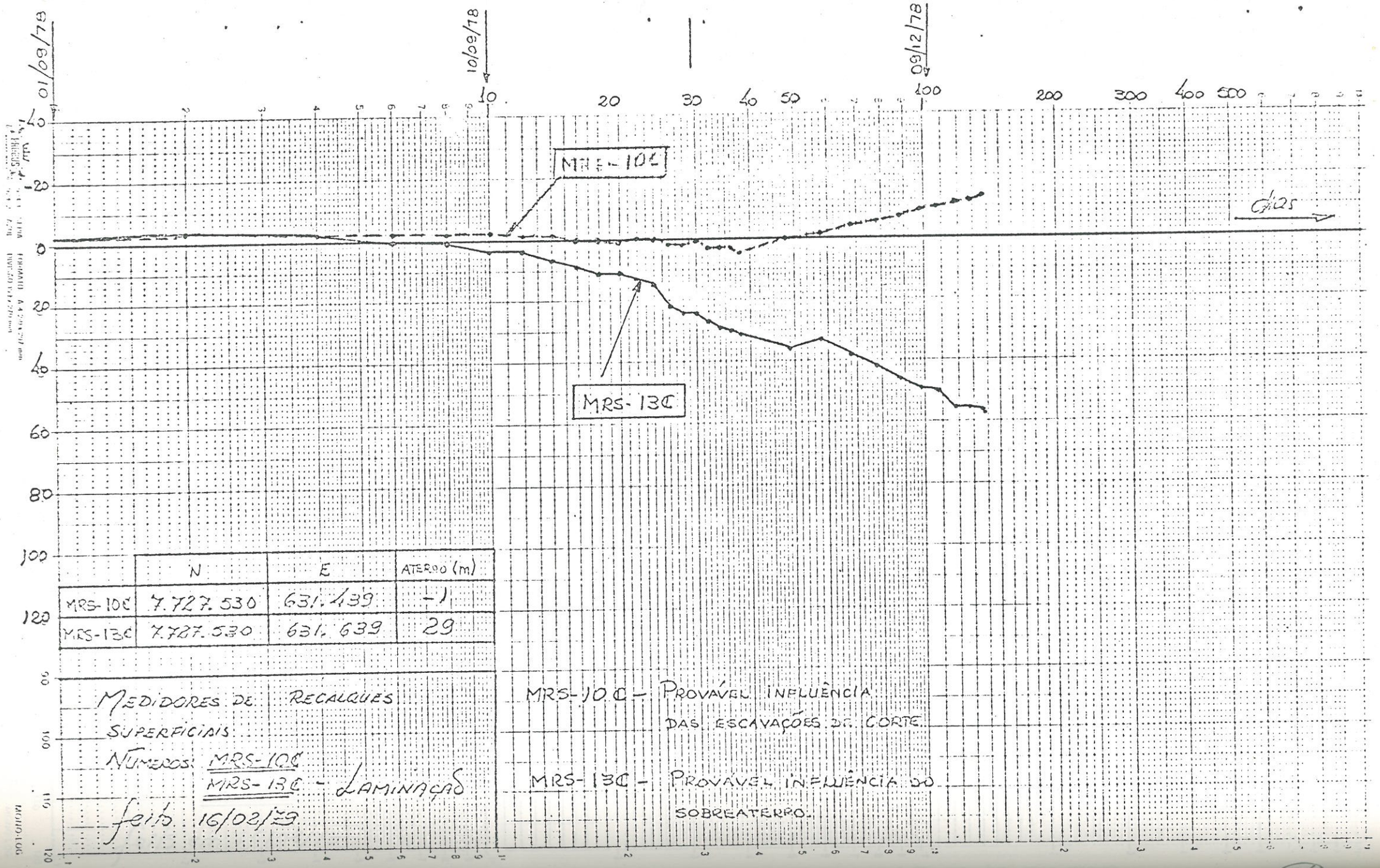
MEDIDORES DE RECALQUES SUPERFICIAIS: FA

NÚMEROS: MRS-3C / MRS-3C - LAMINAÇÃO

feito em 16/02/79

MRS-3C - PROVÁVEL INFLUÊNCIA DAS ESCAVAÇÕES DE CORTE.

MRS-3C - PROVÁVEL INFLUÊNCIA DO SOBRE ATERRO.



	N	E	ATERRO (m)
MRS-10C	7.727.530	631.439	-1
MRS-13C	7.727.530	631.639	29

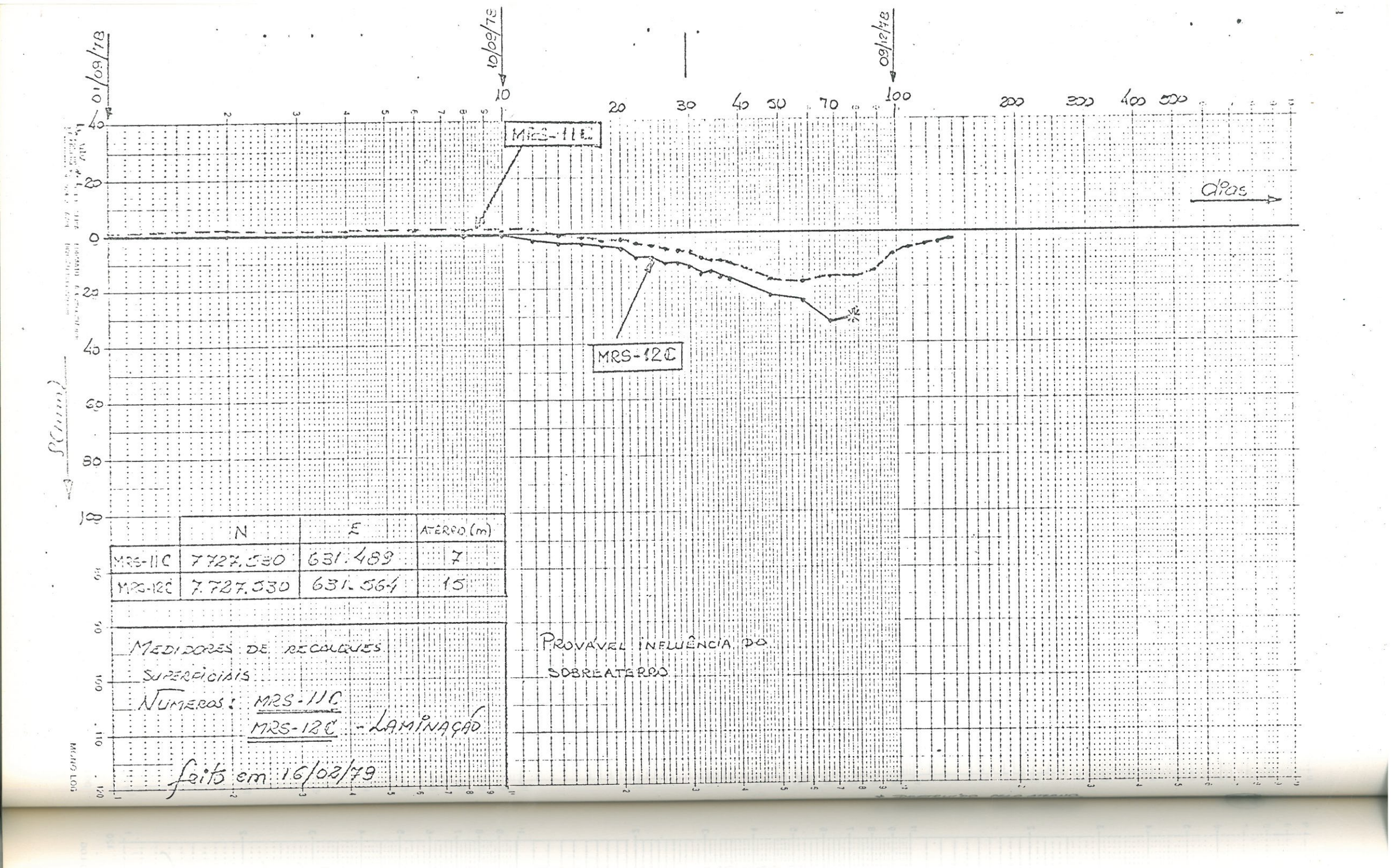
MEDIDORES DE RECALQUES SUPERFICIAIS

NÚMEROS: MRS-10C
MRS-13C - LAMINAÇÃO

feito 16/02/79

MRS-10C - PROVÁVEL INFLUÊNCIA DAS ESCAVAÇÕES DE CORTE.

MRS-13C - PROVÁVEL INFLUÊNCIA DO SOBREATERRO.



	N	E	ATERRO (m)
MRS-11C	7727.530	631.489	7
MRS-12C	7.727.530	631.564	15

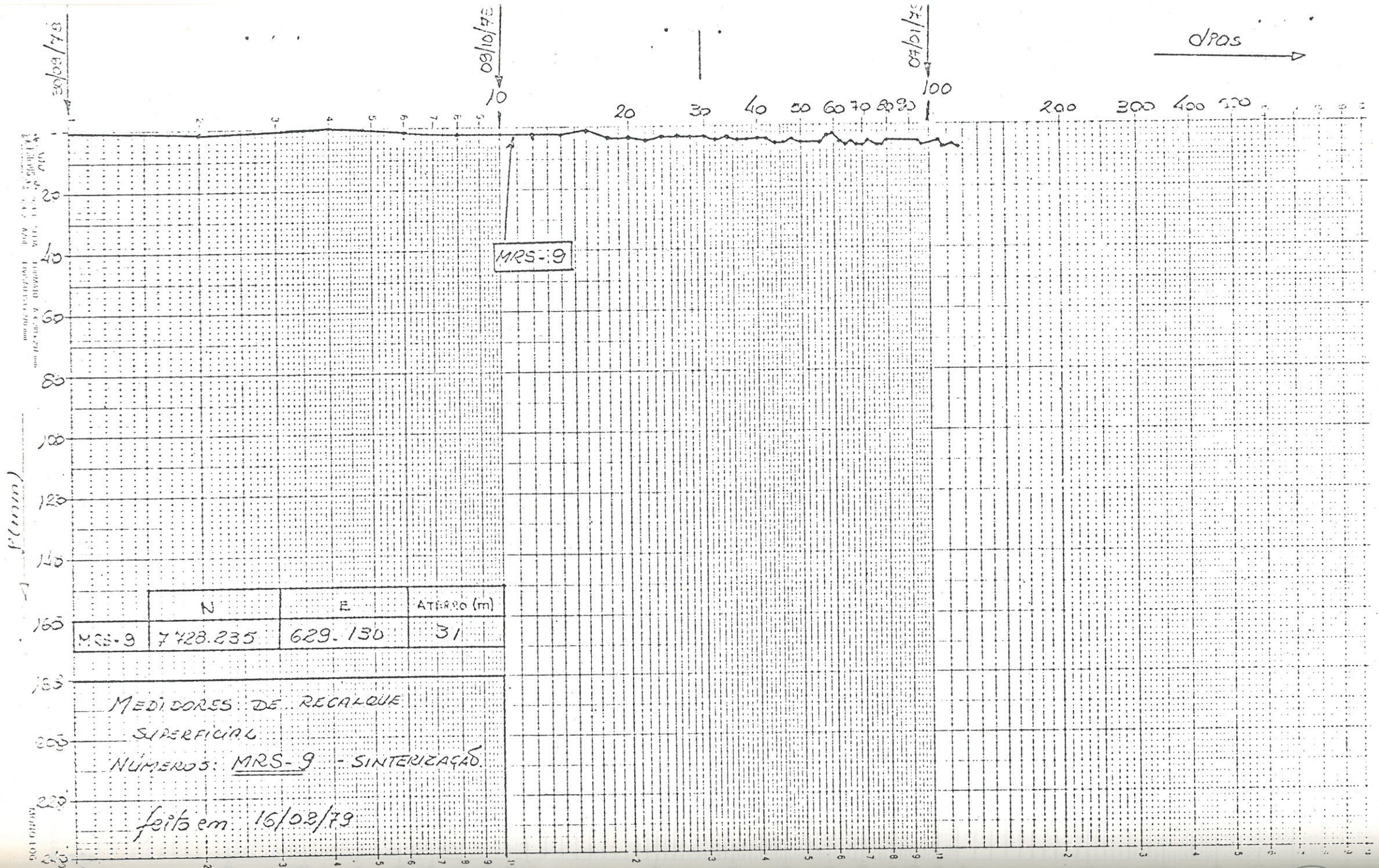
MEDIDORES DE RECALQUES SUPERFICIAIS

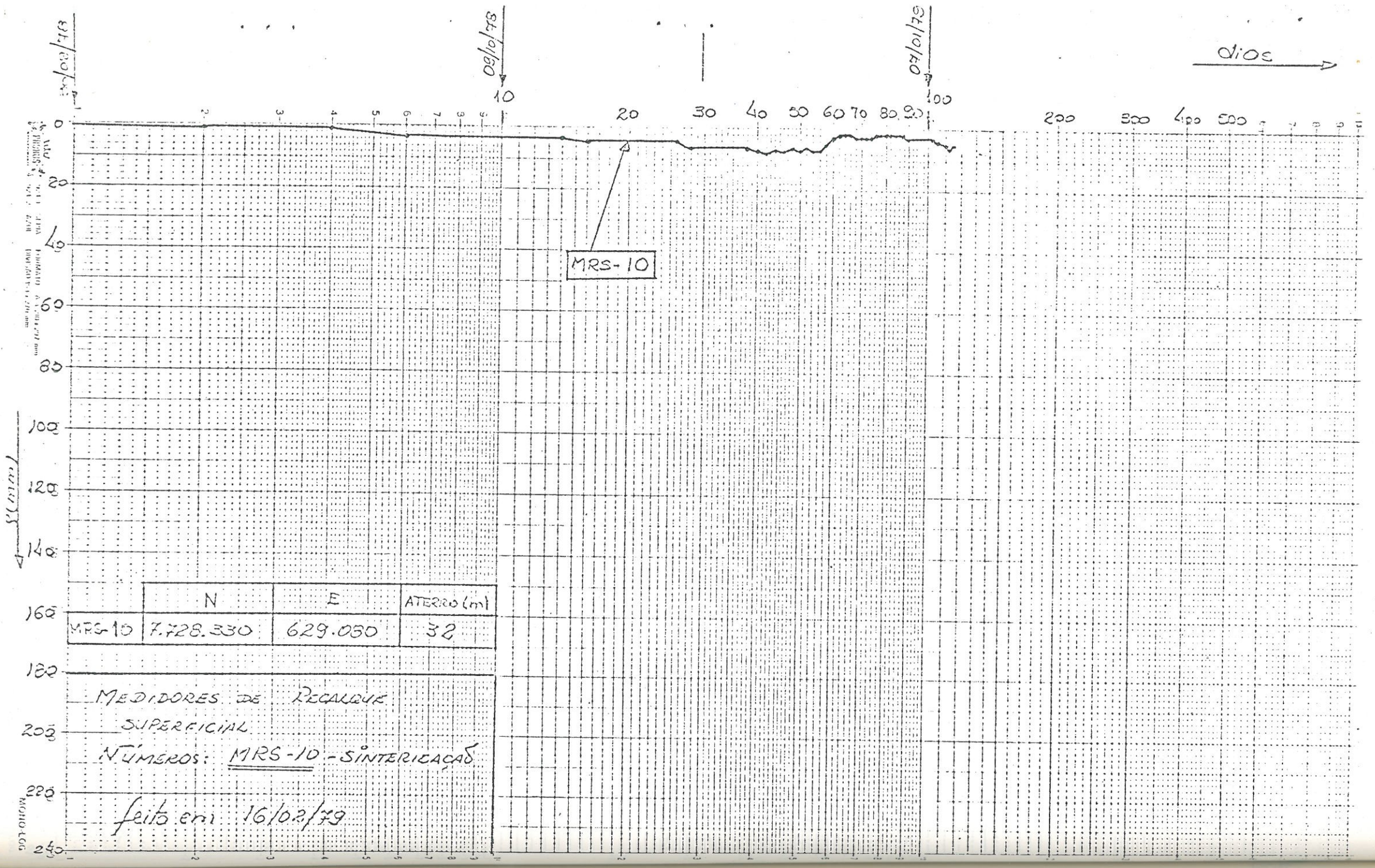
NÚMEROS: MRS-11C
MRS-12C - LAMINAÇÃO

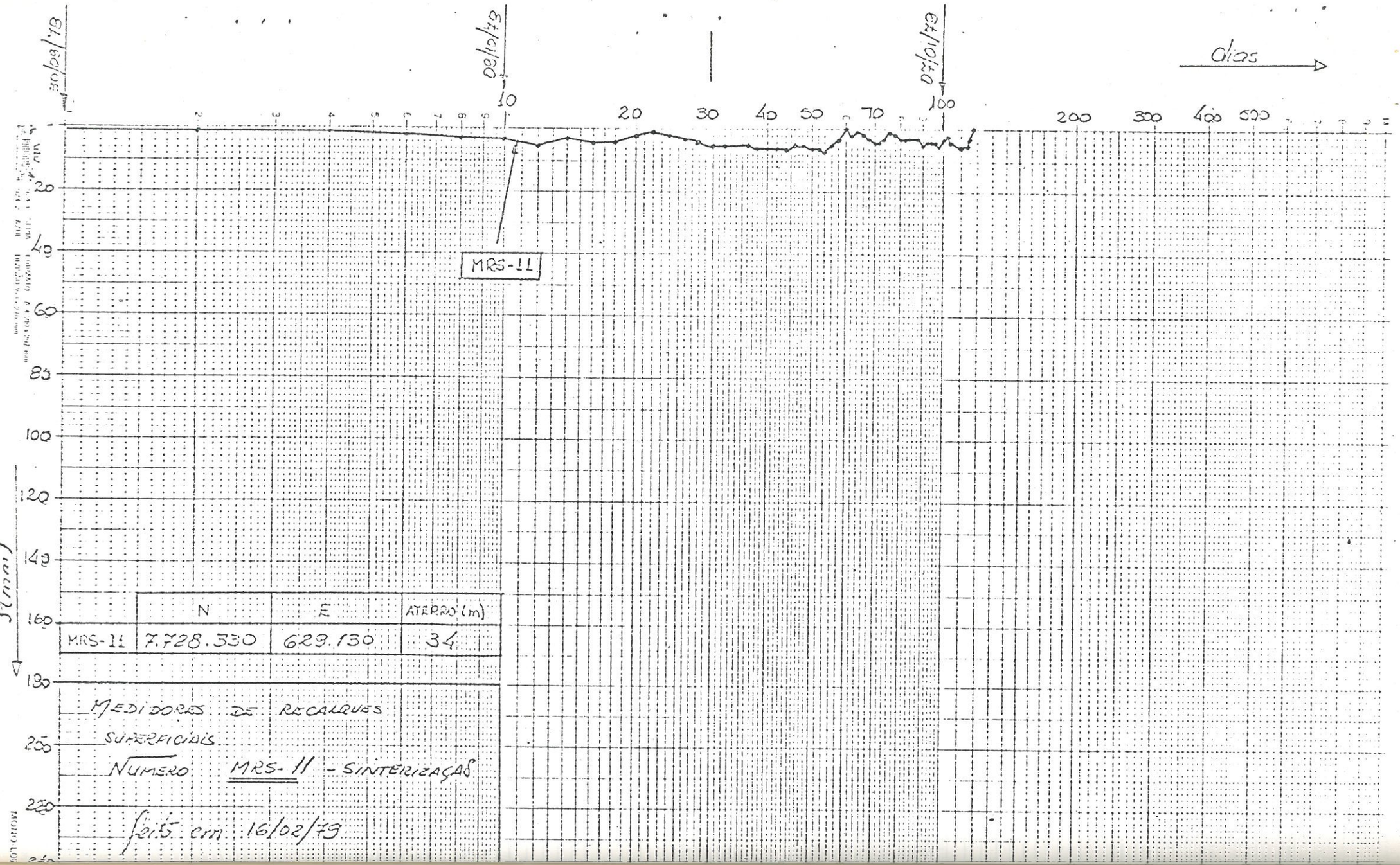
feito em 16/02/79

PROVÁVEL INFLUÊNCIA DO SOBREATERRO

S(mm)
01/09/78
07/09/78
10/09
16/09/78
09/12
15/12/78
MRS-14C
MRS-9C
PROVÁVEL INFLUÊNCIA DO SOBREATERRO
MEDIDORES DE RECALQUES
NÚMEROS: MRS-9C E MRS-14C
DATA: 15 em 15/09/78
MRS-9C
MRS-14C
X 727370
631.689
36
N
E
ATERRO (m)
MONO-106


30/09/78
09/10/78
07/01/79
dias
MRS-9
f (mm)
N
E
ATERRO (m)
MRS-9
7728.235
629.130
31
MEDIDORES DE RECALQUE SUPERFICIAL
NUMEROS: MRS-9 - SINTERIZAÇÃO
feito em 16/02/79


01/10/78
09/10/78
04/01/79
dias
MRS-10
mm
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
240
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
200
300
400
500
N
E
ATERRO (m)
MRS-10
7.728.330
629.050
32
MEDIDORES DE RECALQUE SUPERFICIAL
NÚMEROS: MRS-10 - SINTERIZAÇÃO
feito em 16/02/79

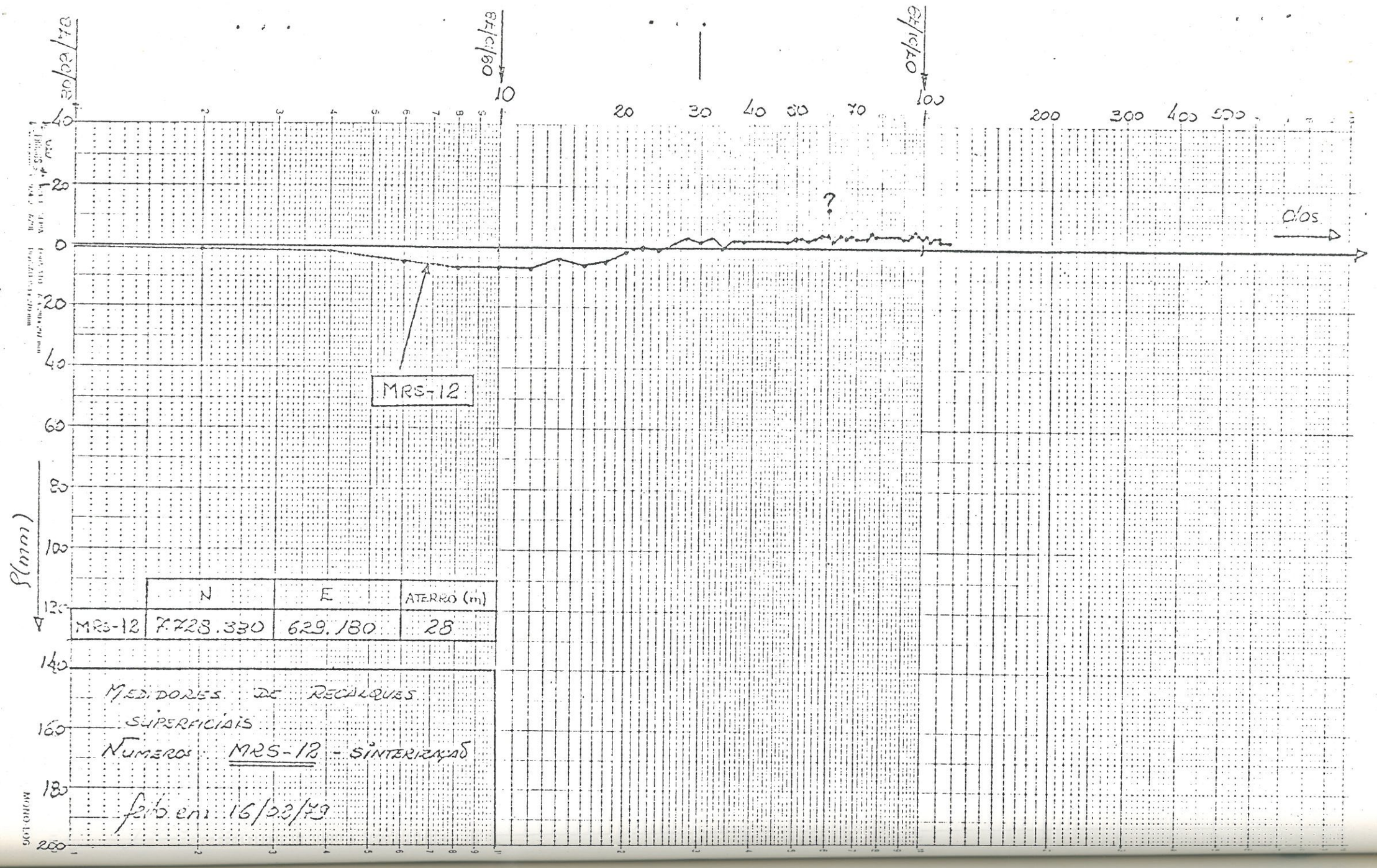


	N	E	ATERRO (m)
MRS-11	7.728.330	629.130	34

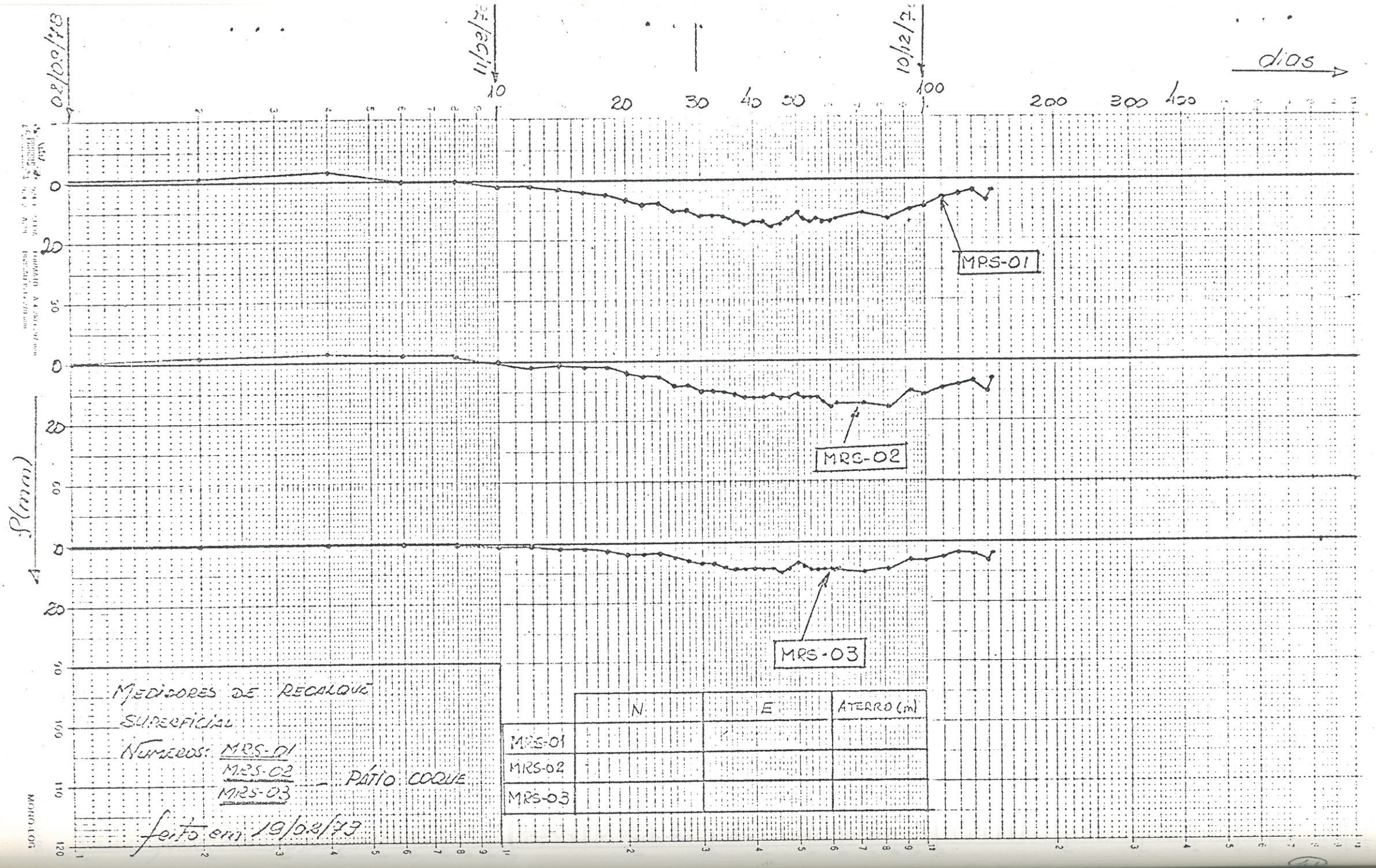
MEDIDORES DE RECALQUES SUPERFICIAIS

NUMERO MRS-11 - SINTERIZAÇÃO

fei.5. em 16/02/73



	N	E	ATERRO (m)
MRS-12	7.728.330	629.180	28


dias
MRS-01
MRS-02
MRS-03
MEDIDORES DE RECALQUE SUPERFICIAL
NÚMEROS: MRS-01 / MRS-02 / MRS-03 — PÁTIO COQUE
feito em 19/02/73
N
E
ATERRO (m)
MRS-01
MRS-02
MRS-03

MEDIDORES DE RECALQUES SUPERFICIAIS

NÚMEROS: MRS-01 PÁTIO PARA MRS-02 MATERIAIS MRS-03 DIVERSOS MRS-04

Início em 19/02/75

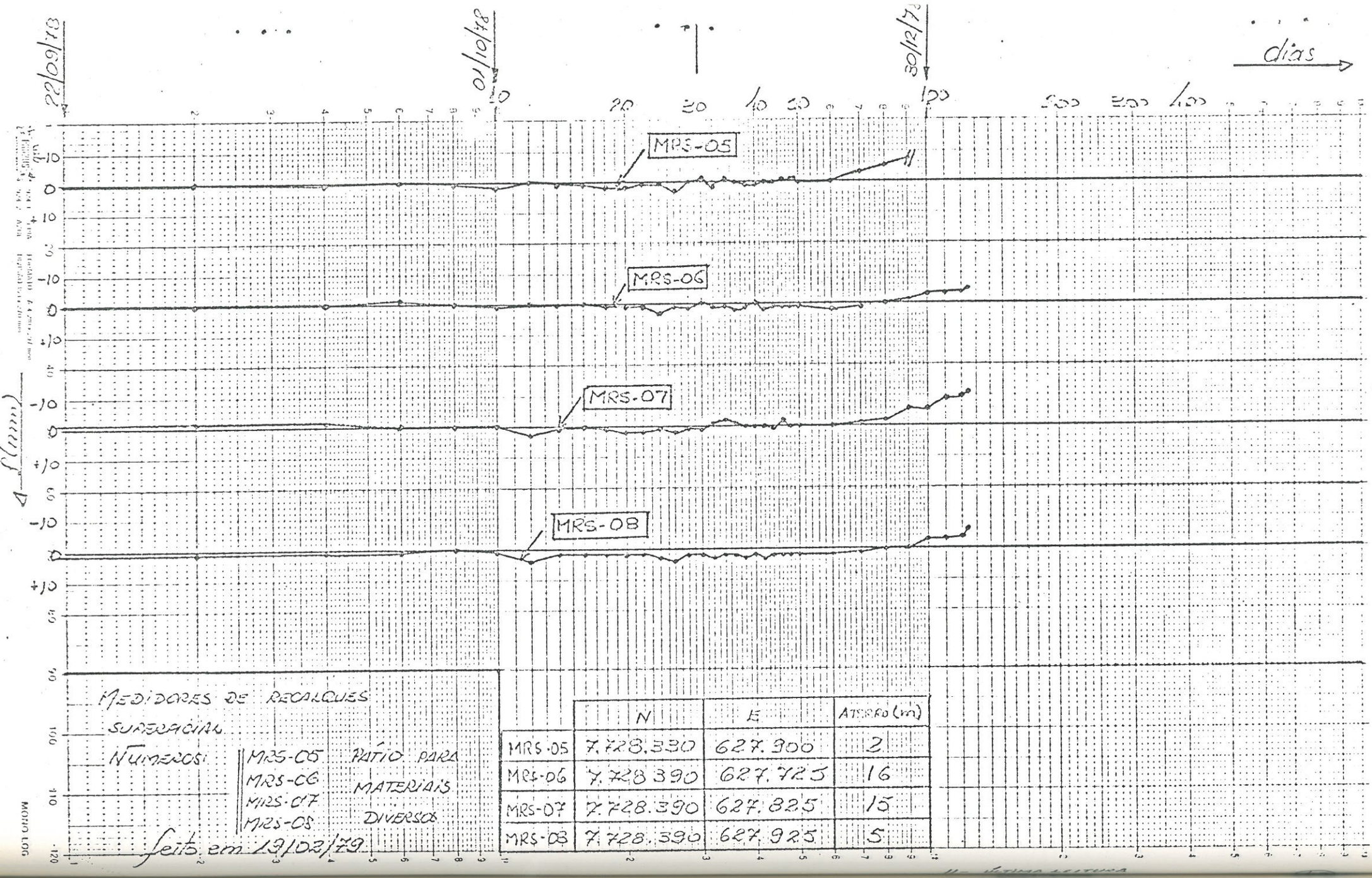
	N	E	ATERRO (m)
MRS-01	7.428.300	627.710	13
MRS-02	7.428.300	627.760	7
MRS-03	7.428.330	627.700	10
MRS-04	7.428.330	627.800	10

MRS-01
MRS-02
MRS-03
MRS-04

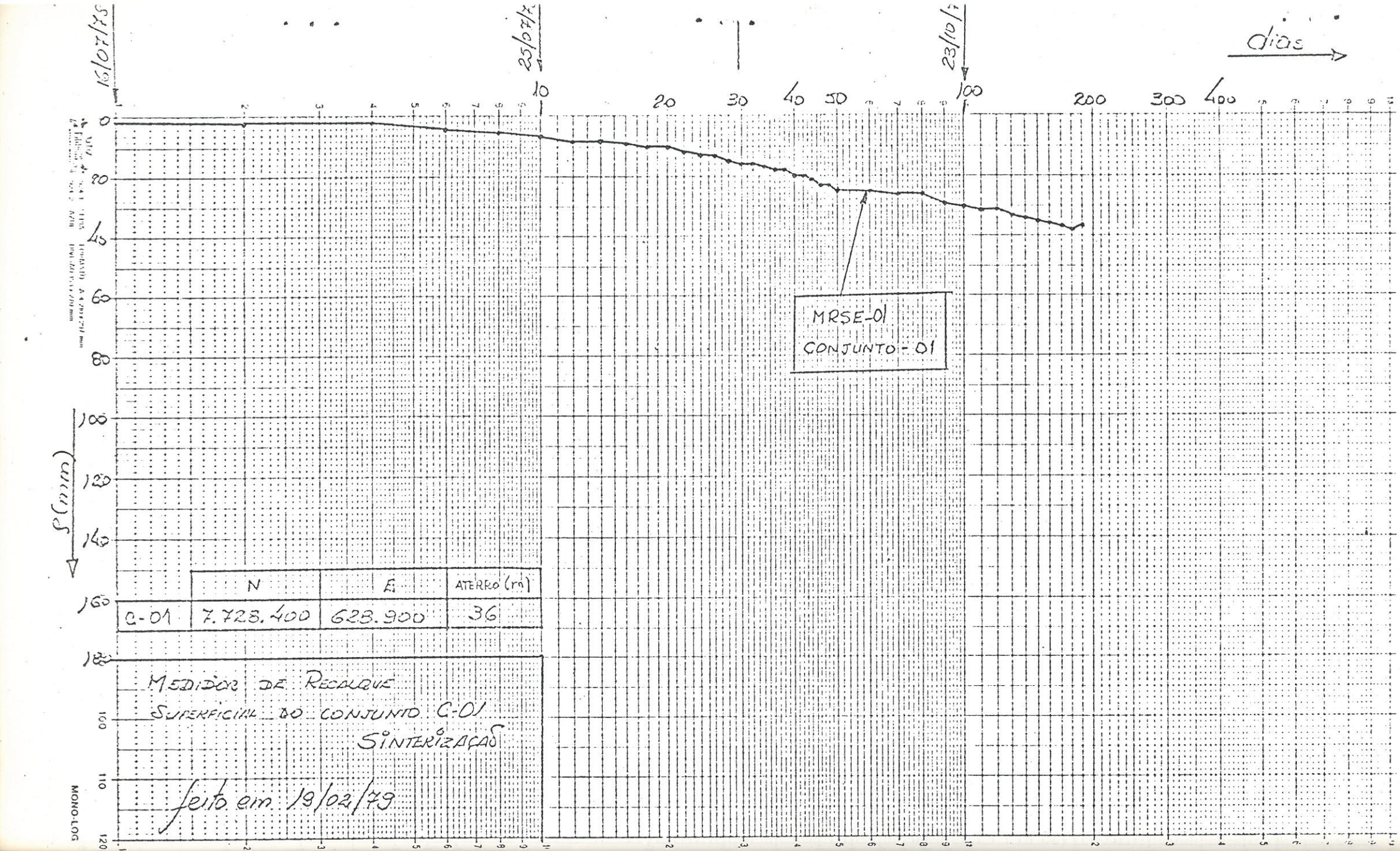
22/09/78
01/10/78
30/12/78

dias

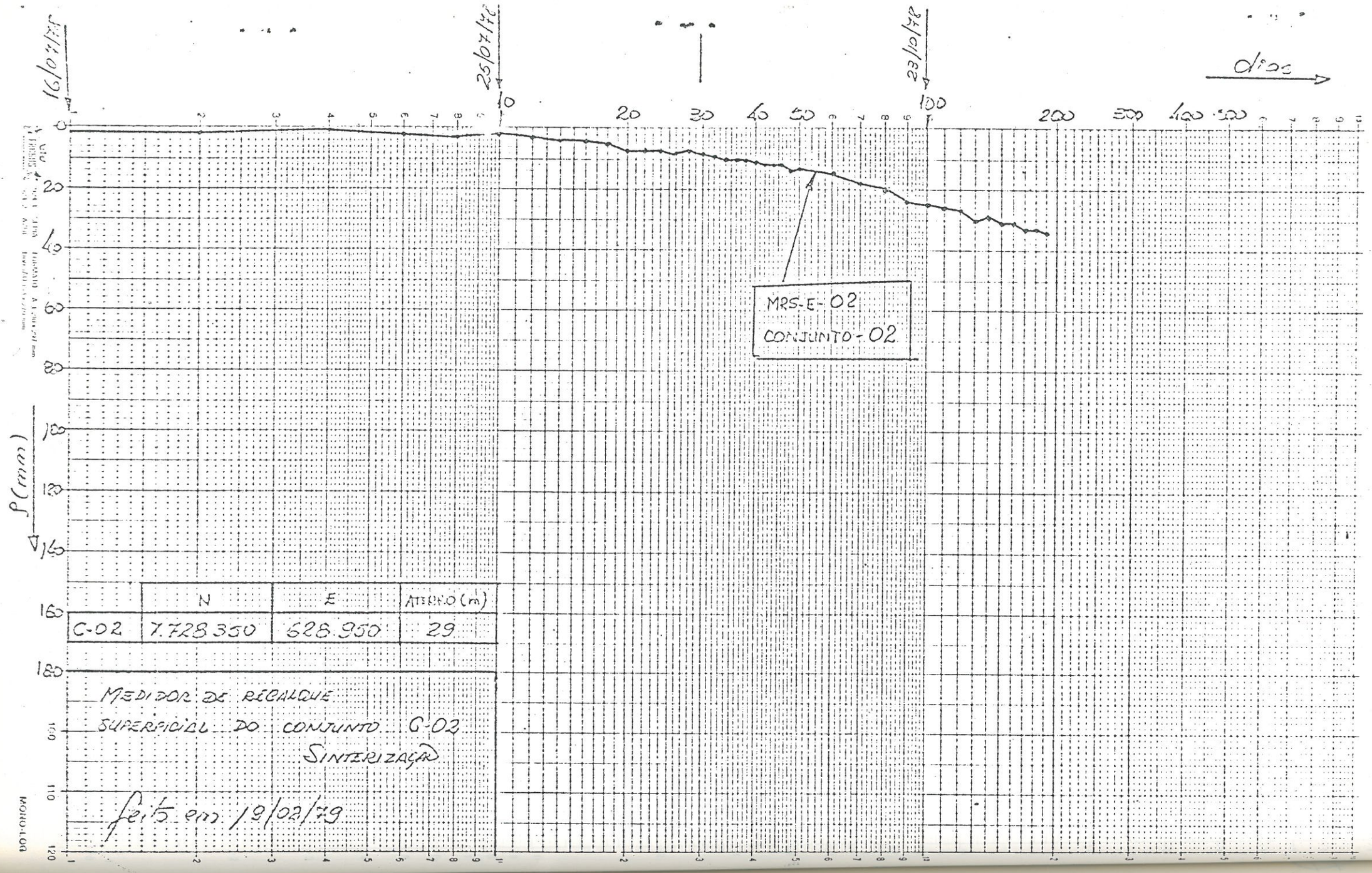
δ(mm)



	N	E	ATERRO (m)
MRS-05	7.728.330	627.900	2
MRS-06	7.728 390	627.725	16
MRS-07	7.728.390	627.825	15
MRS-08	7.728.390	627.925	5



	N	E	ATERRO (m)
C-01	7.728.400	623.900	36



	N	E	ATERRO (m)
C-02	7.728.350	628.950	29

MONO-LOG

ρ(mm)

160 140 120 100 80 60 40 20 0

15/07/78

25/07/78

23/10/78

MEDIDOR DE RECALQUE SUPERFICIAL DO CONSUMO C-03

SINTRA/ZAPAC

Fe/D em 19/02/79

	N	E	ATENDA (m)
C-03	7 728.250	623.750	33

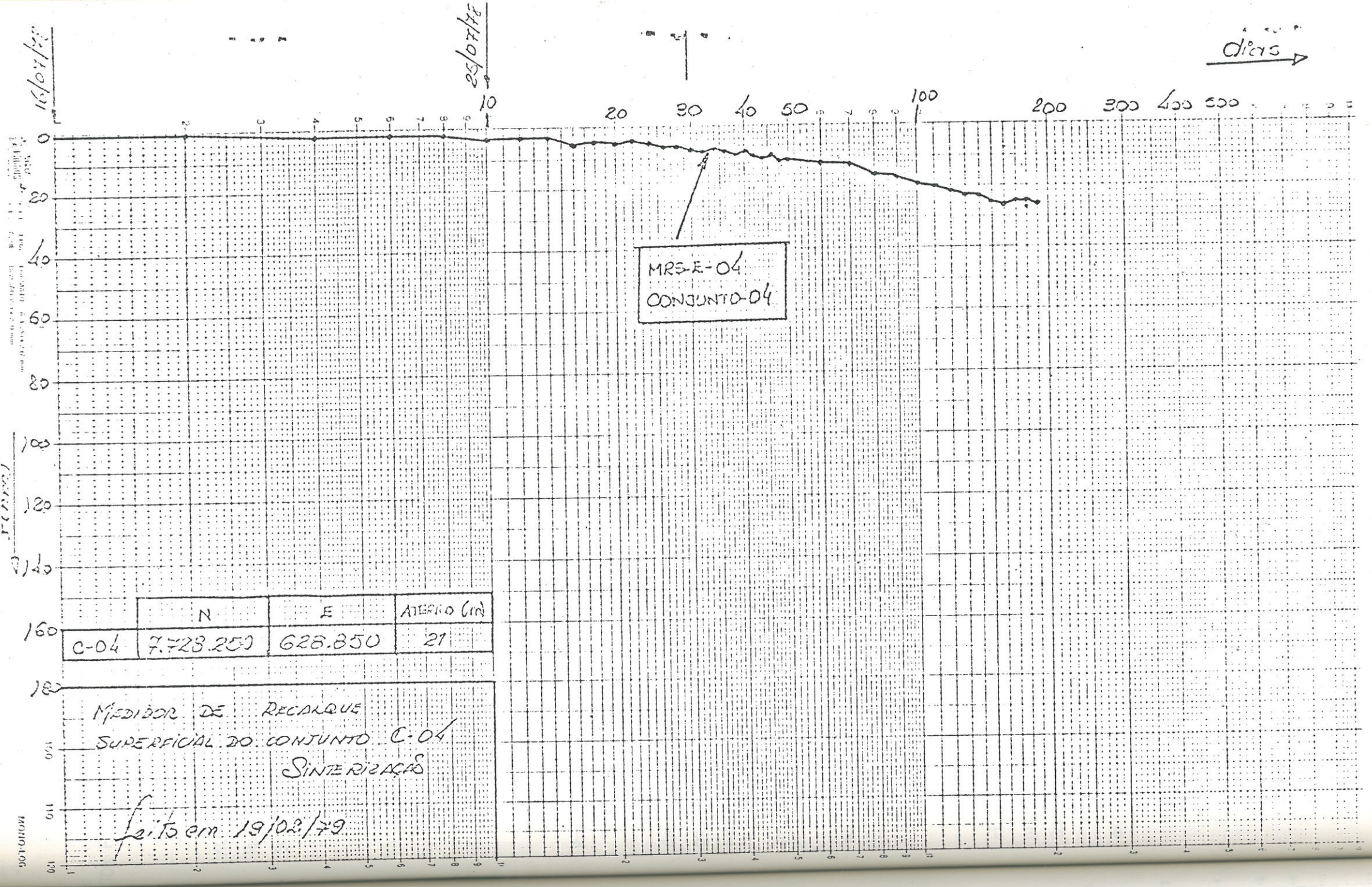
MRS-E-03 CONTINUO-03

90 100 110 120

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340 360 380

t/dias


16/07/79
25/07/79
dias
10
20
30
40
50
100
200
300
400
500
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
MRS-E-04
CONJUNTO-04
N
E
ATERRO (m)
C-04
7.728.250
628.850
21
MEDIDOR DE RECALQUE
SUPERFICIAL DO CONJUNTO C-04
SINTERIZAÇÃO
Leito em 19/02/79

CTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-210279

São Paulo, 21 de Fevereiro de 1979

ANEXO COM
RECEBERAM COPIAS
IGE IEEC DSAC

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref: Material recebido IEE-C-170/79
Exame expedito - Comentários iniciais
Providências solicitadas.

Prezados Senhores,

Tendo em mãos material de diferentes áreas da obra, recebidas através da remessa IEE-C-170/79, passamos a uma análise desse material, posicionando sempre que possível nossas recomendações e sugestões iniciais, bem como solicitando providências de V.Sas quando se fizer necessário.

1) Relatório SEEBLA 1C03Z00-A-5023-A Billet Mill - Estudo Técnico-econômico entre alternativas viáveis para estaqueamento.

Será analisado e comentado em relatório que seguirá brevemente.

2) Relatórios: BH-SIN-LA-131/78-17
BH-PPQ-LA-320/78-1
BH-SOP-LA-324/78-3

Estes relatórios contêm resultados dos ensaios de laboratórios executados sobre amostras coletadas próximas do local de execução das provas de carga sobre placas. Foram portanto incorporados ao nosso Programa Genérico de Prova de Carga.

3) Os demais itens que seguem abaixo foram incorporados aos estudos em andamento ou incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno:

3.1) Relatórios: BH-LAM-DS-539/77-70
PZ-539/77-68
SM-129/79-1
SM-539/77-65
SM-539/77-69
PMP-SP-156/78-9
CMA-DS-143/78-3

Nº 206
IEEC
ARQUIVO

07 MAR 1979
SECRETARIA

BH-SIN-PZ-131/78-23
COQ-RN-158/78-22
COQ-RN-158/78-18
ACI-INA-191/78-14
CAL-SM-351/78-3

Desenhos: 1E09E01-D-4008-A
1E02I01-D-4001-A
1E02H01-D-4001-A
1E09B01-D-4004-A
1E09I01-D-4004-A.

Memos: AP-S-291/79
AP-S-292/79
AP-S-286/79
AP-S-287/79
AP-S-284/79

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

N.º
IEE-C

LG/CA/ms

IEEC

TOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-LM-010379

São Paulo, 01 de Março de 1979

23 MAR 0212 008140

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 — 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

ANEXO COM

RECEBERAM COPIAS

ISE | IEEC | ISAC

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

RECEBIDO
23 MAR 1979
SECRETARIA

8

ARQUIVO

Ref: Pacote C-05
Fundações das Colunas das áreas BH1, BH2 e BH6

25.MAR.1979

Prezados Senhores,

Acusamos recebimento do memorial de cálculo das fundações das colunas das áreas acima referidas e, atendendo a solicitação expressa de V.Sas analisamos o material recebido, tendo o seguinte a comentar:

1- Os critérios empregados no desenvolvimento do projeto em questão não foram incorporados ao memorial apresentado. Desnecessário será assinalar o já repetidamente acordado de que qualquer projeto de fundações deva iniciar-se com uma explanação e justificação dos critérios adotados para o detalhamento do projeto: tal procedimento se impõe mais acentuadamente em casos de trabalhos em equipe e de responsabilidades compartilhadas. No caso em análise, uma justificação dos critérios adotados provavelmente deixaria claras de início, algumas das indagações que a seguir formulamos:

1.1- Quais teriam sido as considerações sobre o comportamento do aterro quanto a recalques de adensamento e de compressões secundárias e sua influência nas fundações?

Aparentemente nenhumas salvo as dos itens 9 das tabelas de cálculos (50 mm settlement, suposto diferencial máximo total, aterro mais sapata) e os esforços (diminutos?) respectivos (colunas Moment, Shear).

Considerando tais esforços proporcionalmente insignificantes, resultaria a conclusão de que a limitação aos recalques não estaria ligada a problemas estruturais e sim a tolerâncias mecânicas. Se assim for, a hora a partir da qual começaria a valer a limitação do recalque diferencial seria sòmente após o "chumbamento" do equipamento (ex. fixa

N.o 669
IEEC
Geologia
Obra

ção do trilho da ponte rolante)?

1.2- Quais os motivos que teriam condicionado a adoção de fundação tipo direta para as áreas BH1 e BH2 enquanto que por estacas para a área BH6, se o sub-solo e os carregamentos dos pilares podem ser considerados semelhantes para as três áreas? (N.B. Adiante discutiremos as sérias contraindicações quanto a estacas através dos aterros).

1.3- Quais seriam os recalques totais e diferenciais máximos permitidos realmente para a estrutura? e a partir de que fase de montagem passam a influir no comportamento da super estrutura, e, finalmente, sòmente no equipamento.

2- Quanto ao memorial de cálculo temos os seguinte a comentar, iniciando pelas fundações das áreas BH1 e BH2.

2.1- Qual teria sido a tensão máxima de dimensionamento (média e máxima de bordo) admitida no terreno para atender aos coeficientes de segurança perante critérios de rutura?

Embora em qualquer fundação o dimensionamento exige cálculos em separado tanto perante eventual rutura quanto perante recalques provocados pelo próprio apoio individual, depreende-se dos memoriais de cálculo que apenas o primeiro esteja incluido (adiante discutiremos, porém, a total invalidês do procedimento de cálculo).

2.2- Não parecem ter sido elaborados cálculos de recalque a prever para a fundação de cada pilar por seu próprio carregamento para comparação com os permitidos? Ressalta-se que tais recalques são complementares aos do aterro.

2.3- Qual seria a necessidade de se executar todas as sapatas tão profundas? Ao que parece, alguns pilares são próximos das escavações das fundações dos equipamentos; para estes a fundação aprofundada parece apropriada; entretanto, inúmeros outros pilares poderiam se apoiar em sapatas mais rasas do que está previsto, geralmente respeitando o critério de códigos de subir gradativamente a não mais do que 45° relativo a sapatas contíguas.

2.4- Ainda assim para os casos de utilização de sapatas profundas observa-se que na transposição dos esforços desde o topo da fundação (cota 0,00 do memorial) até a base respectiva (cota - 12,0m aprox.) só foi considerado o peso próprio do concreto,e do solo sobre a sapata, sem qualquer consideração dos esforços transversais do terreno circundante (empuxos ativos e/ou reativos, e esforços cisalhantes verti

cais). Isto posto, por exemplo indagaríamos porque não foram considerados os esforços de momentos e forças horizontais absorvidas (pelo menos em parte) pelo comprimento do pilar que fica enterrado?

2.5- Finalizando os comentários das fundações destas áreas, pedimos vênia para assinalar que, admitindo estarem os memoriais orientados exclusivamente em função de pressão admissível condicionada perante critério de rutura (cf. item 2.1), os cálculos expostos ferem liminarmente os principios que constam de todos os livros de texto etc. e que são acatados como conceitos indiscutíveis.

A rutura (capacidade de carga) é de cisalhamento e inexoravelmente só se relaciona com o diferencial de tensão da área da sapata, comparada com as da área circumdante carregada pelo terreno (e sobrecargas respectivas).

Assim sendo, não é correta a consideração do peso próprio da fundação e do solo sobre a fundação (acrescido eventualmente de sobrecargas sobre ele), já que tais esforços não provocariam tendência à rutura (pelo contrário, aumentam a segurança da fundação quanto a rutura, devido ao aumento de confinamento) e os recalques provenientes da aplicação destes esforços causarão recalques nos pilares quaisquer que sejam as dimensões das sapatas pois os recalques são decorrentes da deformação de todo o maciço. Veja-se o esquema anexo para melhor elucidação.

Casos existem, sem duvida em que pela pouca profundidade da cota de apoio, e pela inexistência de sobrecargas no terreno circundante tais considerações seriam pouco significativas e portanto academicas. É patente porém que o caso presente é extraordinariamente diferente, exigindo o respeito criterioso ao conceito. Por exemplo, pelos memoriais de cálculo recebidos depreende-se que tais esforços representam cerca de 80% do total da carga vertical (incluindo-os): isto é, por exemplo, excluindo-as a taxa significativa sobre o apoio ao invés de alcançar cerca de 35 a 40 t/m^2 se limitaria a menos do que 10 t/m^2!!

2.6- Não podemos deixar de ressaltar porém (veja-se o esquema) a necessidade de apreciar em separado o problema de recalques provocáveis pelas estruturas e sobrecargas sob conjunto de tensões bem diferentes das acima apreciadas.

3- Quanto à área BH6 temos o seguinte a comentar como conceito liminar minimo, sem excluir alguns dos itens supra que voltam a reincidir:

3.1- Qual o critério empregado que levou a escolha de estacas metálicas, e estas especificamente para 160t? Que secção de aço a Projetista indicaria para suportar tal carga? e quanto ao eventual atrito negativo: estaria considerado? Em que valores?

3.2- Não parece ter sido lembrado o problema da ação de recalques complementares inexoráveis por adensamento e compressão secundária do solo circumdante, em áreas de aterro, provocando deformações de flexão nas estacas inclinadas. Tais efeitos são inevitáveis e geralmente reconhecidos como de análise muito complexa.

3.3- Perante os esforços horizontais em questão, não parece ser necessária a inclinação de estacas para absorver tais esforços; estacas verticais seriam suficientes para suportar os esforços horizontais da ordem dos apresentados, mesmo sem levar em conta a capacidade de absorver esforços horizontais em função de empuxos e atritos dos blocos de capeamento e nas estruturas enterradas sobrejacentes.

4- Sem nos delongarmos em mais exposições de pontos duvidosos e inaceitáveis nos projetos e memoriais em questão, pedimos vênia para ressaltar que só caberia uma revisão total, visto que a principal incorreção (tida como aparente) parte do início dos documentos em apreciação.

5- Colocando-nos a disposição de V.Sas e da Projetista para quaisquer esclarecimentos adicionais que se façam necessários, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

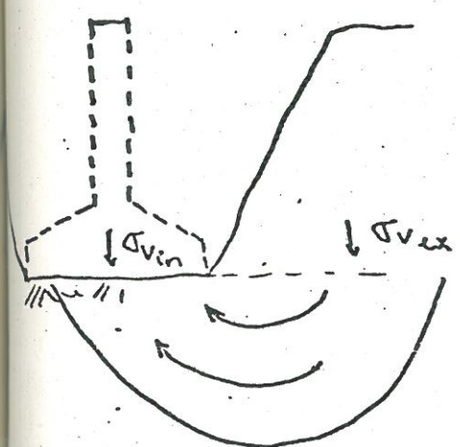
VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

Victor F.B. de Mello

VM/MC/ms

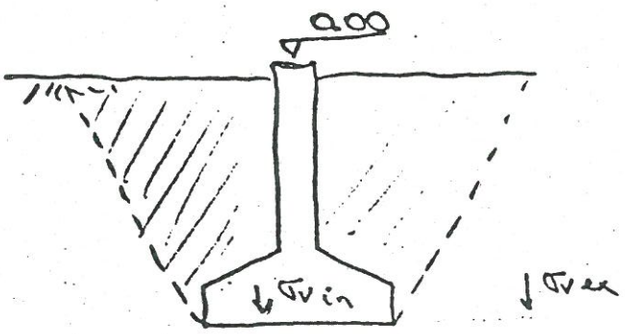
Tensões Condicionantes de rutura de sapatas : conceitos

- escavação



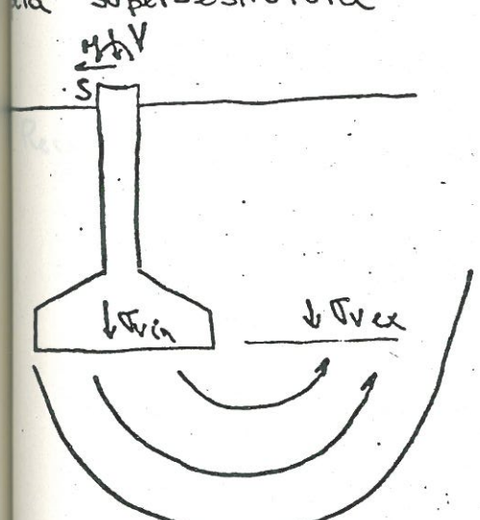
σvin tendência de
a para dentro do furo

2º Fase concretagem e reaterro



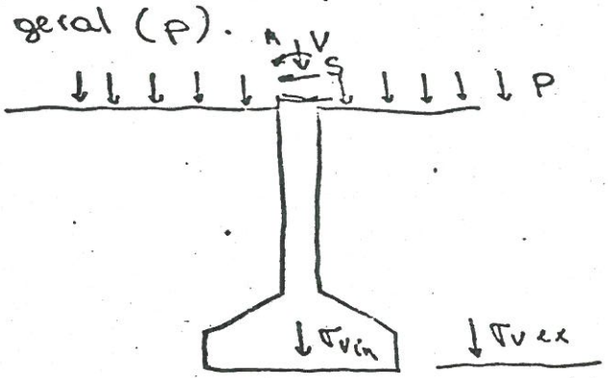
σvin ≈ σvex não há tendência a rutura, mera "reposição" do macio original. Recalques consequentes pequenos, não afetam a cota 0.00 (antes que se materialize)

- carregamento do pilar
ela super-estrutura



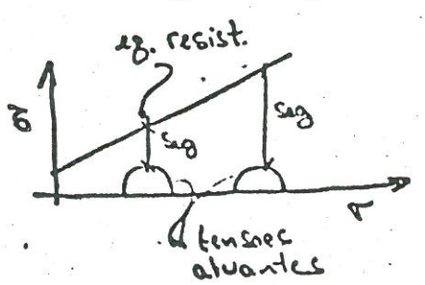
σvex tendencia a rutura
dação, proporcional a
- σvex

4ª Fase aplicação de sobrecarga geral (p).



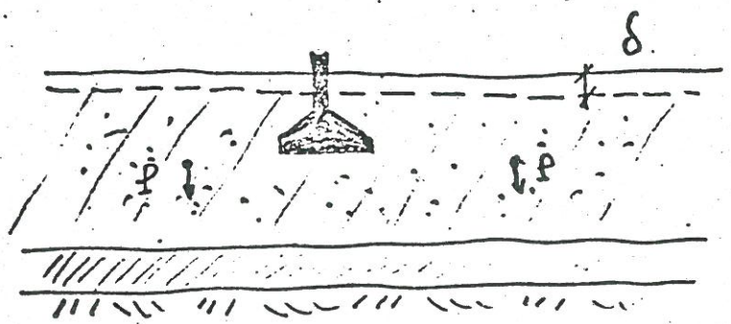
sem sobrecarga $\frac{\sigma_{vin} - \sigma_{vex}}{\Delta_1 \text{ sdo}}$

com sobrecarga $\frac{(\sigma_{vin}+p) - (\sigma_{vex}+p)}{\Delta_2 \text{ sdo}}$

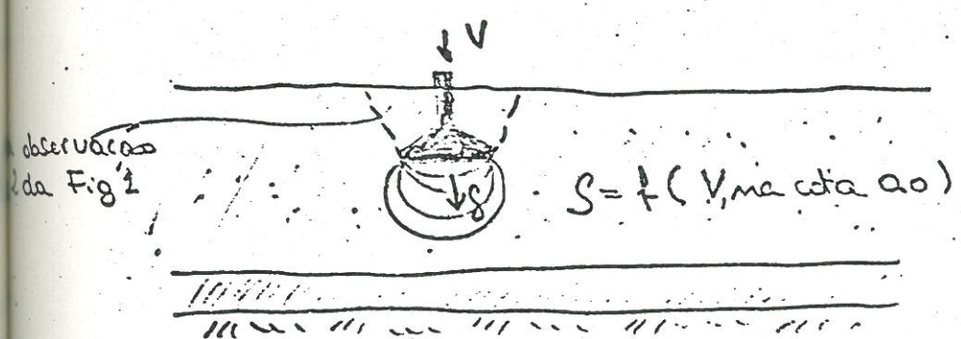


Recalques

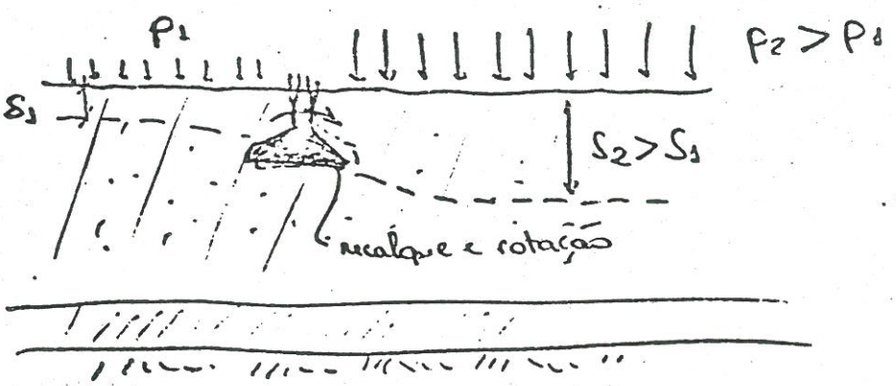
Recalque de adensamento do aterro devido ao seu peso próprio
(considerado a parte, 50 mm diferencial tolerado)



Recalque da sapata



Recalques e deformações devidos à sobrecarga



Recalque total da base do pilar:

soma das parcelas acima

São Paulo, 01 de Março de 1979

AJOMAX - AJOMAX GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Otélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref: Pipe-Rack
Pacote D-03

Prezados Senhores,

1) INTRODUÇÃO

Visando auxiliar V.Sas e a Projetista no detalhamento das fundações do Pipe-rack, apresentamos o seguinte relatório contendo sugestão para execução de fundação facilmente "regulável" de forma a compensar os eventuais recalques do aterro. Apresentamos também considerações sobre os recalques dos aterros baseados nas observações dos medidores de recalque superficiais, para que V.Sas e a Projetista consigam avaliar a frequência dos serviços de renivelamento da tubulação através da análise da velocidade de recalques dos marcos superficiais.

2) Sugestão de sistema de regulagem.

Apresentamos, no desenho nº 1 anexo, de forma esquemática um sistema que permitiria facilmente levantamento dos pórticos de apoio das tubulações.

Deve-se notar que durante a operação de levantamento os esforços horizontais não deixariam de ser absorvidos pelo consolo sobre a sapata.

Inúmeros outros esquemas semelhantes a este apresentado poderão ser imaginados. Solicitaríamos pronunciamento da Projetista otimizando este esquema.

3) Quanto a velocidade de recalques

Apresentamos em tabela anexa as velocidades de recalque de uma série de medidores de recalques superficiais, escolhidos entre os que apresentam maiores velocidades de recalque presentemente.

Apresentamos na tabela anexa, além da velocidade determina-

da a partir das últimas leituras disponíveis, a velocidade estimada para o mês de agosto próximo quando admitimos se completariam as primeiras fases de montagem da tubulação, momento a partir do qual os recalques diferênciais passariam a introduzir esforços na tubulação.

Analisando tais velocidades, e mesmo admitindo de forma pessimista que os recalques totais dos marcos superficiais tenham seus valores assumidos como recalques diferenciais entre porticos do pipe-rack, consideramos viável o planejamento e execução de um programa de renivelamentos que consiga manter a obra dentro dos critérios de recalque estabelecidos.

Analisamos por exemplo o medidor de recalque 075 (ver desenho II) que apresenta as maiores velocidades de recalques depois do medidor 060 que não é considerado pois poderia ter sua velocidade de recalque grandemente acelerada quando do início do lançamento do sobre aterro. Além disto o medidor 075 está locado num ponto de passagem do pipe-rack.

Admitindo que a velocidade continue constante (em escala logaritmica) e ainda admitindo que em cada renivelamento possa se suspender os pilares de 4cm, sendo 2cm para renivelar e 2cm adicionais de contra-flecha, teríamos uma hipotética programação de manutenção conforme mostra esquema anexo (ver desenho III).

Deve ficar claro que as velocidades de recalque foram estimadas de modo pessimista, não considerando a inexorável estabilização dos recalques (em gráfico logarítmico) que ocorrerá com o tempo, resultando assim uma frequência de manutenção ainda menor do que a aqui esquematizada.

4) Recomendamos a V.Sas que enviem à Projetista cópia do nosso relatório AÇO-G-20027 onde são plotados os comportamentos de recalques dos marcos superficiais.

Sem mais para o momento e colocando-nos a disposição de V.Sas para esclarecimentos que se fizerem necessários, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

MC/ms

VELOCIDADE DE RECALQUE ESTIMADA PARA ALGUNS MARCOS SUPERFICIAIS.

Número do Marco	Velocidade de Recalque Estimada atual (S em mm/mês)	Velocidade do Recalque Estimada para Agosto/79 (P em mm/mês)
004	2,7	2,0
006	6,7	4,0
007	7,0	4,1
010	6,7	4,0
011	4,2	2,5
012	4,4	2,9
013	7,7	5,1
014	3,8	2,2
015	1,0	0,7
016	5,7	3,9
017	0,7	0,4
018	1,7	1,3
019	4,7	3,1
020	2,0	1,2
021	5,0	3,3
022	4,3	2,5
023	5,6	3,3
024	3,3	2,5
025	0,4	0,2
026	1,6	1,0
027	2,7	1,7
028	8,4	5,5
029	10,9	7,2
030	8,9	5,9
052	—	—
053	2,3	1,5
054	1,6	1,1
055	2,7	1,8
056	2,1	1,4
059	21,0	12,5

Número do Marco	Velocidade de Recalque Estimada atual (em mm/mês)	Velocidade de Recalque Estimada para Agosto/79 (em mm/mês)
060	44,6	26,7
061	9,8	5,8
062	0,5	0,4
073	1,3	0,9
074	0,5	0,4
075	14,8	10,6
076	0,1	0,1
077	1,1	0,8

dias

1 10 2 3 4 5 6 7 8 9 100 2 3 4 5 6 7 8 9 1000

(cm)

0 10 20 30 40 50 60 70

Instalação

1ª manutenção

2ª manutenção

3ª manutenção

4ª manutenção

18/12/78

8/79 - Início das medições

1/80

7/80

2/81

10/81

datas previstas para as manutenções

Incorporação futura da estabilização

MRS-75

N - 7.727.770

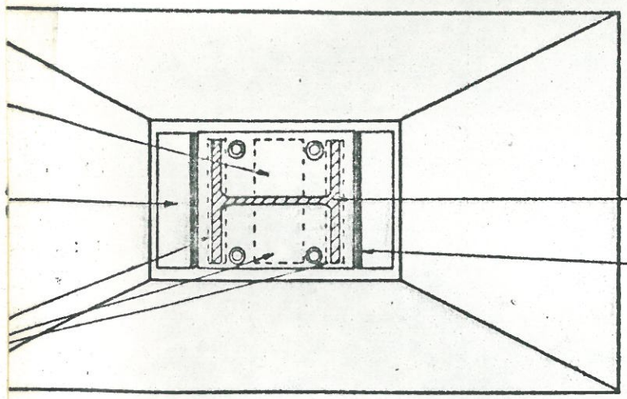
E - 630.020

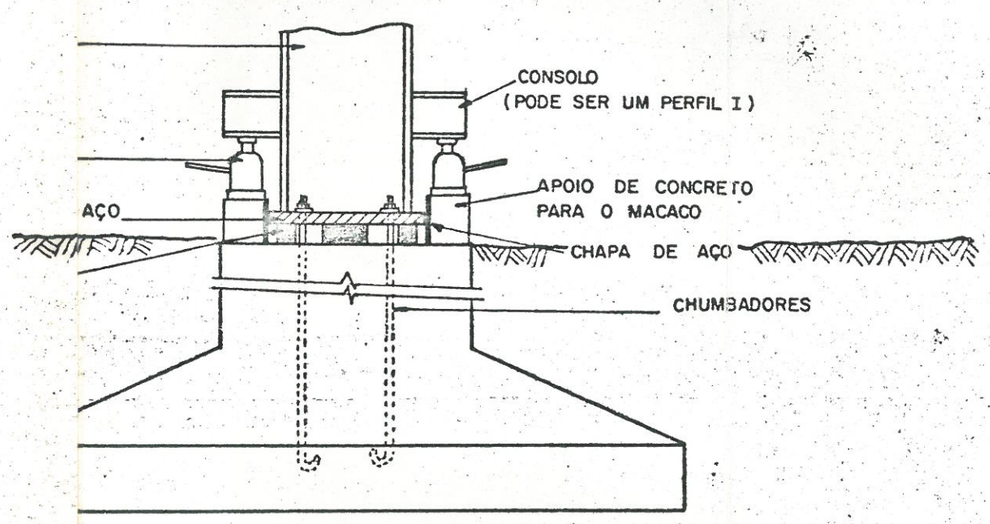
Talvez ≈ 27m

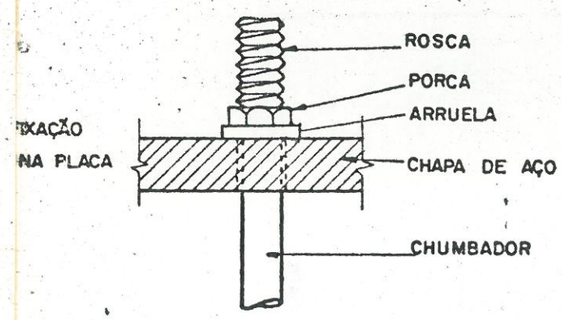
OBS- Foi admitido que os recalques observados para o MRS-75 sejam recalques diferenciais entre 2 pórticos.

DES- II

AÇO-G-010379





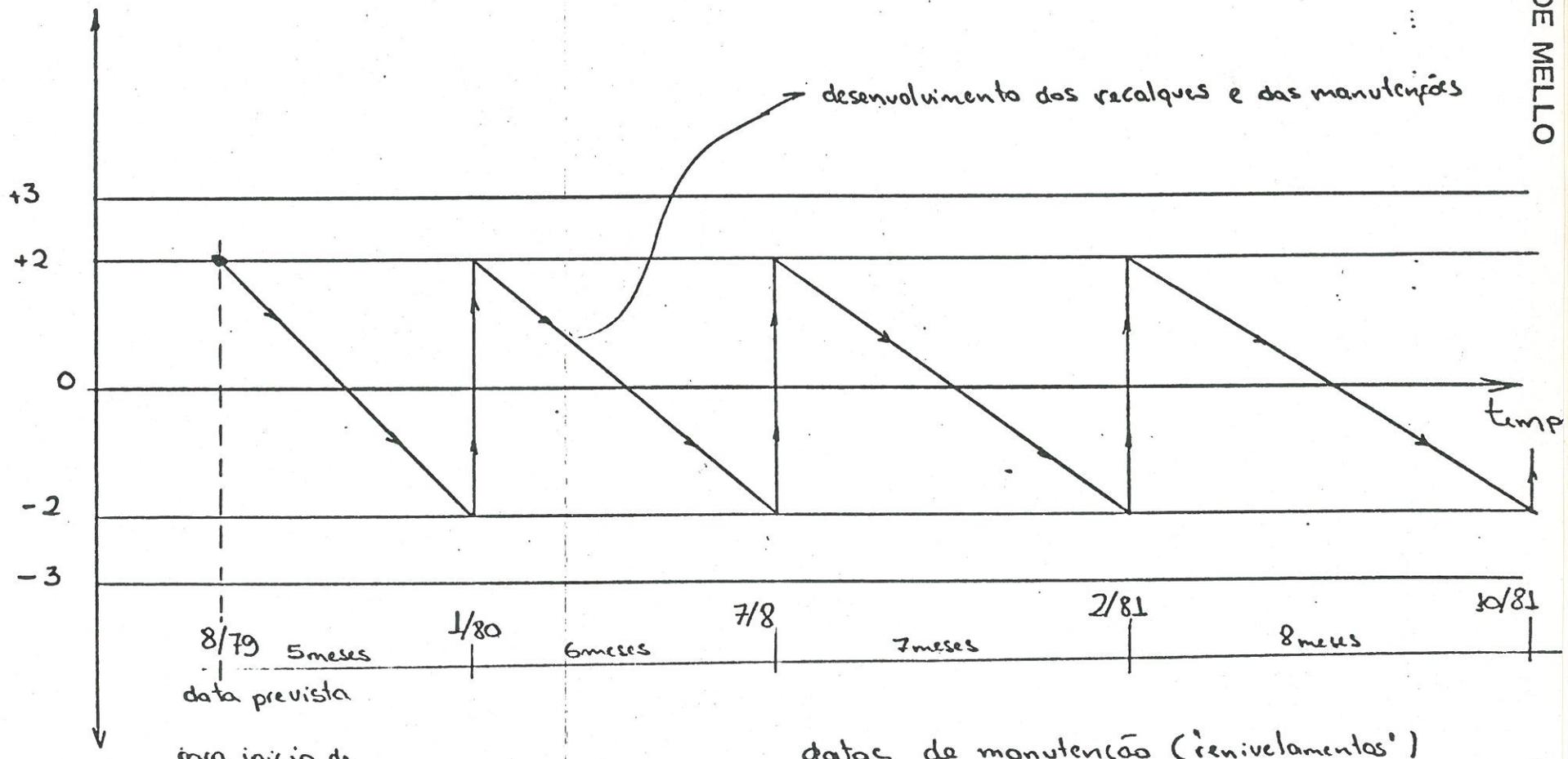


VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda.

Interessado
AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS

ESQUEMA DA CONCEPÇÃO CONCEITUAL DO PIPE - RACK

data	desenhado	figura	código
01.03.79	ELZA	1	AÇO-G-010379



DES III

AÇO-G-010379

HECTOR F. B. DE MELLO

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

São Paulo, 09 de Março de 1979

13 MAR 1416 Nº 007104

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

ANEXO COM

RECEBERAM COPIAS

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref: Material recebido remessas IEE-C-220 e 245/79
Exame expedito - Comentários iniciais
Providências Imediatas.

Prezados Senhores,

Tendo em mãos material de diferentes áreas da obra, recebido através das remessas acima epigrafadas, passamos a uma rápida análise do mesmo, posicionando sempre que possível nossas sugestões e recomendações iniciais, assim como solicitando providências de V.Sas quando se fizer necessário.

1. Remessa IEE-C-220/79

1.1- Ata de Reunião referente Integridade de Estacas Escavadas.

Vide nosso AÇO-G-100379

1.2- Memo IOC/2-014/79

Gráficos de controle de recalques de estruturas do Alto Forno e Coqueria.

A fim de possibilitar um estudo do comportamento das fundações em questão, solicitamos que sejam incorporado nos gráficos de acompanhamento dos recalques indicações quanto às etapas de concretagem e/ou montagem de equipamentos associadas às leituras com suas respectivas porcentagem do carregamento total, uma vez que o estudo dos recalques esta diretamente ligado às parcelas de carregamento das fundações.

1.3- Os demais itens que seguem foram incorporados nos estudos em andamento ou incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno:

Relatório SD/4-PR-168/78-RI;
T-04-B-AT-187/78;
T-16-AT-187/78;
T-07-A-AT-187/78;

N.o 534
IEP
Obra
Geologia

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 · 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

Memo AP-S-337/79; AP-S-340/79 e AP-S-336/79

2. Remessa IEE-C-245/79

2.1- Desenho PR-168/78-174

LAMINAÇÃO - Sobreaterros - Investigações Geotecnicas Complementares.

Conforme intensamente discutido nas reuniões havidas em vossos escritórios no dia 2 próximo passado, somos de opinião que enquanto se inicia a retirada de amostras, o programa de ensaios deverá ser melhor estudado de maneira a atender a obra e os Projetistas envolvidos. Em breve voltaremos ao assunto com sugestão de ensaios a realizar nas amostras indeformadas coletadas.

2.2- Os demais itens que seguem foram incorporados nos estudos em andamento ou incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno:

Relatórios: BH-LAM-SM-129/79-5;
BH-CBQ-SP-247/78-2;
BH-LAM-CM-129/79-4;
BH-PMP-SM-156/78-1;
BH-141/79.

Desenhos: PR-168/78-152; 151; 153; 150; 149; 154; 155; 156; 158 e 160

Memos: AP-S-350/79;
AP-S-348/79;
AP-S-353/79;
AP-S-354/79;
AP-S-357/79;
AP-S-352/79.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/ms

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-100379

São Paulo, 10 de Março de 1979

16 MAR 83 12 007481

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S.A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

ANEXO COM
RECEBERAM COPIAS
IBE | EEC | DA

Nº 2682
IBE
IEEC
IEE-USP ARQUIVO

RECEBIDO
16 MAR 1979
ISE
SECRETARIA

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref: Ensaios Não Destrutivos Em Estacas Concretadas In Situ.

Prezados Senhores,

Damos em mãos a Ata de Reunião entre V.Sas, a Projetista e representante de nosso escritório, realizada a 22/2/79, reunião esta a respeito de ensaios não destrutivos em estacas concretadas in situ.

Servimo-nos do presente para realçar alguns dos tópicos levantados na referida reunião e que consideramos de importância:

1- Foi recomendada a investigação através de sondagens sonicas (ultra-sona) nas próximas 100 estacas a serem executadas. Para tanto deverão ser deixados tubos guias de PVC, conforme recomendação do executor dos testes, solidarizados à gaiola de armação das estacas.

A fim de possibilitar a interpretação dos resultados da sondagem sonica recomendou-se também que as folhas de campo de execução das estacas e de sua concretagem sejam minuciosas, indicando todas as etapas da execução, todas as anomalias que porventura ocorram durante a execução, assim como os dados referentes à lama bentonitica, etc.

Uma análise estatística dos resultados desta série inicial de dados possibilitará a fixação de uma amostragem a ser ensaiada nas estacas posteriormente executadas e concretadas. Entretanto, considerou-se o baixo custo dos tubos guia de PVC e a impossibilidade de se prever o acontecimento de qualquer anomalia durante concretagem, sugerimos que os tubos guias sejam instalados em todas as estacas, cabendo posteriormente, portanto, sómente a fixação das estacas a ensaiar.

2- Nas estacas já executadas e em alguns casos já incorporadas à superestrutura caberia a execução de ensaios que prescindissem a perfuração da estaca por sondagem rotativa e a instalação de tubos guias para o ensaio sonico. Em nosso AÇO-G-150978 posicionamos a V.Sas a existên

cia de equipamentos no mercado internacional que permitem tal ensaio com certa facilidade de execução.

Aproveitamos o presente para relacionar os equipamentos existentes de nosso conhecimento, aproveitando para avisar que entramos em contacto com firmas executoras locais, solicitando envio de propostas diretamente a V.Sas para os serviços em questão:

2.1- Métodos Sismicos = utilizam-se da interpretação de ondas de tensão na estaca. As informações que dispomos indicariam que o Institute for Building Materials and Building Structures TNO-Delft e também a firma Electrolocation Ltd-Bristolexecutam e interpretam - rotineiramente tais ensaios.

2.2- Métodos Dinâmicos: utilizam-se da interpretação da resposta em frequência de um elemento quando sujeito a vibração ou a um choque.

O CEPTB se utiliza do princípio através de um "vibrador eletrodinâmico", know how este possivelmente a disposição de seu representante no Brasil, a Concremat.

A firma Brüel & Kjaer - Dinamarca; a Case Institute of Technology - U.S.A. e o Institute for Building Materials and Building Structures, TNO-Delft também oferece seus serviços na execução e interpretação dos testes.

3- Colocamos ao inteiro dispor de V.Sas nossa colaboração no que diz respeito aos contactos que se fizerem necessários assim como nas interpretações dos resultados de testes, fim de que não se enfoque os testes em questão como um mero ensaio rotineiro, analisando seus resultados em face à enorme responsabilidade das estruturas da Usina.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

Victor F. B. de Mello

VM/LG/ms

N.o	60
ISU-S	
IEP	
Obra	
Doc Obra	
IEE-C	

10 MAR 1979

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-LM-210379

São Paulo, 21 de Março de 1979

ANEXO COM

RECEBERAM COPIAS

ISE | TEEC | ISAC

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Nº 3301
ISE
TEEC
EE-N/ARQUIVO

RECEBIDO
04 ABR 1979
ISE
SECRETARIA

Ref: Comportamento do aterro na área do Heavy II

Prezados Senhores,

-3.ABR.1979

1. Introdução

Atendendo a solicitação de V.Sas, vimos por meio deste - apresentar uma rápida análise do comportamento do aterro da área acima - referida.

Lembramos entretanto que esta área já foi analisada e comentada no nosso relatório AÇO-LM-140379 que contém apreciações quanto - ao comportamento do aterro em todas as áreas sujeitas à sobrecarga de aterro.

2. Apreciações dos resultados dos medidores de recalque.

Os comentários a seguir se referem ao comportamento do - medidor de recalque MRD (N3) de cada conjunto.

Os conjuntos C2A e C5A indicam condição de estabilidade, como realmente seria de se esperar uma vez que se encontram bem próximos à linha corte aterro.

O conjunto C4A vinha indicando nítido processo de recalques, sem indício de estabilização nem de possível previsão teórica de comportamento quando, por volta dos 160 dias de observação apresentou brusca estabilização. Este fato nos parece que só pode ser interpretado como consequência de início de retirada do sobre-aterro ou defeito do medidor.

Para o conjunto C3A os últimos valores de leituras que dispomos, parecem querer mostrar um início de tendência a estabilização que poderia estar relacionada com a retirada do sobre-aterro em áreas próximas.

O conjunto C1A não apresenta: nem indício de estabilização nem comportamento que permita extrapolação de seu comportamento.

Quanto aos medidores C6A, C7A e C8A, dispomos de um perío

do muito curto de observação sobre o qual ainda não podemos calçar uma análise.

3. Conclusões.

Reiteramos que não é possível garantir que os critérios de recalques permissíveis das fundações ficarão ou não atendidos para toda a área do Heavy II.

Logicamente algumas áreas apresentam comportamento francamente favorável, como denotam os medidores C2A e C5A e para estas áreas estaria garantido o comportamento futuro das fundações.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente.

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

MC/CA/ms

VICTOR F. B. DE-MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-LM-220379

São Paulo, 22 de Março de 1979

-4 MAI 1979 009683

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

ANEXO COM
REJEDERAM CÓPIAS
ISE IEE C ISAR

863
EPC
Sua
Silva
E.U.S.
IEE-C

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref: HSM e MSM
Pacotes C05 e C06

Prezados Senhores,

-5 ABR 1979

3302
IEEC
EE-N/ARQUIVO

Damos em mãos os seguintes desenhos:

1C05Z00-C-1078-A
1C05Z00-C-1079-A
1C05Z00-C-1083-D
1C05Z00-C-1084-D
1C06Z00-C-1098-A
1C06Z00-C-1099-A

RECEBIDO
04 ABR 1979
SECRETARIA

Analisamos rapidamente e apressamo-nos em solicitar a V.Sas e a Projetista o esclarecimento sobre as soluções adotadas e apresentadas através dos desenhos. Enumeramos abaixo os itens sobre os quais gostaríamos de receber maiores detalhes:

1- Não seria possível e vantajoso incorporar os pilares à própria estrutura das fundações dos laminadores?

2- Conforme posicionado em relatório anterior (AÇO-LM-141278) não julgamos necessário o emprego de uma camada drenante tão espessa. Perante os problemas que visualizamos bastariam cerca de 50 cm.

3- Alguns pilares não parecem se encontrar próximos das escavações profundas: não seria mais econômico executar as sapatas mais rasas?

4- De acordo com nossa experiência na obra, taludes executados tanto no aterro quanto em solo natural ficariam estáveis com inclinação 1:1 até as profundidades indicadas: a adoção de taludes com inclinação 1:1 em vez de 2:1 (H:V) logicamente levaria a uma diminuição no volume escavado e por conseguinte em custos e prazos. Porque não adotar tal inclinação?

Para melhor esclarecimento das soluções apresentadas através destes desenhos, e visando possibilitar uma atuação mais eficiente de nossa parte, solicitaríamos que V.Sas promovessem uma reunião nossa com a Projetista onde as soluções seriam debatidas.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

MC/ms

IEEC

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA. AÇO-IM-180479

São Paulo, 18 de Abril de 1979

28 MAI 1418 79 016109

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

ANEXO COM
REJEITERAM CÓPIAS
ISE | IEEC | IEPD | ISAP

Nº 5188
IEEC
IEE-N/ARQUIVO

RECEBIDO
28 MAI 1979 At.
ISE
SECRETARIA

Dr. Stelio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro
Dr. José Maria Portes

Ref: Torre de Resfriamento da Laminação

Prezados Senhores,

No prosseguimento dos cálculos dos esforços na superestrutura provenientes do comportamento interativo solo-estrutura, julgou-se elaborar um cálculo adicional utilizando os seguintes valores de coeficientes de recalque:

$S = 2{,}0 \times 8 \times 10^{-3}$ (m) para a borda

$S = 2{,}8 \times 8 \times 10^{-3}$ (m) para o centro

A alteração destes coeficientes em relação ao que tinha sido acordado anteriormente deveu-se a grande migração de carga para as extremidades, fazendo com que as tensões no solo, nas extremidades sejam superiores às que tinham sido inicialmente admitidas.

A figura anexa mostra o processo de determinação de tais coeficientes.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

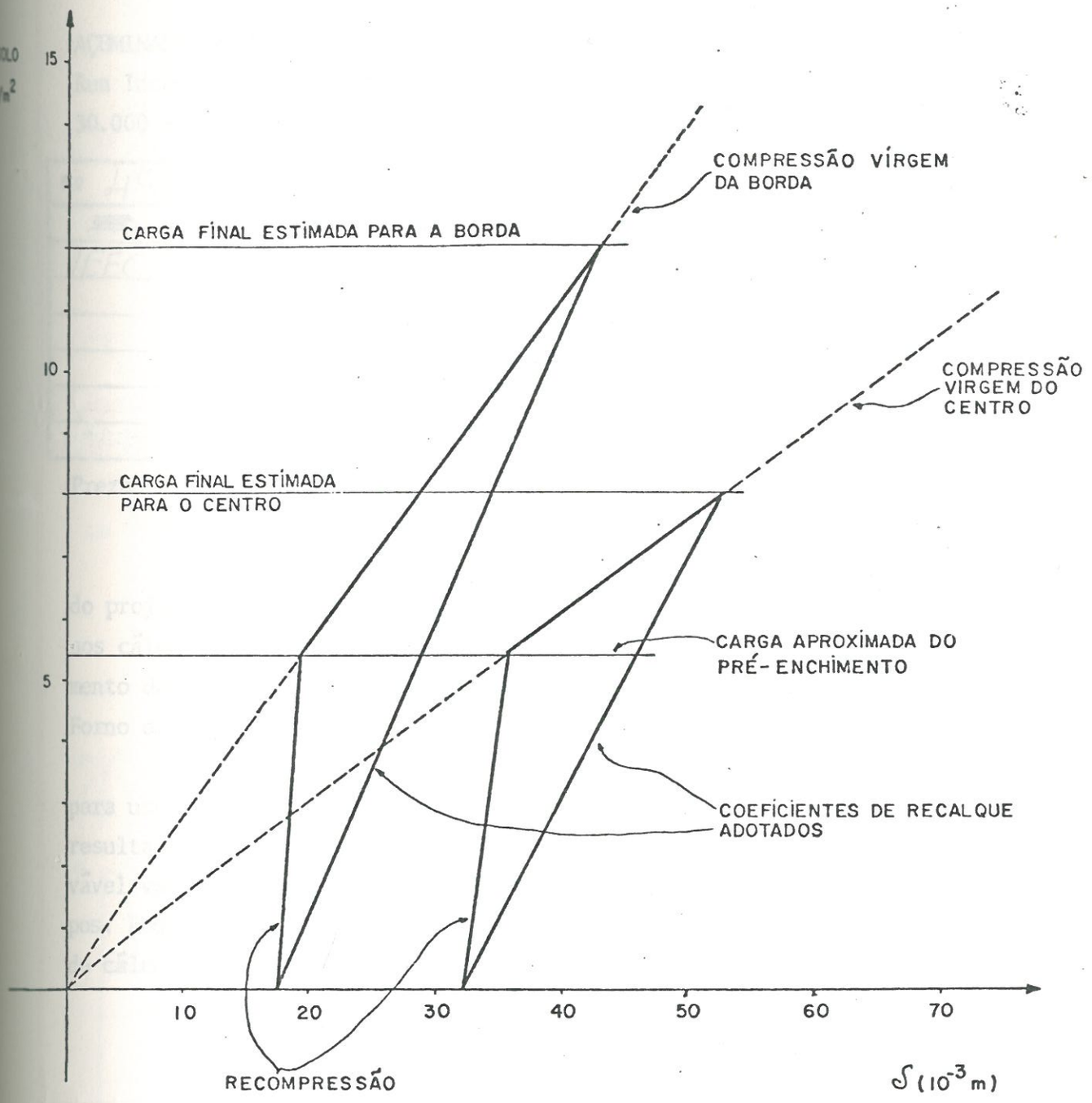
Atenciosamente.

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

c/c: Maubertec - At. Dr. Rubens Al Assal
Garcia & Bassi Equip. Industr. - At. Engº José A. Batista
Engº John Bosco Scortecci.

MC/ms



COEFICIENTES DE RECALQUE ADOTADOS

BORDA: $\delta \leq 2{,}0 \times q \times 10^{-3}$ (m)

CENTRO: $\delta \leq 2{,}8 \times q \times 10^{-3}$ (m)

AÇO-LM-180479

IEEC

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-RC-020579

São Paulo, 02 de Maio de 1979

AÇOMINAS

21 MAI 15 32 79 015256

AÇOMINAS - AÇOMINAS GERAIS S/A. - PROJETO

Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar

30.000 - Belo Horizonte - MG

ANEXO COM

RECEBERAM COPIAS

ISE IEEC ISAP

Nº 4916

IEEC

At. Dr. Stelio Francisco da Costa

Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref: Sistema de Recirculação de Água

D-08

REC'D

27 MAI 1979

Prezados Senhores,

Seguindo a mesma linha de atuação que desenvolvemos quando do projeto da fundação da Torre de Resfriamento da Laminação, procedemos aos cálculos dos coeficientes de recalque para possibilitar o processamento das fundações das Torres de Resfriamento dos Sopradores do Alto Forno e Coqueria Indireta.

O desenho anexo indica os valores resultantes do cálculo para uso como primeira etapa. Solicitamos que nos sejam encaminhados os resultados respectivos para uma breve análise interpretativa de sua provável validês em comparação com a experiência de observações de protótipos. Poderá assim haver necessidade de segunda etapa iterativa de ajuste de cálculo.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

e.

EP D

Obra

Obra

Belo. B.H.

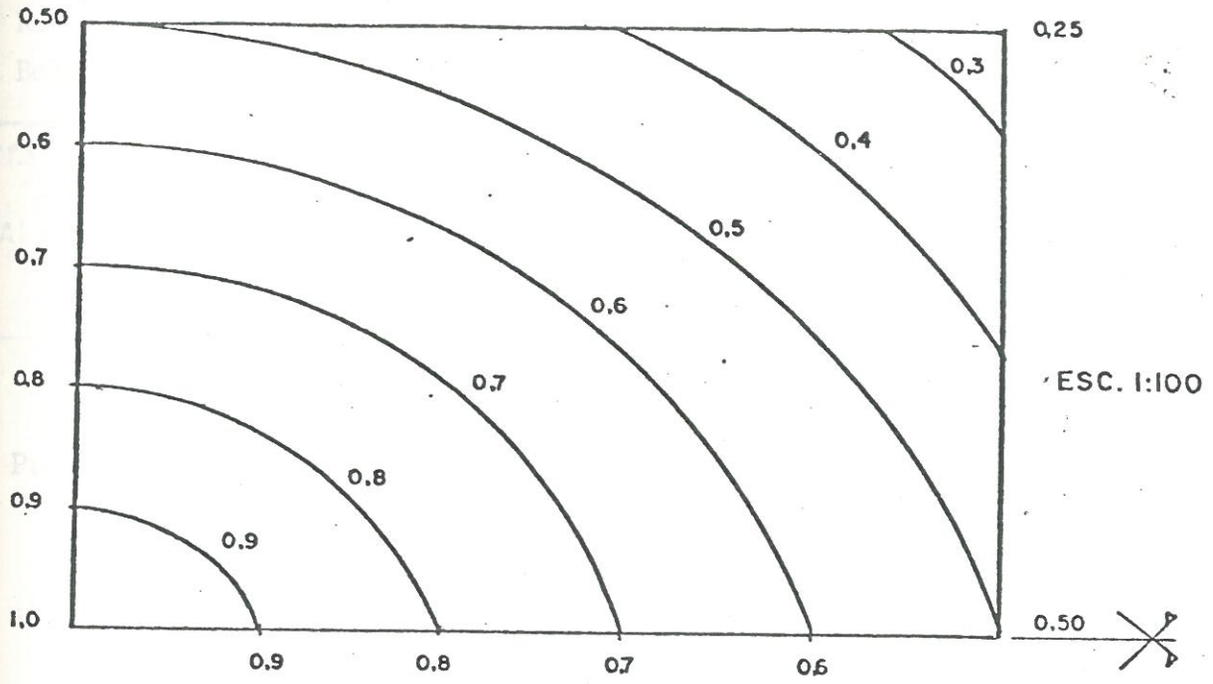
C/c: Garcia & Bassi - Equipamentos Industriais S/A.

At. Engº José Alberto Batista

MC/ms

TORRE DE RESFRIAMENTO DA COQUERIA INDIRETA

LOCAÇÃO DO CENTRO 7727865,406 N
628781,250 E

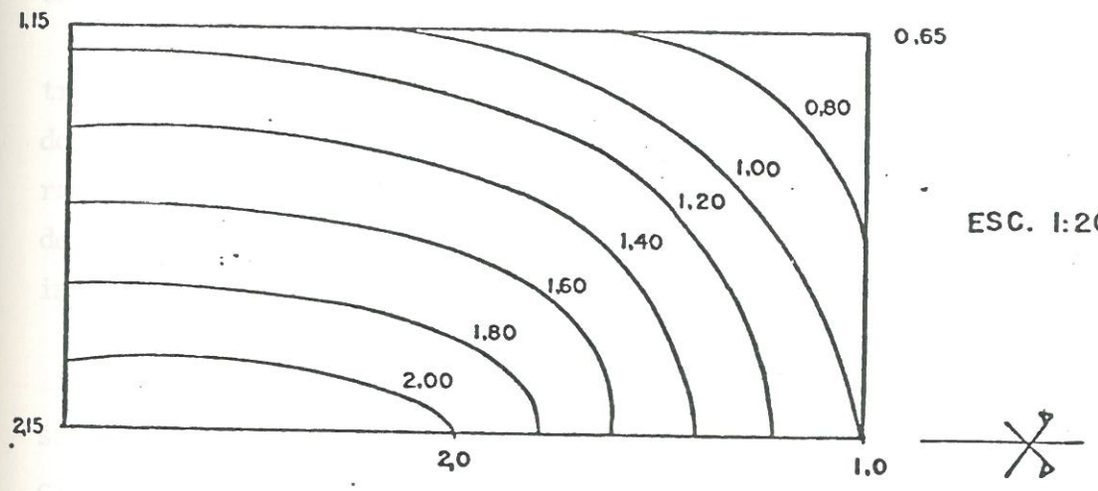


ESC. 1:100

VALORES DE RECALQUE EM $q \times 10^{-3}$m

q — CARGA EM t/m^2

TORRE DE RESFRIAMENTO DOS SOPRADORES DO ALTO FORNO



ESC. 1:200

VALORES DE RECALQUE EM $q \times 10^{-3}$m

q — CARGA EM t/m^2

AÇO -RC - 020579

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-RC-100579

São Paulo, 15 de maio de 1979

21 MAI 15-3-1 79 015255

AÇO MINAS GERAIS S/A
ARQUIVO DO PROJETO
Rua dos ~~Inconfidentes, 1001 - 4º andar~~
Belo Horizonte - MG

ANEXO COM
RECEBERAM COPIAS
TSE | TEEC | TSAD

PROIBIDO
22 MAI 1979

No 4921
TEEC

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: Pacote D08-A
Sopradores do Alto-Forno

Prezados Senhores,

1. Acusamos recebimento da carta C-20.430/79 da Garcia e Bassi da qual anexamos cópia, e apressamo-nos em respondê-la.

2. Tensões aplicadas no solo.

Não merece preocupação o fato de que as tensões no solo, na borda da estrutura atingem valores calculados da ordem de 1,8 kg/cm^2. Fundações destas características (grandes dimensões) são condicionadas essencialmente por critérios de recalque. Ressalta-se também que em qualquer caso a taxa média de dimensionamento adotada sabidamente é ultrapassada em certos trechos da área carregada e ipso-facto não é atingida em outros trechos: a taxa é nominal.

Recalques totais, recalques diferenciais e interação solo-estrutura foram calculados com auxílio do computador e, mesmo não dispondo dos resultados, soubemos através de informação oral que os resultados foram plenamente satisfatórios. Por enquanto, no aguardo de uma oportunidade de examinarmos as conclusões do cálculo preliminar, aceitamos estas indicações como plausíveis e satisfatórias.

3. Pré-enchimento da Bacia.

Não dispomos dos resultados do computador para poder analisar quais seriam os benefícios caso fosse adotado o pré-enchimento da bacia.

Lembraríamos somente que este artifício foi utilizado na Torre de Resfriamento da Laminação para minimizar os esforços provenientes de deformações diferenciais mais acentuadas, que poderiam ser excessivos para as dimensões das peças estruturais da super-estrutura.

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

No presente caso a decisão de se adotar o pré-enchimento só poderia ser adotada depois de respondidas as seguintes perguntas:

- para melhor apreciação do grau de solicitação da estrutura em função da rigidês e da redistribuição de tensões, cargas e recalques, solicitamos nos sejam fornecidos (por exemplo em planta de curvas de igual recalque) os resultados de recalques calculados em comparação com os iniciais (de estrutura flexível).
- as peças estruturais da estrutura tem dimensões suficientes para absorver os esforços provenientes de deformação diferencial da fundação? E em caso negativo seriam necessárias muitas alterações da estrutura?
- haveria vantagem econômica em custear o pré-enchimento para obter como vantagem uma certa diminuição dos esforços das peças estruturais?

De nossa parte consideramos as condições (comportamento do solo e dimensões da estrutura) sensivelmente mais favoráveis que o caso da Torre da Laminação.

Para melhor julgamento da necessidade ou não do pré-enchimento solicitaríamos pronunciamento da projetista a cerca das indagações acima posicionadas, e caso necessário nos colocaríamos à disposição para conjuntamente discutirmos o assunto.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

c/c Garcia e Bassi-Equipamentos Industriais
At. Eng. José Alberto Batista

MC/sb

GARCIA & BASSI
EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS S.A.

São Paulo, 09 de maio de 1979
C-20.430/79

À
VITOR F.B.DE MELLO E ASSOCIADOS S/C LTDA.
Rua Capitão Rosa, 297
São Paulo - SP

At.: Engº Mario Cepollina

Ref.: Açominas D08A
Soprador de Alto Forno

Prezados Senhores,

Anexamos a esta, cópia de carta recebida da firma CPO, dando conta de desvios de valores de taxa prevista de carregamento do solo pela firma Consultrix, motivo pelo qual expressa a CPO sua preocupação com o fato.

Agradeceríamos sua colaboração no sentido de opinar sobre o exposto, e aproveitamos para informar que estamos dando ciência do ocorrido também à Villares Wrightson Engenharia Ltda. e à Consultrix, sendo o parecer de V.Sas. de extrema valia, uma vez que é de nosso conhecimento serem seus arquivos técnicos bastante completos no que diz respeito à área em questão.

No sentido de melhor orientá-los quanto à área onde vem ocorrendo as diferenças citadas, lembramos que os dados técnicos para elaboração do programa de computador foram cedidos por V.Sas. ao Engº José Antonio Lerosa de Siqueira.

Aproveitamos para informar que solicitaremos à Açominas seja repetido o procedimento a ser adotado na área da Laminação qual seja enchimento prévio da bacia também para a torre de resfriamento da área do Soprador de Alto Forno. Gostaríamos de ter sua concordância para o fato.

Sendo o que se nos apresenta para o momento, subscrevemo-nos,

atenciosamente,

GARCIA & BASSI
EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS S/A

ENGº JOSÉ ALBERTO BATISTA

JAB/ljg
c.c.-Engenharia
-Arq.Geral
-Villares

CPO

ENGENHARIA DE PROJETOS S/C LTDA.

S. Paulo, 8 de maio de 1979

À

GARCIA E BASSI EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS S.A.
Rua Francisco Pedro Do Amaral 250/260
Jaguaré - S. Paulo
A/C Eng. José Alberto de A. Batista

Ref. Torre de resfriamento dos Sopradores - AÇOMINAS

Prezados senhores,

tendo recebido e analisado o processamento da estrutura da obra em referência, gostariamos de vos transmitir a seguinte dúvida quanto ao comportamento do terreno sobre o qual se assenta a bacia:

como era de se esperar, houve uma migração de carga do centro da estrutura para as laterais, migração esta provocada pela grande rigidez da estrutura em seu perímetro. Por este motivo, a taxa de trabalho do solo, que é, em média, da ordem de 1,2 kg/cm^2, chega, próximo às paredes laterais a valores da ordem de 1,8 kg/cm^2, que nos parece alta para o terreno em questão.

Consideramos conveniente que se transmita esta nossa preocupação ao Vosso Consultor de Mecânica dos Solos, a fim de que se estude a necessidade de se tomarem precauções adicionais na fundação da bacia.

Sendo so o que se nos apresenta para o momento, subscrevemo-nos,

atenciosamente

CPO - Engenharia de Projetos S/C Ltda.

IEEC

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA. AÇO-RC-230579

São Paulo, 23 de Maio de 1979

-4 JUN 0038 72 016983

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

A
ANEXO COM
RE. EBERAM COPIAS
ISE | IEEC | IEPD | ISAE

4 JUN 1979

Nº 551
IEEC

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro
Dr. José Maria Portes

Ref: Sedimentador e Filtros da Laminação,
Pacote D-08

Prezados Senhores,

1. Recebemos diretamente das mãos do Engº José Maria Portes, e em carater de urgência, um relatório provisório, contendo os resultados das sondagens SP1 a SP8 e SP12 a SP15. Estas sondagens parecem ter sido solicitadas para investigar as condições do sub-solo sobre o qual se apoiarão o Sedimentador e os Filtros do sistema de recirculação da água da Laminação.

2. Relembrando que tivemos participação efetiva no projeto das fundações destas unidades, tendo-nos cabido o estudo dos parâmetros por computador, levando em conta a interação solo-estrutura, cumpre-nos levar a V.Sas nossa preocupação de que as novas sondagens executadas na área do Sedimentador (principalmente a SP3 e SP4) configuram uma condição de sub-solo bem diferente, e menos favorável do que mostravam as sondagens disponíveis para elaboração do projeto.

Na figura anexa, estão plotados os resultados das sondagens antigas e novas, permitindo fácil comparação.

Na área dos filtros, as novas sondagens mostram resultados coerentes com as sondagens utilizadas para o projeto. Indagaríamos porque os índices SPT estão determinados sómente a partir de 3m de profundidade. Estaria prevista a substituição de tal camada?

3. Considerando que o Empreiteiro está prestes a iniciar a obra e que tal unidade é crítica dentro do funcionamento da Usina, julgamos que perdeu sentido no momento tentar explicar tal diferença de resulta

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

dos, ou pesquisar qual dos conjuntos de sondagens seria válido. Deve-se adotar para o Sedimentador uma medida, para garantir o adequado comportamento das fundações, a que não dependa do resultado das sondagens.

4. Visualizamos de início duas soluções, partidas do mesmo conceito de melhorar o terreno, uma vez que outras soluções (por ex. estacas) implicariam em demora de execução e numa mudança quase total do projeto, que admitiu apoio direto.

As soluções recomendadas são:

4.1- Substituição do solo. Seria escavada uma cava com 5m de profundidade, com paredes laterais taludadas e seria procedido o reaterro em camadas (≈ 25 cm fofas) compactadas de forma que o solo atinja um GC ≥ 95%. Esta camada de solo compactado funcionaria como um radier distribuindo as tensões de tal modo que as camadas que mostraram menores valores de resistência, pudessem absorver tais tensões sem problemas de recalques excessivos.

4.2- Execução de estacas de brita. Estas estacas de brita, seriam executadas com comprimento de cerca de 5 a 6m, diâmetro de cerca de 40 a 50 cm, espaçadas de 2 x $2m^2$ e seguindo o mesmo procedimento que para a execução de estacas tipo Franki, para que, além de absorver diretamente certa parcela de carga, submeta solo a uma compactação por deslocamento devido a cravação da estaca, melhorando suas características.

5. Este relatório segue em carater urgente a preliminar, procurando atender o problema configurado.

Colocamo-nos desde já a disposição para quaisquer esclarecimentos sobre as soluções acima recomendadas, bem como para otimização de outras soluções que possam vir a ser sugeridas.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

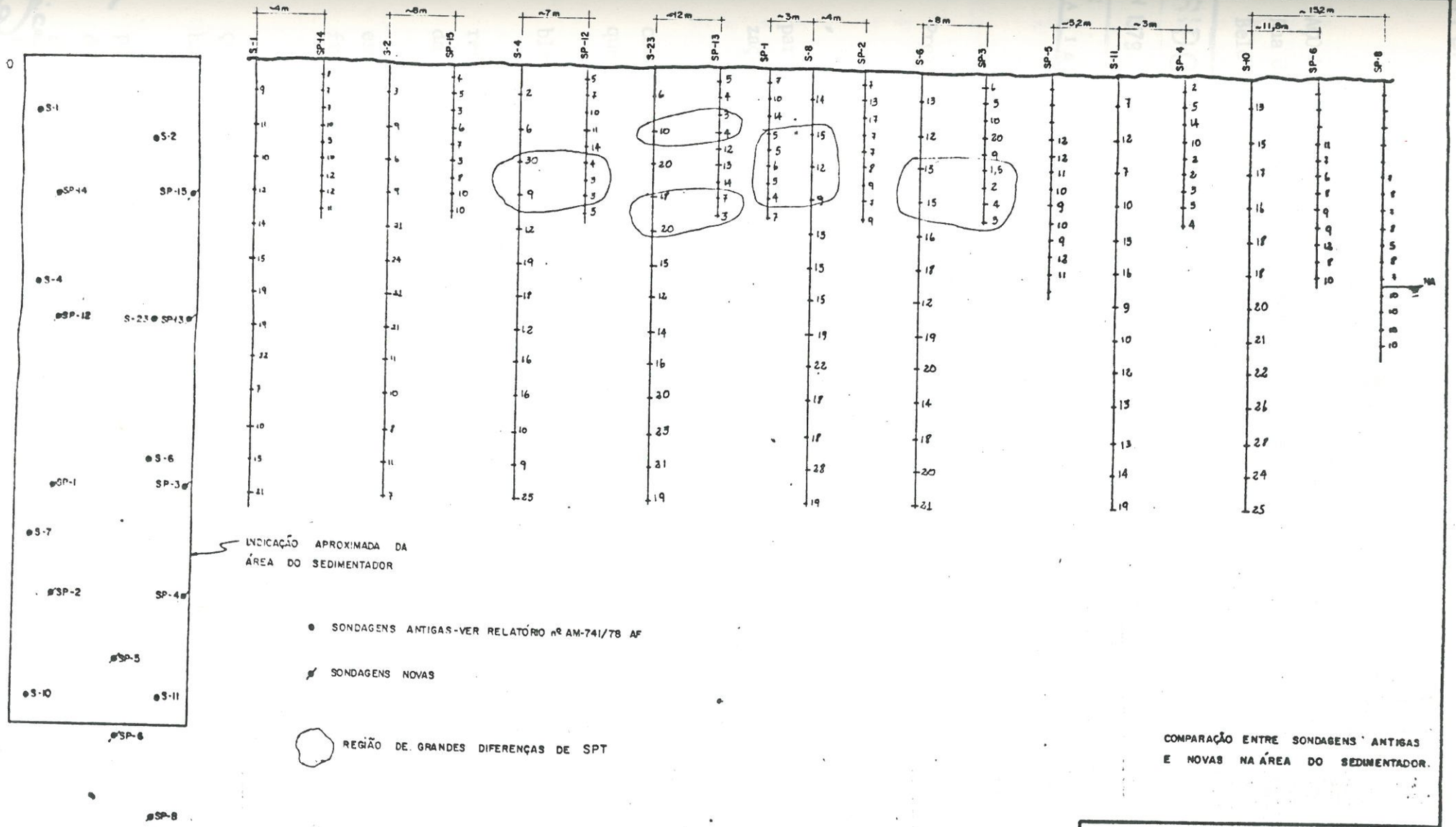
Atenciosamente.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

C/c: p/MAUBERTEC - At. Engº Rubem Al-Assal
p/FMC-FILSAN - At. Engº Mauro Coutinho

MC/ms



COMPARAÇÃO ENTRE SONDAGENS ANTIGAS E NOVAS NA ÁREA DO SEDIMENTADOR.

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda.			
interessado: AÇO-MINAS – SEDIMENTADOR			
SIST. DE RECIRC. DE ÁGUA DA LAMINAÇÃO			
data: 23-05-79	desenhado: SERGIO	figura: 1	código: AÇO-RC-230579

IEEC

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA. AÇO-RC-300579

São Paulo, 30 de maio de 1979

-4 JUN 0339 PM 016984

ANEXO COM

RECEBERAM COPIAS

IE IEEC IEP IS

AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua dos Inconfidentes, 1001 - 4º andar
Belo Horizonte - MG

RECEBIDO
4 JUN 1979
ISE
SECRETARIA

Nº 5512
ISE
IEEC
ARQUIVO

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro
Dr. José Maria Portes

Ref.: Torre de Resfriamento da Laminação
Pacote D.08

Prezados Senhores,

1. Introdução

De acordo com V. solicitação tivemos o prazer de participar do projeto de fundação da obra acima referida, visando sua otimização para apoio direto no solo.

2. Resumo do conceito do Projeto

Desde o início dos estudos concordou-se que o critério condicionante de projeto seria o de recalques e recalques diferenciais que introduziriam esforços hiperestáticos adicionais na estrutura.

Como efeito secundário tais recalques poderiam trazer problemas de desnivelamento dos equipamentos assentados sobre a torre.

Para a minimização dos problemas provenientes de recalques, resolveu-se aplicar um pré-carregamento no solo através do enchimento da bacia assim que esta esteja pronta.

Após um período de cerca de 15 dias a bacia poderia ser esvaziada para facilitar o prosseguimento da execução da torre de resfriamento.

3. Observações de recalques

A estrutura da torre foi dimensionada para absorver esforços adicionais causados por recalques cujos valores foram previstos com base em teorias disponíveis na Mecânica dos Solos.

Face a necessidade de adoção de hipóteses simplificadoras para o cálculo dos recalques, (e coeficientes de mola) julgamos adequado que tais recalques fossem calculados com certa dose de precaução adicional de forma que a probabilidade de que os recalques reais sejam maiores que os calculados é mínima.

Cópia
E. C
Química
Obra
B. H

Entretanto face a grande sensibilidade da super-estrutura a recalques diferenciais somos levados, conjuntamente com os demais projetistas envolvidos: Garcia & Bassi, John Bosco Scortecci Escr. Téc., Maubertec, a solicitar um programa de observação de recalques durante o pré-enchimento e esvaziamento da bacia, bem como durante a execução da super-estrutura.

No desenho anexo estão indicados os pontos onde deverão ser instalados os pinos para observação de recalques. Estão indicados também os valores de recalques estimados calculados, a fim de que os valores lidos sejam imediatamente comparados com os valores calculados.

Os valores observados deverão ser imediatamente enviados aos projetistas para análise.

Estimou-se de início que a bacia deveria ser mantida cheia por 15 dias, entretanto não deverá ser esvaziada antes que os dados de recalques sejam analisados pelos Projetistas.

Os dados de observação de levantamento (inchamentos) durante o esvaziamento da bacia também tem importância fundamental para a análise do comportamento solo-estrutura, e deverão ser imediatamente encaminhados. Todos os dados deverão ser relacionados com a altura de água na bacia no instante de leitura.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

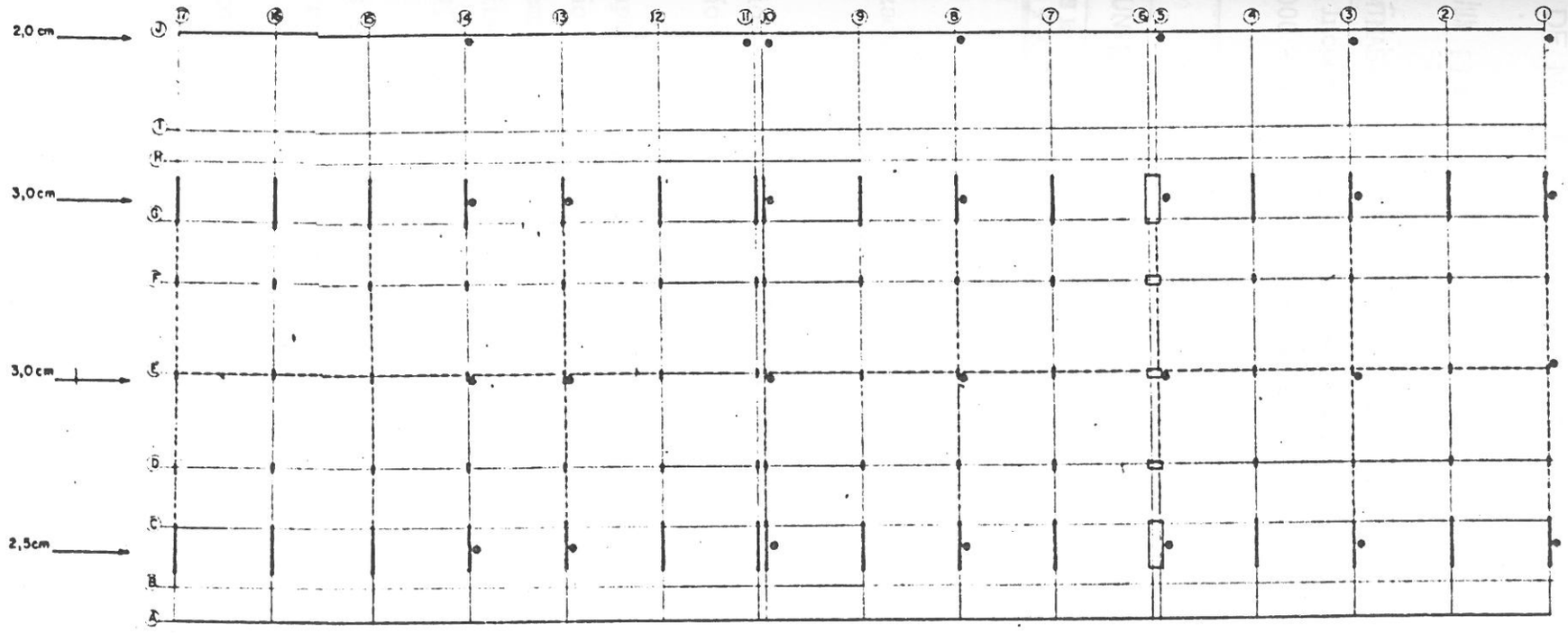
ENG. MARIO CEPOLLINA

c/c Maubertec Eng. e Proj. Ltda. At. Dr. Rubens Al-Assal
Garcia & Bassi Equip. Ind. S/A At. Dr. José Alberto Batista
John Bosco Scortecci
FMC-Filsan Equip. para Saneamento S/A At. Dr. Mauro Coutinho

anexo=1 desenho

MC/sb

ORDEM DE GRANDEZA DOS
VALORES DE RECALQUE
ESTIMADOS



-----PROJEÇÃO DAS PAREDES VERTICAIS DA ESTRUTURA

• PINOS PARA OBSERVAÇÃO DE RECALQUES

INDÍCAÇÃO DE NÚMERO MÍNIMO DE
PONTOS A SEREM OBSERVADOS

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda			
interessado: AÇO-MINAS – TORRE DE RESFR. LAMINAÇÃO			
LOCAÇÃO DE PINOS DE OBSERV. DE RECALQUES			
data: 30-05-79	desenhado: SERGIO	figura: 1	código: AÇO-RC-380579

IEEC

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-070679

São Paulo, 07 de Junho de 1979

26 JUN 1979 nº 013761

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

ANEXO COM
RECEBERAM COPIAS
ISE | IEEC | IJAR

RECEBIDO
26 JUN 1979
ISE
SECRETARIA

Nº 6216
IEEC
IEE-N/ARQUIVO

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref: Apoios do Forno Rotativo - Calcinação
B02

Prezados Senhores,

Acusamos recebimento do memorial de cálculo da fundação dos apoios do Forno Rotativo da calcinação com nº 1B02 B03-A-4004-A, de elaboração da Antonio A. Noronha - Serviço de Engenharia S.A.

Conforme solicitação de V.Sas analisamos o material recebido, e, apesar de não dispormos as informações básicas necessárias para elaboração do projeto, principalmente quanto a recalques máximos permissíveis, pudemos considerar o memorial apresentado incompleto, não atendendo às solicitações padrão da AÇO-MINAS às projetistas, o que pode ter levado a uma solução de fundação super-dimensionada.

Julgando atender V.Sas prontamente, consideramos que o modo mais apropriado seria apresentar uma suscinta memória de cálculo da fundação em apreço, que possa ser considerada como roteiro básico de cálculo.

Apresentamos então em anexo o memorial de cálculo, levando em conta duas possíveis soluções:

- fundação direta
- fundação direta com estacas funcionando como redutores de recalque.

Nos cálculos apresentados, utilizamos os valores de carregamentos apresentados no memorial da Projetista.

Recomendaríamos a V.Sas que enviassem à Projetista o roteiro apresentado para possibilitar uma reformulação do projeto apresentado.

Finalmente, enumeramos suscintamente os ítens do memorial da Projetista, que consideramos não atender à AÇOMINAS:

1. Não teria sido verificada a possibilidade de apoio direto, sem estacas (ou não foi incorporada ao presente memorial).

2. Cálculo do coeficiente de recalque das estacas levou ao valor 1cm de recalque para a aplicação de 144 tf. Levando em conta as provas de carga disponíveis na área, em estacas tipo FRANKI, consideramos mais realista para o caso em apreço que o coeficiente de recalque seja extraído diretamente das provas de carga disponíveis, do que calculado analíticamente. Estudando os resultados de provas de carga que dispomos, pudemos extrair o valor de 0,8cm para 170 tf como representativo.

3. O módulo de deformabilidade do solo adotado (Es = 140 kg/cm^2, ver página 3 do memorial da projetista) pode ser considerado baixo para o solo em questão. Recomendaríamos que os resultados das provas de carga em placa fossem enviados à projetista (nossos relatórios AÇO-G-110878 e AÇO-G-080279).

4. Não foi considerada a absorção de carga pelo solo diretamente sob o bloco de coroamento das estacas: conceito de "piled-raft".

5. Não parece ter sido considerado o "efeito de grupo de estacas" na estimativa do recalque da fundação.

6. Não foi feita a verificação de recalques rotacionais.

7. Quanto ao cálculo dos esforços nas estacas, devido a ação de forças horizontais teríamos o seguinte a comentar.

7.1- Recomendaríamos que a participação do bloco, absorvendo parte (ou eventualmente todo) do esforço horizontal, fosse levada em conta, tanto pela mobilização de empuxo passivo, como por aderência das faces laterais.

7.2- Consultando as tabelas da bilbiografia citada chegou-se a valor de momento máximo na estaca igual a metade do valor apresentado pela Projetista, tendo mantido as mesmas hipóteses.

7.3- Não nos parece recomendável utilizar-se aço CA-50 para a armação de estacas tipo FRANKI, usualmente se utiliza aço CA-24 que permite soldagem sem perda de resistência.

8. Na página 16 é apresentado o cálculo do comprimento da estaca. Não consta nenhuma conclusão; entretanto pelos valores apresentados presume-se que as estacas teriam cerca de 15m de comprimento o que corresponderia a uma carga admissível de 192 tf, coerente com a utização de es-

tacas de ϕ 600mm - 170t. Analisando a sondagem apresentada na folha anterior, e baseados em nossa experiência do local, adiantaríamos que dificilmente as estacas ultrapassariam a profundidade de cerca de 10m. Solicitaríamos que a Projetista reanalizasse este ítem.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

Anexo: 12 folhas de memorial de cálculo.

MC/ms

AÇO-G-07679

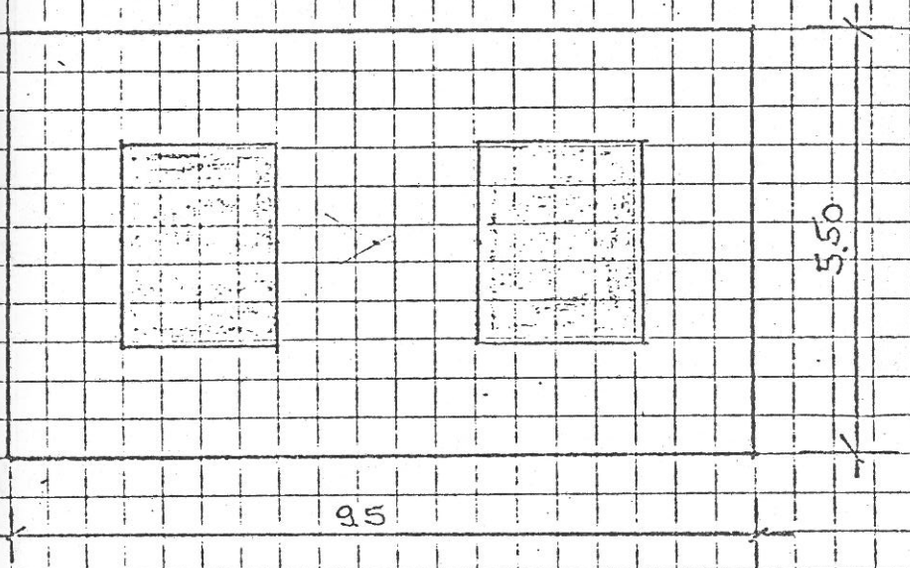
Roteiro básico para cálculo

das fundações dos apoios dos fornos

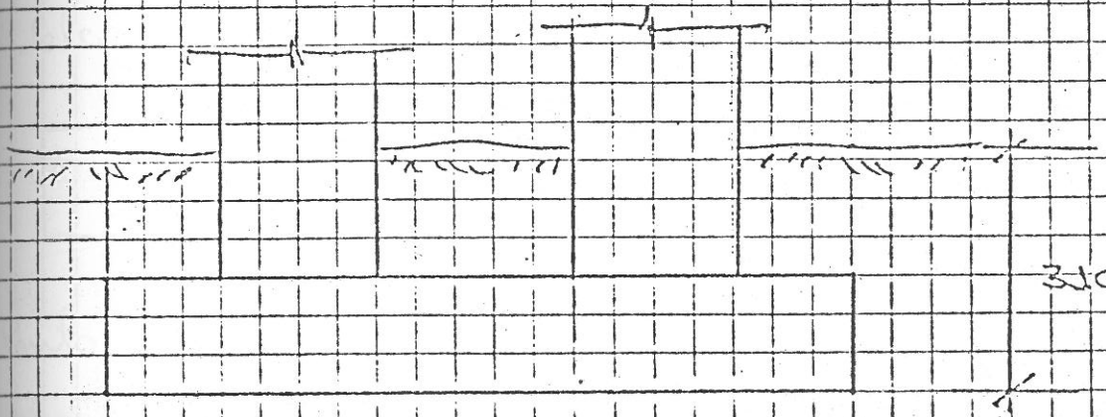
Rotativos

Alternativa em fundação directa

1- Verificação quanto à rotura



admitindo $h_{doc} = 1,5\,m$ vem



Cargas que solicitam a rotura c/ Ind da Norma

forma + laje + pilar (normal do tramo) = 786,04

pilar sob a viga $= 2 \times 3,0 \times 2,58 \times 1,5 \times (2,5-1,7) =$ 13,26

base $5,5 \times 9,5 \times 1,5 \times (2,5-1,7) =$ 62,70

862,00

Admitindo que a fundação seja rasa corrida

$\sigma_{rut} = cN_c + \gamma N_q + \frac{1}{2}\gamma B N_\gamma$

Resistência disponível $S = \tau + \sigma \operatorname{tg} 20°$ (ruptura admitido - rápido)

$c = 7\,t/m^2$

$\varphi = 20°$

$\gamma = 3,1 \times 1,7 = 5,3\,t/m^2$

$B = 5,5\,m$

$N_c = 14,8$, $N_q = 6,40$ e $N_\gamma = 3,10$ (Brinch Hansen 1968)

$\sigma_{rut} = 7 \times 14,8 + 5,3 \times 6,40 + \frac{1}{2} 1,7 \times 5,5 \times 3,10 = 152,0\,t/m^2$

$FS_{rut.} = \frac{152}{\frac{\sigma}{2}} \simeq 9,2$ OK amplamente satisfatório.

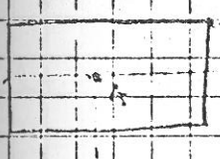
$5,5 \times 9,5$

Verificação de recalques

Cálculo do coeficiente de recalque

$E = 3000 + 1700\,z\ \ t/m^2$ (de acordo com o programa genérico de provas de carga)

Cálculo segundo Müsh (1976)



Ponto A $B = 2,75$

$L = 4,75$

D 15m - espessura do manto compressível.

$K = K_2 \frac{B}{E_1} = \frac{1700 \times 2,75}{3000} = 1,56$

$\frac{L}{B} = \frac{4,75}{2,75} = 1,73$ $\qquad \frac{D}{B} = \frac{15}{2,75} = 5,45$

$I_x = 0,22$ — (4 rectangulos)

recalque p/ $\delta = 1 t/m^2$

$$\delta = \frac{I_z \times q \times B}{E_s} = \frac{4 \times 0,22 \times 1 \times 3,75}{3000} = 0,8 \times 10^{-3} \; m/t/m^2$$

ou $K_s = 1240 \; t/m^3$

Ponto B

$$K = 1700 \sqrt{\frac{5,5}{3000}} = 3,12 \qquad \frac{L}{B} = \frac{9,5}{5,5} = 1,73$$

$$\frac{D}{B} = \frac{15}{5,5} = 2,73 \qquad I_z = 0,14$$

$$\delta = \frac{0,14 \times 5,5 \times 1}{3000} = 0,257 \times 10^{-3} \; m/t/m^2$$

ou $K_s = 3896 \; t/m^3$

Comportamento médio de base rígida

$$K_m = \frac{2 \times K_{canto} + K_{centro}}{3} \quad \text{(Simons \& Menzies 1975)}$$

$$K_m = 2125 \; t/m^3$$

Cálculo dos recalques: Só importam os recalques devido a colocação do forno e st dinamica

Recalques medidos

Carga vertical $= 470,50 \; t$

$$\sigma = \frac{55670}{5,5 \times 9,5} = 10,65 \; t/m^2$$

OBS- Para calculo de recalques a esforço dinamico não deve ser multiplicado por F.S.

Como $\sigma = K_s \cdot \delta \rightarrow \delta = \frac{10,65}{2125} = 0,0050 \; m$

ou $0,5 \; cm$

- recalque de rotação

$M = \alpha \varphi$

$M = K' \varphi$ da resistência dos núcleos rígidos

$K' = JKs$

$J_x = \frac{5,5 \times 9,5^3}{12} = 392,96\ m^4$

$J_y = \frac{9,5 \times 5,5^3}{12} = 131,71\ m^4$

$K'_x = 2125 \times 393 \cong 8,35 \times 10^5\ tm/rd$

$K'_y = \quad = 2,81 \times 10^5\ tm/rd$

$Mx = 60.3 \times [(1002,58 - 993,4) + 1,5] + 0.3 \times 9,65 \left(\frac{9,65}{2} + 2,0\right) =$

$Mx = 663,76\ tm$

$\varphi = \frac{663,76}{8,35 \times 10^5} = 7,95 \times 10^{-4}\ rd$

deslocamento horizontal x no topo do apoio

$x = 7,95 \times 10^{-4} \times 10,68 = \boxed{0.85\ cm}$

$My = 3,1 \times 10,68 + 0.39 \times 9,65 \times \left(\frac{9,65}{2} + 2,0\right) = 58,79\ tm$

$\varphi y = \frac{58,79}{2,81 \times 10^5} = 2,09 \times 10^{-4}$

$y = 2,09 \times 10^{-4} \times 1068 = \boxed{0.22\ cm}$

OBS

Para o calculo das deformações não se considerou que apresenta comportamento "mais rígido" para esforços dinâmicos que esforços estáticos. Um passo seguinte de calculo, seria os recalques separando esforços estáticos e esforços dinâmicos,

...eles últimos - sua adoção um módulo de ...bilidade maior que para esforços estáticos.

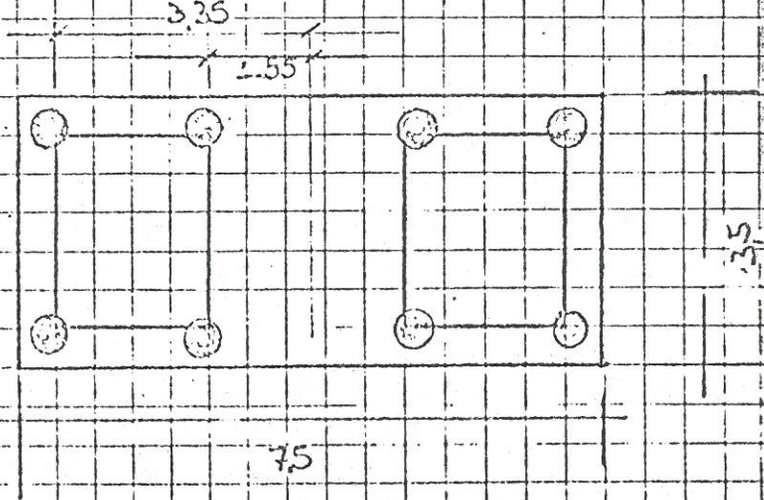
...ito favorável de absorção de esforços por aderência lateral ... não foi considerado.

...consideração teórica seria feita se conhecessemos o ...amento tensão-deformação da resistência de aderência ..., e por compatibilização de deslocamentos se ...maria a parcela de resistência mobilizada.

...mo não se conhece o comportamento tensão deformação, ...ral, a nível de projeto, calcular-se o esforço absorvido, ...do-se hipóteses de ruína (mobilização da ...a máxima), e dividir-se por F.S. adequado ...FS = 2 a 5). O valor assim calculado seria subtraído ...esp atuante. Logicamente a consideração de aderência ...plica em condições executivas apropriadas, como por ...: concretagem contra o terreno ou reaterro com ...ação.

2.- Alternativa com estacas como redutoras de recalque.

2.1 Verificação quanto a ruína



Para verificação quanto a ruína admitiremos somente ...do bloco como fundação direta.

Cargas que solicitam a sapata:

Peso + laje + pilar até nível do terreno = 736,04

pilar nível arrasamento $2 \times 2,0 \times 2,53 \times 1,6 \times (3,5 - 1,7) =$ 73,24

base $7,5 \times 3,5 \times 1,5 \times (2,5 - 1,7) =$ 31,50

830,80t

$\sigma_{rup} = cN_c + \gamma_s N_\gamma + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$

B = 3,5 m

$\sigma_{rup} = 7 \times 14,8 + 5,3 \times 6,4 + \frac{1}{2} 1,7 \times 35 \times 3,10 = 146,7 t/m^2$

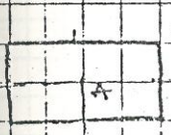
$FS = \frac{146,7}{\frac{831}{7,5 \times 3,5}} = 4,63$ OK satisfatório.

Verificação dos recalques

Cálculo do coeficiente de recalque do solo

$E = 3000 + 1700 z \ t/m^2$

Cálculo segundo Hajek (1976)



Ponto A

B = 1,75
L = 3,75
D = 15m

$K = 1700 \times \frac{1,75}{3000} = 1,0$ $\quad \frac{L}{B} = \frac{3,75}{1,75} = 2,14$

$\frac{D}{B} = \frac{15}{1,75} = 8,57$ $\quad I_z = 0,26$

4 retangulos p/ $\delta = 1 t/m^3$

$\delta = \frac{4 \times 0,26 \times 1 \times 1,75}{3000} = 6,07 \times 10^{-4} m/(t/m^2 \cdot m)$ $\quad K_0 = 1650 t/m^3$

do B

$= 1700 \times \frac{2,5}{3000} \simeq 2$

$\frac{7,5}{3,5} \simeq 2,14 \quad \frac{D}{B} = \frac{15}{3,5} \simeq 4,3 \qquad I_z = 0,17$

$\beta = \frac{0,17 \times 3,50}{3000} = 1,98 \times 10^{-4} m/t/m^2 \rightarrow K_{S_B} = 5042\ t/m^3$

Empotramento da base rígida

$K_m = \frac{2 \times 1650 + 5042}{3} = 2780\ t/m^3$

Cálculo dos coeficientes de reacção das estacas:

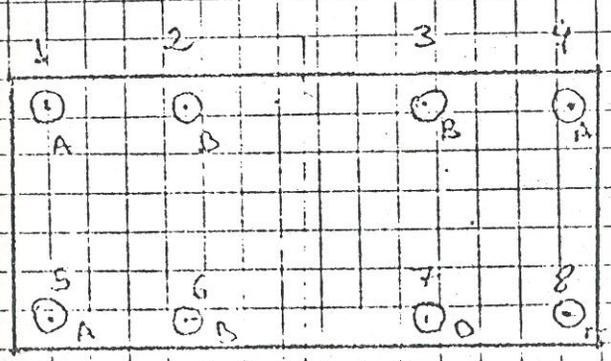
Estaca individual tipo FRANKI

de varias provas de carga tem-se:

8mm → carga de trabalho p/ Φ600 mm

$K_e = \frac{170\ t}{0,008} = 21250\ t/m$

Grupo de grupo - Poulos and Davis (1974)



Estacas tipo A - periféricas

h = profundidade da camada incompressível ≈ 15m

L = comprimento da estaca ≈ 5m

$\frac{h}{L} = 1,5$

S - distância entre estacas
d - diâmetro da estaca

Estaca	S/d ou d/S	α
1	0	1
2	3	0.38
3	0.12	0.13
4	0.07	0.08
5	4,67	0.26
6	0.18	0.20
7	0.11	0.10
8	0.08	0.08
		2.23

$K_{CA} = \frac{21250}{2,23} \simeq 9500$ t/m

Estacas tipo B (centrais)

Estaca	S/d ou d/S	α
1	3	0.38
2	0	1,0
3	0,18	0.20
4	0.12	0.13
5	0.18	0.20
6	4.67	0.26
7	0.14	0.17
8	0.11	0.10
		2,44

$K_{CB} = \frac{21250}{2.44} \simeq 8700$ t/m

Calculo dos recalques verticais

Só importam os recalques devido a colocação do forro e esforços dinâmicos.

Carga vertical = 470 t - Para calculo de recalques a carga dinâmica não deve ser multiplicado por F.S.

Carga vertical distribuida entre solo e estacas periféricas e centrais (B)

$\therefore 470\,t = P_S + P_A + P_B$

porem $P_S = K_S\, \delta_S\, A \rightarrow P_S = 2780 \times 3{,}5 \times 7{,}5 \times \delta_S$

$P_S = 72975\, \delta_S \;\; t$

estacas $P_A = 4 \times K_{eA} \times \delta_{eA} = 4 \times 9500 \times \delta_{eA}$

$P_A = 38000\, \delta_{eA} \;\; t$

$P_B = 4 \times K_{eB} \times \delta_{eB} = 4 \times 8700 \times \delta_{eB}$

$P_B = 34800\, \delta_{eB} \;\; t$

Admitindo bloco rigido, por compatibilidade de deslocamentos tem-se:

$\delta_S = \delta_{eA} = \delta_{eB}$ ou seja

$\frac{P_S}{72975} = \frac{P_A}{38000} = \frac{P_B}{34800}$ e substituindo tem

$470 = P_S + \underbrace{\frac{38000\, P_S}{72975}}_{P_A} + \underbrace{\frac{34800\, P_S}{72975}}_{P_B}$

$170 = P_S + 0.52P_S + 0.48P_S = 2P_S$

$P_S = 235t$

$P_A = 122t \rightarrow \approx 31t$ p/ estaca

$P_B = 112t \rightarrow \approx 28t$ p/ estaca

$\int \Rightarrow \quad 235 = 72975\, S_S$

$$\boxed{S_S = 0.32\,cm}$$

Cálculo dos recalques de ruínas

Para o solo

$M = K'\varphi \quad$ sendo $K' = EK$

$J_x = \frac{35 \times 75^3}{12} = 1230{,}9\,m^4$

$J_y = \frac{75 \times 35^3}{12} = 268\,m^4$

$M_{Sx} = 2780 \times 1230{,}9 \times \varphi_{Sx} = 3{,}42 \times 10^5 \times \varphi_{Sx}$ tm

$M_{Sy} = 2780 \times 268 \times \varphi_{Sy} = 7{,}42 \times 10^4 \times \varphi_{Sy}$ tm

Para as estacas

$M_{Ax} = M\, K'_{eA}\, \varphi_{eAx} \qquad M = 4$

$K'_{eA} = K_{eA}\, l_{eA}^2$

$K'_{eA} = 3500 \times 335^2 = 10663$ tm

$M_{Ax} = 4 \times 10663 \times \varphi_{eAx} = 4{,}26 \times 10^5\, \varphi_{eAx}$ tm

$M_{Bx} = 4 \times 8700 \times 155^2 \times \varphi_{eBx} = 8{,}36 \times 10^4\, \varphi_{eBx}$ tm

da mesma maneira para a direção y tem:

$K_{Ay} = 4 \times 9500 \times 1,35^2 \times \varphi_{eAy} = 6,93 \times 10^4 \varphi_{eAy}$ tm

$K_{By} = 4 \times 8700 \times 1,35^2 \times \varphi_{eBy} = 6,34 \times 10^4 \varphi_{eBy}$ tm

Esforços atuantes na folha 4

$M_x = 663,76$ tm

$M_y = 58,73$ tm

para direção x vem:

$663,76 = M_{Sx} + M_{Ax} + M_{Bx}$

admitindo bloco rígido, por compatibilidade de deformação rotacional vem:

$\varphi_{S_x} = \varphi_{eAx} = \varphi_{eBy}$, ou seja

$\frac{M_{Sx}}{3,42 \times 10^5} = \frac{M_{Ax}}{4,26 \times 10^5} = \frac{M_{Bx}}{0,84 \times 10^5}$ e substituindo vem:

$663,76 = M_{Sx} + \frac{4,26 M_{Sx}}{3,46} + \frac{0,84 M_{Sx}}{3,42}$

$M_{Sx} = \frac{663,76}{2,48} \cong 268$ tm

$M_{Ax} = 333$ tm $\rightarrow \approx \pm 25$ t/ estaca

$M_{Bx} = 65,8$ tm $\rightarrow \approx \pm 11$ t/ estaca

$\varphi_x = \frac{268}{3,42 \times 10^5} \cong 2 \times 10^{-4}$ rd

deslocamento horizontal x no topo do apoio

$x = 2 \times 10^{-4} \times 10,68 =$ **0,21 cm** //

para a direção y vem:

$58,79 = M_{Sy} + M_{Ay} + M_{By}$

$\frac{M_{Sy}}{7,42\times10^{4}} = \frac{M_{Ay}}{6,93\times10^{4}} = \frac{M_{By}}{6,34\times10^{4}}$ e substituindo vem:

$$58,79 = M_{Sy} + \frac{6,93 M_{Sy}}{7,42} + \frac{6,34 M_{Sy}}{7,42}$$

$$58,79 = 2,79\, M_{Sy} \qquad M_{Sy} = 21\,tm$$

$M_{Ay} = 19,69\,tm \rightarrow \pm 3,65\,t$/ estaca

$M_{By} = 17,97\,tm \rightarrow \pm 3,33\,t$/ estaca

$$f_y = \frac{21,0}{7,42\times10^{4}} = 2,83\times10^{-4}\ rd$$

deslocamento horizontal y no topo do apoio

$$y = 2,83\times10^{-4}\times 1068 = \boxed{0,30\ cm}$$

Valem as mesmas observações feitas nas folhas 4 e 5.

Com os valores de recalque assim calculados está resolvido o problema de vibrações.

CTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-LM-080679

São Paulo, 08 de Junho de 1979

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

RECEBIDO
21 JUN 1979
SECRETARIA
Nº 6065
IEEC
ARQUIVO
21 JUN 1503 82 019253

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro
Dr. Antonio Aroeira

ANEXO COM
RECEBEF 1M CÓPIAS

1. Ref.: Reunião do dia 06/06/79 entre
AÇO MINAS
FS/SMS
INTERNACIONAL
PROMON
GEOTÉCNICA

2. Dados novos hoje recebidos:
2.1- Manuscrito da ata da reunião em questão
2.2- Relatório RT/30-PR-168/78 e /78A ref. camada de argila subjacente ao aterro.

Prezados Senhores,

Atendendo a solicitação expressa de V.Sas transcrevemos a seguir nossos comentários imediatos e recomendações que possam servir de subsídios para decisão de V.Sas. Esperamos que a despeito de não termos tido a oportunidade de oferecer nossos eventuais conhecimentos em fase anterior, as orientações que seguem possam ainda resultar uteis em tempo habil.

1- Seguem inicialmente nossos comentários gerais

1.1- Não nos preocupa, em primeiro nível de decisão a existência ou não de material com porcentagens de matéria orgânica. A preocupação da FS/SMS quanto a recalques (físicos) devido a decomposição química da matéria orgânica não parece ter fundamento: pelo menos, permitimo-nos ressaltar que embora sejam mui numerosos os locais em que o terreno de fundação inclue estratos "com matéria orgânica" em proporções analogas ou maiores, não encontramos referências (bibliograficas etc...) à fenomenologia desfavorável admitida.

Cabe porém começar por indagar tanto da FS/SMS, como da Geotécnica (executora dos ensaios de teor de matéria orgânica): 1) que proce-

dimento adotaram para a determinação em questão: 2) que especificações conhecem e poderão adiantar quanto a limites aceitáveis de matéria orgânica (inclusive dependendo de tipo de matéria orgânica em função de como determinada); 3) em que outros terrenos de fundação já fizeram os mesmos ensaios, e como comparam os resultados obtidos agora, com os resultados, por exemplo, em áreas diversas de nossa baixada litoranea (ex. Piaçaguera, Cubatão, etc. etc...).

Oportunamente encaminharemos indicações bibliograficas de pesquisas específicas (Louisiana, EEUU, etc...) relativas à interveniência de matéria orgânica em solos argilosos: existem aspectos em que o comportamento da argila não piora, e sim melhora.

1.2- Por outro lado, parece ter sido deixado em segundo plano o problema de adensamento (físico) que vem ocorrendo na área. Os dados de observação de recalque disponíveis até o momento não nos permitem garantir que os critérios de recalques admissíveis das fundações ficarão ou não atendidos, mesmo contando que o sobre-aterro possa permanecer mais vários meses.

1.3- Caso seja obtada pela remoção e reaterro da área, não nos parece lógico que não se escava até remoção total dos solos moles, permitindo sua permanência quando se encontram abaixo da cota 968m (996-28m). Existe uma região bastante extensa 100 a 150m no H.S.M. e entre os eixos 41 e 47B que corresponde ao fundo do talvegue, que pode apresentar abaixo da cota 968m os "solos orgânicos" condenados, ou, no mínimo, os solos plásticos compressíveis saturados que resultariam em recalques com o decorrer do tempo. Somos da opinião que uma vez decidida a eventual remoção de solos de características desfavoráveis, toda a área deverá ser escavada até solo natural de características apropriadas, para que a reposição do aterro seja feita sobre solo de comportamento garantidamente adequado.

Finalizando este ítem relembraríamos que a execução de tal obra com prazo apertado e em parte em período chuvoso, poderá levar às mesmas condições de execução enfrentadas na época da terraplenagem original, dificultando os serviços de compactação e prejudicando a qualidade do aterro.

1.4- Parece-nos prematura a consideração da hipótese de desvincular a FS/SMS das decisões de escolha de fundação, pelo fato de que, conforme já posicionado, não temos meios de avaliar qual a possibilidade de

que as fundações venham a ser diretas, sem necessidade de substituição do material. Em resumo, faltam-nos dados para que possamos judiciosamente aceitar a incumbência de projetar e executar a fundação para atender a meta ainda insuficientemente definida.

1.5- Solução por estaqueamento parece ser economicamente inviável, além de impossível de ser executada dentro do cronograma.

1.6- Em vista disto, parece sensato sugerir que se postergue qualquer decisão irreversível. Perante a magnitude do problema fomos tomados um tanto de surpresa e de impacto, sem acompanhamento anterior dos ensaios e estudos ora discutidos: indispensável analisar, discutir e ponderar. Se necessário, retornamos à sugestão de que se convoque uma Junta de Consultores, preferencialmente com algum participante alemão de renomada competência, e que o problema seja reestudado, visando implementar a situação atual, de modo a que seja possível garantir o futuro comportamento adequado das fundações.

Entretanto informações, dados e meios adicionais serão necessários para permitir uma análise mais segura do problema. Resumidamente seriam necessários os seguintes dados:

- Cronograma realístico de obras civís e montagem
- Plantas de carga detalhadas e principalmente plantas e cortes da laminação para se conhecer o nível das fundações e poder comparar a carga atualmente atuante com a carga das fundações.
- Dados adicionais de piezometria.
- Definição mais precisa quanto a recalques totais e diferenciais máximos permitidos, a partir de que etapas da construção e do carregamento.
- Apoio de elementos com experiência em manutenção de laminadores, para avaliarem implicações de eventuais manutenções de nivelamentos esporádicos.
- Apoio de V. elementos da obra para que as soluções sejam imediatamente discutidas quanto aos meios e facilidade de execução.

1.7- Podemos adiantar entretanto que certas áreas deverão ter o sobre-aterro aumentado, concomitantemente a um reforço de drenagem profunda para antecipar os recalques. Podemos citar como exemplo as áreas próximas aos medidores de recalque C3B e C4B.

1.8- Em separado submetemos um relatório, AÇO-G-150679, que

pretende focalizar os conceitos dominantes em jogo na tomada de decisão.

2- Seguem abaixo nossos comentários específicos sobre a ata da reunião.

2.1- Ítem 1 da ata.

Discordamos da orientação seguida no relatório RT30 da Geotécnica.

Antes da preocupação se o material tem porcentagem de matéria orgânica (sem qualificá-la nem apreciar sua condição submersa ou não) deve vir a preocupação se o material está ou não sofrendo adensamento e se isto poderá afetar o comportamento das fundações. Além disto, o fato de que uma amostra de solo não ter acusado matéria orgânica, não quer dizer que seu comportamento será favorável.

Este conceito encontra-se expresso por parte da Geotécnica no final pag.3 da referida ata em versão manuscrita; todavia gostaríamos de saber em que é que nos apoiaríamos para a pretendida "atual evaluation of the soil behaviour" no nível de prioridade e de garantia indispensável.

2.2- Ítem 2 da ata.

Não julgamos que os aparentes deslocamentos horizontais indicados no relatório RV2 da Geotécnica sejam devido a movimentação do maciço, pelos motivos que seguem:

- as leituras não mostram nenhuma coerência de tendência a movimentação quando comparadas entre si, nem quando comparadas com os recalques.

- caso o maciço tivesse se deslocado segundo tais valores, os conjuntos medidores de recalque seriam danificados e se notaria o comportamento anômalo.

Interpretamos portanto que tais deslocamentos parecem ter sido devido a imprecisão de leituras. O movimento básico é de recalques (peso) e os deslocamentos horizontais decorrem em função de tal solicitação geradora, e em proporção a seu efeito primordial.

Para dirimir a duvida da FS/SMS recomendaríamos que fossem instalados alguns marcos superficiais na crista do aterro para observação dos eventuais deslocamentos horizontais.

2.3- Ítem 6 da ata

Ao que parece a FS/SMS tem dado exagerada importância a existência certa porcentagem de matéria orgânica acusada em algumas sondagens (sem se ter definido a condição da referida matéria orgânica).

Tendo em conta que o aterro foi lançado após limpeza meramente superficial da vegetação em grande parte da área, é lógico esperar que

algumas sondagens acusem "amostras" com pedaços de raízes, folhas etc. que o laboratorista às vezes classifica de: "com vestígios de matéria orgânica". Tal material deve existir em certa porcentagem sob o aterro nas áreas das encostas naturais, e deve ser distinguido de argila orgânica sedimentar (preta a cinza) em que o teor orgânico ocorre em condição coloidal: a chamada argila orgânica pode no presente caso resultar bem mais desfavorável por motivo de ter comportamento plástico inconsistente saturado. Caberia indagar a que ponto a classificação visual-tactil terá tido a preocupação de distinguir entre solo argiloso com teor orgânico coloidal, e solo com detritos vegetais.

2.4- Ítem 7, fim da folha 7.

Recomendamos a V.Sas que solicitem dados concretos, com sondagens, dados, medições etc. para comprovação sempre que a FS/SMS usar o argumento: "na nossa experiência".

Duvidamos que se encontre facilmente quem tenha qualquer experiência em condições de sub-solo semelhantes ao da área da laminação: desnecessário salientar que perante tais espessuras de aterros compactados só podemos encontrar maior apoio na apreciação de fundações de barragens.

2.5- Ítem 9

Não podemos concordar com Geotécnica, Promon e Internacional, pois preocupa-nos a existência de solos moles saturados, e seu comportamento de recalques com o tempo. O que consideramos de segundo grau de preocupação é se este solo tem ou não matéria orgânica.

2.6- Ítem 10

A FS/SMS não pode deixar de aceitar responsabilidade sem definir claramente os critérios de comportamento da fundação, além disto que garantia teríamos de que os critérios fixados não seriam fixados exageradamente restritivos.

2.7- Ítem 11

Não achamos que se possa fazer a FS/SMS mudar de idéia sobre o material com matéria orgânica com auxílio de execução de ensaios especiais ou consulta a especialista. Associando as afirmações especificamente nebulosas do fim da p.7 (manuscrito) com o início do ítem 10 e bem assim o ítem 13, fica patenteado que afora jogar com tempo e ensaios, nunca se encontrará condição genuina de aceitação da responsabilidade por parte do representante da FS/SMS.

2.8- Ítem 14

Já discutido no início deste parecer.

2.9- Ítem 15

A FS/SMS parece considerar que recalque por adensamento de argilas (que podem ser orgânicas ou não), que é um fenômeno físico de diminuição do volume do solo e concomitante expulsão de água, seja devido a reações químicas do material orgânico, com consequente diminuição de volumes. Desafiamos a que se produza a referência ao limite perigoso de 5% citado: em particular indagamos o que poderia ser entendido pela afirmação de que deva ser esperada uma perda de volume (em 3 a 50 anos) de até 50% no caso de exceder ao limite de 5%. Quereria dizer que uma camada de 3m de espessura seria reduzida a 1,5m? Independente de pressão, ou devido precipuamente à pressão e compressão? E o que esperar com 4,9% ou 4,5% ou 4% de teor orgânico?

A ata parece deixar claro que a FS/SMS não segue os ensinamentos que nos pareceram pertencer ao conteudo da Mecânica dos Solos (ver também ítem 5 da ata) básica de livros textos. Desta feita só nos sentiríamos à vontade no desejo de acompanhar a nova orientação imprimida e quiçá cabível, se nos aquinhoarem com algum apoio de textos e de bibliografia.

2.10- Ítem 17

O relatório RT30 será analisado em relatório que oportunamente emitiremos, esperando obviar a um retardamento do presente, muito embora o seu conteudo tivesse podido ser transmitido mais fácil e proveitosamente em apresentação oral e dialogos.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

VM/MC/ms

IEEC

São Paulo, 13 de Junho de 1979

ANEXO COM

RECEBERAM CÓPIAS

IEE IEEC ISAP

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

Nº 6061
IEEC

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

21 JUN 1979 0192 52 ARQUIVO DO PROJETO

Ref: Material Recebido IEE-C-955/79 e IEE-C-976/79
Exame Expedito - Comentários iniciais
Providências solicitadas.

RECEBIDO
21 JUN 1979
IEE

Prezados Senhores,

Tendo em mãos material de diferentes áreas da Obra, recebidos através das remessas IEE-C-955/79 e IEE-C-976/79, passamos a uma rápida análise do material recebido, posicionando sempre que possível nossas recomendações e sugestões iniciais, assim como solicitando providências de V.Sas. quando se fizer necessário.

1. REMESSA IEE-C-955/79.

1.1- Relatório RT/29-PR-168/78-MAIO/79

Analisaremos detalhadamente e enviaremos relatório específico. Por ora adiantamos que pode ser precipitada a recomendação de desligarem-se os poços em operação.

1.2- Relatórios 1C06Z00-A-5004-A
5006-A
5011-A
5012-A
5013-A

Serão analisados e comentários seguirão em relatório específico.

1.3- Relatório EH-LAM-PC-539/77-28

Solicitamos a folha de campo da prova de carga para que nossa análise dos resultados da mesma possa ser aclarada em certos pontos duvidosos, para os quais solicitamos informações dos Executores:

a) Porque o ensaio na estaca 2 teria mostrado para o segundo

ciclo de tracionamento uma carga (que não atingiu a rutura) de 2,5 vezes a carga de tração do primeiro ciclo do teste?

b) Análise dos comportamentos tempo-recalque para diversas fases do teste.

Voltamos a posicionar que todas as provas de carga apresentadas à Açominas teriam gráficos tempo-recalque (com as leituras devidamente marcadas) em 2 etapas do teste; carga de trabalho e carga máxima do teste.

c) Porque no "retracionamento" de ambas as estacas a aplicação da carga não foi parcelada com suas respectivas etapas devidamente estabilizadas?

1.4- Relatório BH-LAM-PC-129/79-3

Solicitaríamos que os gráficos tempo x recalque referentes as etapas de estabilização fossem representados em gráfico "log t" e que além disso trouxessem os pontos plotados e não sómente a curva como apresentado neste relatório.

1.5- Relatório BH-SIN-PC-131/78-22

Foi incorporado aos nossos estudos do Programa Genérico de Provas de Carga em Placas.

1.6- Relatório BH-SH-173/78

Será incorporado aos nossos arquivos uma vez que mantidos desvinculados de outros dados (tais como locação, estrutura, tipo de fundação, cargas na fundação) estamos impossibilitados de tecer qualquer análise.

1.7- Relatório IC/04-PR-168/78-MAIO/79

Será analisado e comentado em relatório específico.

1.8- Memo IOC-T-081/79

Solicitamos informações à respeito de locação, estrutura e cargas nas fundações do "Viaduto da Passagem".

1.9- Memo IOC-T-087/79

Foi incorporado aos nossos estudos do Programa Genérico de Provas de Carga em Placa.

1.10- Os demais ítens abaixo relacionados foram incorporados aos nossos arquivos para uso oportuno:

1.10.1 - Relatórios: Geop-036/78
Geop-039/79
IOC/1-1568/78AF

BH-LAM-SP-129/79-15
BH-LAM-SP-129/79-18

1.10.2-- Memos: IOC-T-082/79
083/79
088/79
092/79

2. REMESSA IEE-C-976/79

2.1- Relatório RD.A.Noronha 106/RJ Calcinação-1B02B03-A-4004-A. Será analisado e o relatório seguirá brevemente (AÇO-G-070679).

2.2- Relatório RT/30-PR-168/78-Laminação

Recebemos no dia 07/06, em mãos de V.Sas, o relatório RT/30-PR-168/78A. No relatório AÇO-LM-080679 apresentamos comentários suscintos iniciais sobre a problematica em torno da argila orgânica. Analisaremos mais detalhadamente o relatório para envio de comentários específicos.

2.3- Relatório Esbel-343/79

Indagaríamos inicialmente quais os critérios utilizados para determinação da locação e das profundidades desses piezômetros. Em breve enviaremos relatório com nossos comentários à respeito.

2.4- Desenhos: 1C06Z00-C-4301-A
4302-A
4303-A
4304-A

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/CA/ns

F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-150679

IEEC

São Paulo, 15 de Junho de 1979

ANEXO COM

RECEBERAM CÓPIAS

ISE | IEEC | ISAC

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

ARQUIVO DO PROJETO

Ref.: Projetos das Unidades de Laminadores, área de aterros. Princípios Gerais.

RECEBIDO
26 JUN 1979
ISE
SECRETARIA

Nº 6248
IEEC

Prezados Senhores,

Nas reuniões e comunicações recentes em relação a problemas de decisão e de projeto atinentes às fundações, depreendemos que parece estar havendo algum clima de confusão quanto aos problemas intrinsecos em jogo e às tarefas fundamentais exigidas para atendimento ao problema de Vv.Ss.

Indiscutivelmente enfrentamos um caso insolito: os problemas em jogo são conhecidos e reconhecidos, porém as magnitudes em que ocorrem ultrapassam significativamente ao que tenha (segundo nosso conhecimento) sido enfrentado alhures. Mais do que nunca, portanto, necessário ponderar sobre os princípios básicos em jogo, pois que "práticas correntes" podem não respeitar tais princípios quando extrapoladas para outra gama de magnitudes.

Resumidamente submeto as seguintes ponderações no sentido de considerar inexorável que se:

a) Adote e viabilize a fundação direta;
b) exijam definições adequadas das tolerâncias reais a que atender;
c) parta essencialmente para solução por tratamento observável (tratamento e investigação conjugadas);
d) reconheça a inestimável preferência por uma solução que garanta o desejado desde cedo (ex. precarregamento e fundação direta) em comparação com solução que postergue e acumule problemas (inquantificáveis) com o tempo (ex. atrito negativo em fundações profundas);

e) reconheça ser princípio dos mais validos e sadios observar o comportamento do tratamento até a garantia do recalque remanescente minimizado, sem que haja necessidade da rotina de investigações, ensaios, e cálculos estimativos, associados a casos correntes mais homogeneos (quantificáveis) e menos exigentes.

Passamos a resumir a situação de fato.

1. Problema de cargas, geradores de recalques e deformações.

Carregamentos são:

1.1 Peso próprio do aterro;

1.2 Peso do sobreaterro e do bombeamento dos poços;

1.3 Geohidrológico inexorável de médio prazo (anos, década, décadas);

1.4 Alterações de tensões no solo, função de processos construtivos;

1.5 Cargas mortas e mortas operacionais (pesos das estruturas, de estocagens etc...);

1.6 Cargas mortas de equipamentos antes de chumbar;

1.7 Cargas incrementais (finais) operacionais, com consequências após chumbados e/ou após esgotados recursos de ajuste de chumbamento.

Quanto aos 1.1 e 1.2, ressalte-se (ver relatórios específicos antigos e concomitantes) que a totalidade do carregamento efetivo só estará atuando, e terá "finalizado" as compressões consequentes, quando as piezometrias estiverem controladas a contento. A magnitude deste carregamento merece o maior respeito: uma variação de piezometria de 10m corresponde à aplicação de uma sobrecarga de 10 t/m^2 (5,5m de sobreaterro).

Quanto ao ítem 1.3, por diversas vezes discutido, indefinido, e postergado, sinto-me na obrigação de enfatizar que nossa incapacidade de o definir não leva a que ele inexista, ou que nos seja licito esquece-lo. Ao contrário, a conceituação de Engenharia no caso impõe que atuemos no sentido de o dominar, controlar, para que não interfira desfavoravelmente. Um exemplo de tal princípio foi, indiscutivelmente, a incorporação de um lastro drenante sob a fundação, para evitar que o lençol jamais suba acima daquela cota. Ora, quanto a recalques, o necessário é que o len-

çol desça agora (no restante do período construtivo de recalques inconsequentes) mais do que jamais descerá no futuro: qualquer subida futura do lençol só provocaria descompressões diminutas. Ora, quanto menos sabemos antecipar as tendências futuras eventuais do lençol geohidrológico, tanto mais positivamente devemos atuar no sentido de garantir a descida atual, mais profunda. Se os poços de bombeamento não são suficientes, cogite-se de outra drenagem (complementar) mais eficiente (veja-se nosso AÇO-LM-180679): incompreensível que se admita meramente abandonar a drenagem "profunda" imprescindível!! Enquanto não tivermos estabelecido certeza de que as piezometrias atuais e próximas futuras serão seguramente menores do que as que imperarão no período operacional da usina, a nosso ver é absolutamente irresponsável e errado por de parte este problema liminar.

Quanto aos ítens 1.4 a 1.7 tomo a liberdade de ressaltar que há cerca de 20 meses vimos pedindo insistentemente que as Fornecedoras esclareçam mais detalhadamente a natureza dos carregamentos, as cronologias respectivas, e a partir de que etapas e datas os recalques remanescentes deverão respeitar as apertadas tolerâncias. Não precisamos de "dados precisos nem completos" mas de indicações realísticas de primeiro grau de aproximação. Caso as obtenhamos podemos proceder ao projeto em questão para garantir atender aos requisitos, em grau de precisão e de responsabilidade tão apertado quanto possa ser fornecido por qualquer que seja o especialista projetista, seja local seja internacional. Não podemos, porém, jogar de tiro ao alvo sem que se comece por fixar o alvo.

2. Efeitos secundários capazes de gerar recalques e deformações adicionais.

Temos assistido com sentimentos indisfarçaveis a situações em que Vv.Ss. têm sido pressionados por "problemas" insolitos tais como: a) o eventual efeito de "pumping" de fundações de pilares de ponte rolante etc., e o tratamento respectivo (exigência de espesso lastro de brita); b) o temor por "encharcamento" de solos siltosos superficiais por chuvas, o consequente receio de aplicar fundações diretas, e conforme constaria, a imposição de um processo construtivo que garantisse a cobertura da área do galpão antes de proceder as profundas escavações etc...; c) a postulação de decomposições químicas de matéria orgânica que levassem, no limite, à criação de vazios e graves recalques adicionais; d) a postulação de uma possível acentuada "compressão secundária posterior ao adensamento" por mo

tivo de solos com teores orgânicos.

Face aos precedentes assim constatados, dificilmente escaparíamos à conclusão de que ainda outros comportamentos insolitos virão a ser postulados. Haveria algum conhecimento por trás de tais postulações? Procuramo-los assiduamente, mas não os encontramos. Solicitamos que nos sejam prontamente fornecidos, para que nos iluminem em nossa ignorância: caso não sejam formalizados os exemplos em questão, por um lado pareceria definir-se um conjunto de circunstâncias, de desconhecimento, de temor, de ampliação e extensão de duvidas-investigações-trabalhos para adiamento da decisão etc., e de dificuldade e hesitação em aceitar a "responsabili[illegible]de contratual assumida". Por outro lado, mais do que nunca se estabelece a preferência pelo procedimento por precarregamento e fundação direta.

3. Procedimento de decisão-projeto-tratamento.

É inegavelmente muito corrente empregar-se investigações-ensaios--cálculos etc. como base de decisão-projeto. Tal pratica se encontra particularmente difundida em publicações, a ponto de impressionar como imprescindível, embora seja provavelmente bem mais frequente na vida pratica a decisão de projeto (tomada com tal certeza e/ou margem de segurança) que dispense o formalismo de tais investigações-ensaios-cálculos: em outras palavras, a sequência lógica está implicita por analogia a casos anteriores, e por se estar atendendo até melhor do que o estritamente visualizado como necessário.

3.1 Complementação da investigação e cálculo (reiteradamente proposto pela Fornecedora, e agora em certos aspectos insistido pela Projetista INTERNACIONAL, com acordo da Executora em perspectiva, Geotécnica).

Em condições usuais de aplicação de cálculos etc.. está implicito que o subsolo é homogeneo (ou de variação segundo leis homogeneas, reconhecidas); que aplicando "correções" de valores individuais de ensaios etc. para ajuste dentro do modelo homogeneo postulado conseguimos obviar a erros e dispersões; que por semelhanças com casos analogos se possa aplicar coeficientes de ajuste ensaio-cálculo vs. comportamento-obra; finalmente, que as tolerâncias da obra não sejam demasiado apertadas face às garantias de precisão das conclusões a que os cálculos levem.

No relatório AÇO-LM-170679 empregamos os próprios dados disponíveis da obra para mostrar que seria e será patentemente ilusório alcançar os graus de precisão de previsões de recalques exigidos (segundo cons

ta no presente) pela Fornecedora. Já em estratos homogeneos afirma-se (p. ex. Leonards, "Foundation Engineering", 1962, p.155) "As the value of Pc is by far the most important factor affecting the precision of settlement estimates in moderately overconsolidated deposits, reliable procedures for measuring in situ compressibility are urgently needed..": no caso em pauta o subsolo é aleatoriamente heterogeneo quanto a pressões de preadensamento de compactação, e nenhum raciocínio permite corrigir ou ajustar valores (errados e dispersos) de ensaios.

Inexorável portanto requerer o conceito de solução do ítem 3.2.

3.2 Tratamento do subsolo com observação que fornece todos os dados comprovatórios.

Um tratamento por precarregamento por um lado é o melhor dos ensaios imagináveis, pois ensaia e observa o protótipo: por outro lado, na medida em que chegue a pressões maiores do que as futuras da obra, e a recalques menores do que as tolerâncias, é um tratamento garantido.

Como discutir comparativamente os custos (prazos) de uma investigação (3.1) que não é tratamento nem pode dar garantia, contra o que é eminentemente um tratamento auto-investigado e auto-comprovável?

Custo de tratamento tem que ser comparado com custos de tratamentos alternativos. Quais seriam? Fundações profundas? No ítem 3.3 demonstramos ser esta hipótese absolutamente inaceitável por levar em seu bojo essencialmente o mesmo grau de indefinições, com a agravante de postergar suas consequências.

Aceitando a inexorabilidade do tratamento por precarregamento cabe ressaltar a absoluta necessidade de incluir como carregamento o controle da piezometria. No relatório AÇO-LM-180679 explicitamos alguns destes pontos, reiterando insistentes pronunciamentos anteriores.

Cabe ressaltar que ouvimos menção da hipótese de acrescentar maior altura de aterro de sobre-carga (como se fosse para dispensar o controle piezométrico etc..). Por um lado já frizamos a importância de controle piezométrico por comparação com hipótese pessimista (prudente) da geohidrologia futura. Por outro lado cabe urgentemente frizar o que já é bem sabido mas poderá estar sendo esquecido: as compressões (e recalques) em determinado maciço são função das pressões efetivas; ora, se um maciço está com sobrepressões neutras, grande parte do aumento de peso (Total) do

sobreaterro nada mais fará do que se transmitir na forma de um acréscimo de sobrepressão neutra. Assim, a eficiência da sobrecarga adicional de sobreaterro fica inteiramente condicionada ao incremento de sobrepressão neutra despertada, e à dissipação respectiva com o tempo: voltamos ao problema do controle da piezometria.

3.3 Solução (tratamento) não observável salvo sob carregamento da própria obra e a longo prazo.

No caso em pauta se for empregada uma solução por estacas etc.., é necessário reconhecer (além dos graves problemas de custos, de logística, de execução por perfuração-cravação etc..) o erro conceitual básico de que trata de uma fundação que não escapa aos problemas postulados, mas essencialmente os posterga. Admitamos que as estruturas aceitem recalques totais e diferenciais da ordem de 2 cm (após chumbamentos etc.): ora, asestacas passam a receber essencialmente os valores totais de atrito negativo já com recalques da ordem de 1 cm (e cumulativos a partir da execução da estaca, isto é desde bem mais cedo). Todas as indefinições quanto a recalques etc. que sejam aduzidas para argumentar contra a solução 3.2 agirão também no caso de estacas, e mesmo em maior grau perante a sanidade operacional da umidade. Enquanto que no caso 3.2 os piores efeitos são iniciais, e rapidamente decelerantes (ajustáveis enquanto a usina teria produção menor etc..) no caso de fundações profundas, sem controle geo hidrológico etc.., os efeitos se acentuam com o tempo prejudicando (possivelmente) a usina em condições de muito maior investimento e produção.

Que "portas abertas" haveria a ajustes em tal caso? Nenhum de que tenhamos conhecimento em escala plausível.

4. Em resumo, postulamos que a decisão do que fazer nada tem a ver com maior ou menor número de dados e cálculos: tem que ser uma decisão liminar, de conceito. Tratar agora, e observar; se insuficientemente tratado, persistir; se insuficientemente observado, aprimorar e ampliar; se insuficientemente rápido, acelerar o tratamento ou guardar mais os seus resultados. De qualquer forma, viabilizar a fundação direta, comprovadamente.

Sem mais para o momento, subscrevo-me mui

Atenciosamente.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS, S/C LTDA.

Luiz Guilherme Belmonte

VM/ms

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-LM-170679

São Paulo, 17 de Junho de 1979

-5 JUL 1105 R 020993

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua dos Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

ANEXO COM
RE[illegible]ERAM COPIAS
TSE TEC IPC

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: Considerações sobre dispersão inaceitável de cálculos de recalques no caso dos Laminadores.

Prezados Senhores,

Em relatório recém enviado a V.Sas sobre os Projetos das Unidades de Laminadores, Áreas de Aterros - Princípios Gerais (AÇO- G-150679) posicionamos ser "princípio dos mais válidos e sadios observar o comportamento do tratamento até a garantia do recalque remanescente minimizado, sem que haja necessidade da rotina de investigações, ensaios, e cálculos estimativos, associados a casos correntes mais homogeneos (quantificáveis) e menos exigentes", especialmente face a variabilidade dos cálculos de previsão de comportamento com base em resultados de laboratório (vide nosso AÇO-LM-160679).

Visando ilustrar o exposto apresentamos no presente relatório resultados de previsão de recalques para perfís típicos padronizados, com base em resultados de ensaios de laboratório em amostras já retiradas dos aterros da AÇOMINAS.

1. SISTEMÁTICA DE CÁLCULO.

1.1- Dados utilizados:

Utilizamos os resultados de ensaios constantes dos relatórios: BH-LAB-539/77-20 de ensaios realizados em amostras Shelby e BH-PDQ-LA-320/78-1; BH-SIN-LA-131/78-17 e IPT-AG-08/79 de ensaios realizados em blocos indeformados superficiais.

1.2- Síntese dos dados disponíveis.

Na fig. 1a, foram plotados os dados de ensaios edométricos disponíveis até o presente. Uma rápida análise destes mostra a grande variação do comportamento de compressibilidade mesmo para amostras semelhantes de solo, correlacionando com o índice SPT (sem correção de efeito de profundidade e tensão efetiva).

CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

Na fig. 1b e 1c plotamos para fins comparativos os resultados de ensaios edométricos em função de parâmetros de compactação, conforme proposto por de Mello, V.F.B. (1977). Nota-se que as curvas estatísticas médias obtidas pelo citado estudo distoam dos valores disponíveis para os aterros dos laminadores.

1.3- Metodologia

1.3.1- Na tabela 1 reunimos algumas sondagens da Laminação (escolhidas a esmo) para comparação de valores SPT a uma mesma profundidade.

Uma análise desta tabela nos mostra inicialmente a grande heterogeneidade do aterro, com inclusive dificuldade de escolha de perfís representativos para cálculos de recalques. Esta heterogeneidade acarreta uma grande dificuldade de vincular resultados de ensaios disponíveis e novos eventuais aos perfís individuais, através dos índices SPT.

1.3.2- Cálculo de recalques

Face ao exposto acima admitiu-se um perfíl hipotético com 12m de profundidade, subdividido em 4 camadas de SPT constante (fig. 2a).

O nível d'água foi admitido na cota - 9m e invariável com o tempo.

Das curvas edométricas constantes nos relatórios acima mencionados foram calculados os valores de deformação específica $\left(\frac{e}{1+e_o}\right)$ para 3 valores de carregamento adicional (Δp), tentando representar os vários carregamentos que seriam impostos pelas fundações.

Nos demais gráficos da figura 2 apresentamos estas curvas de deformação específica em função de pressão efetiva correspondente ao ponto médio de cada camada, separando as curvas em dois universos de consistências dos aterros, identificáveis através dos valores SPT que foram observados nos locais de retirada das amostras.

As envoltorias de cada uma das curvas, assim como uma curva média de cada conjunto de valores, foram utilizadas para cálculo de recalques do perfíl típico.

Todas as permutações possíveis de variação das camadas em profundidade foram calculadas, e na figura 3 anexa apresentamos um gráfico de recalque (ΔH) em função do carregamento aplicado (Δp).

2. CONSIDERAÇÕES.

2.1- Conforme é facilmente visualizado na fig. 3 a previsão de

comportamento apresenta uma grande faixa de variação, obviamente muito superior à aceitável visando atender com garantia os critérios impostos pelos Fornecedores.

2.2- Voltando à figura 2 verifica-se que as curvas obtidas a partir de ensaios edométricos realizados em amostras coletadas por amostrador Denison apresentam uma variabilidade muito superior às obtidas a partir de amostras tiradas de blocos indeformados superficiais (as quais também apresentam variabilidade incompatível com os critérios exigidos). Obviamente a retirada de blocos indeformados a grandes profundidades e com a presença do N.A. é problemática.

2.3- A fixação das envoltorias das curvas $\left(\frac{e}{1+e_o}\right)$ vs. P_o englobou tanto os resultados de amostras superficiais quanto os de amostras profundas, uma vez que todas estas seriam provenientes de profundidades inferiores a 15 metros, em locais aonde uma análise do perfil de SPT indicaria aterros de razoável qualidade.

2.4- Caberia lembrar sòmente que o presente aborda sòmente considerações sobre o comportamento do aterro excluindo, a título exemplificativo a consideração de seu comportamento conjunto com sua fundação.

2.5- As demais conclusões do presente cálculo simplificado constam do relatório AÇO-G-150679.

Colocando-nos à Vossa inteira disposição para quaisquer esclarecimentos, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente.

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

p/ ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

VM/LG/ms

PROFUNDIDADE (m)	SP-610A Z=1004,51	SP-008A Z=1004,60	SP-612A Z=1004,72	SP-251A Z=996,04	C-4C Z=1009,24	SP-236A Z=995,85	C-2C Z=1009,33	SP-607A Z=1004,46	SP-609A Z=1004,75	SP-619A Z=1004,70	SP-212A Z=995,39	SP-236A Z=995,85	SP-250A Z=996,02	$\overline{SPT}$
													996	
1														
2	(3)	4	6	5	6	6	40	8	7	5	4			6
3	(3)	7	5	7	16	7	7	9	9	8	5	6	12	8
4	(5)	6	12	8	15	7	14	7	6	8	7	7	8	8
5	7	8	13	11	18	9	20	9	(6)	9	7	7	12	10
6	(5)	9	13	13	20	12	18	9	10	8	7	9	20	12
7	(7)	10	14	14	18	13	19	8	11	9	9	12	16	12
8	(7)	7	13	14	20	8	15	10	13	14	8	13	18	12
9	(5)	7	12	14	16	9	18	13	13	11	11	8	15	12
10	9	(9)	15	15	17	12	23	14	12	15	11	9	16	13
11	9	12	(9)	18	18	12	22	15	14	13	9	12	17	14
12	11	14	10	18	18	13	22	10	13	17	(9)	12	18	14
13	13	12	8	16	15	13	24	(8)	13	13	12	13	15	13
14	12	11	(8)	15	17	10	22	12	24	18	12	13	17	15
15	15	13	(10)	17	16	12	26	15	22	16	11	10	18	15
16	11	15	11	17	17	14	30	14	9	10	(8)	12	17	14
17	13	17	15	15	19	18	34	14	(10)	12	12	14	22	17
18	12	15	17	16	19	16	27	15	23	(9)	12	18	12	16
19	14	12	14	19	23	14	22	18	21	(8)	12	16	16	16
20	14	16	14	18	23	15	35	16	15	21	(12)	14	16	18
21	12	17	17	15	16	11	19	17	(10)	18	14	15	16	15
22	(9)	19	19	11	20	10	51	17	10	19	17	11	17	16
23	(7)	17	21	18	18	10	31	19	15	19	18	10	15	17
24	(9)	20	18	18	21	12	19	14	22	17	21	10	16	17
25	13	22	20	16	24	(10)	24	15	24	18	19	12	17	18
26	15	23	16	17	19	11	28	14	22	25	21	(10)	17	18
27	(11)	25	21	20	19	13	28	16	27	25	24	11	16	20
28	(9)	21	21	21	21	12	31	17	20		29	13	24	20
29		18	24	18	25	(14)	54	15	26		24		17	21
30		(14)	15	18	23	16	36	14	30		29		17	21
31		16	19	(15)		20	38	19	40		27		18	24
32		18	18	16		(15)	19	17	52		27		17	20
33		18	17				56	(15)	35		28		17	24
34		40	(21)				38	26			23			30
35		31	(18)				25				23			27
36		51	(17)								26			25
37			16								(14)			15

(○) – valores mínimos de SPT para cada profundidade

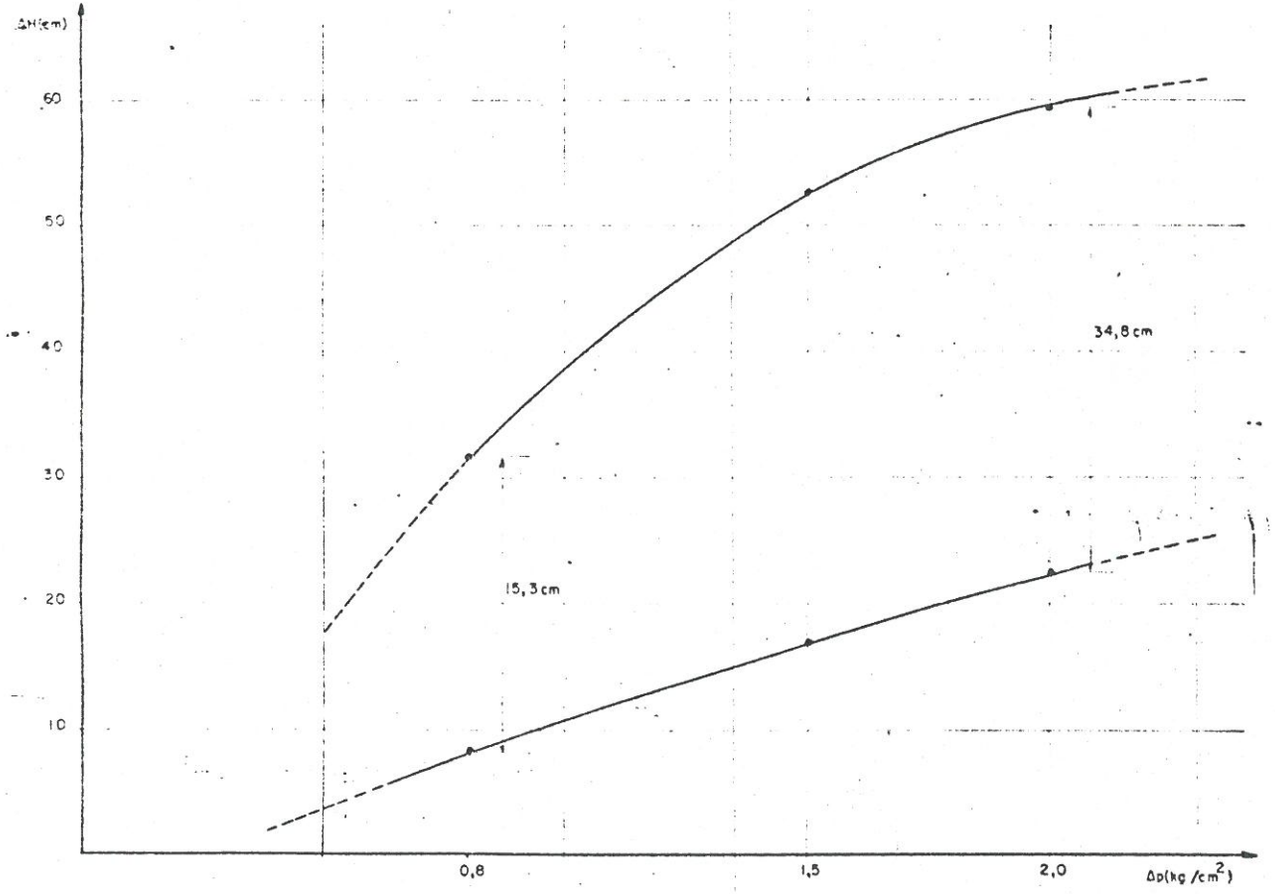
(▨) – valores máximos de SPT para cada profundidade

Obs.: Não foram introduzidas correções nos valores de SPT em função de σ' e de Z(m) por não serem correções simples para perfis de subsolo não homogêneos.

TABELA 1

AÇO-LM-170679

GRÁFICO ΔH vs Δp



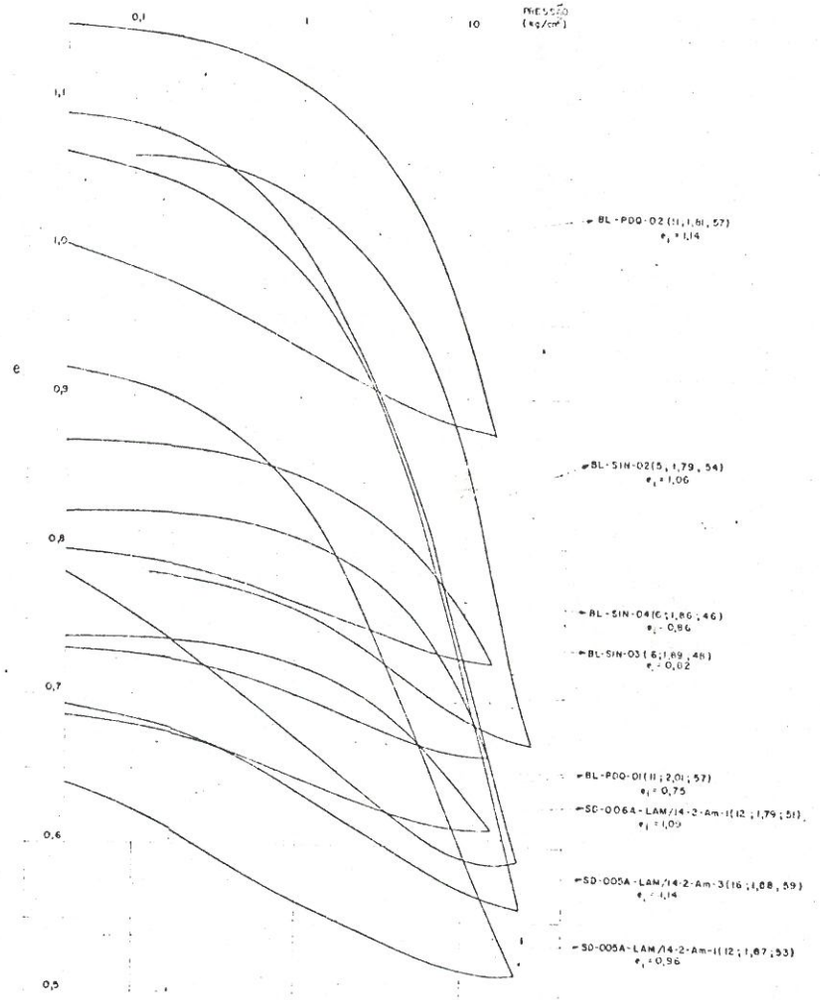
ΔH = VALOR DO RECALQUE

Δp = VALOR DO CARREGAMENTO CONSIDERADO SOBRE O PERFIL DE SUBSOLO HIPOTÉTICO DA FIG. 2a, LEVANDO-SE EM CONSIDERAÇÃO PERMUTAÇÕES ENTRE AS CAMADAS.

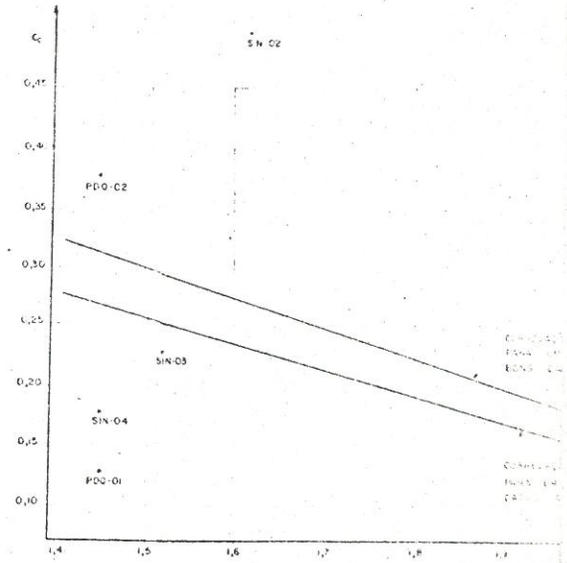
CONCLUSÃO:

A FAIXA APRESENTADA REPRESENTA A DISPERSÃO DOS VALORES DE RECALQUES DEVIDA TÃO SOMENTE À PERMUTAÇÃO DAS CAMADAS E À VARIABILIDADE DOS PARÂMETROS OBTIDOS DOS ENSAIOS EDOMÉTRICOS.

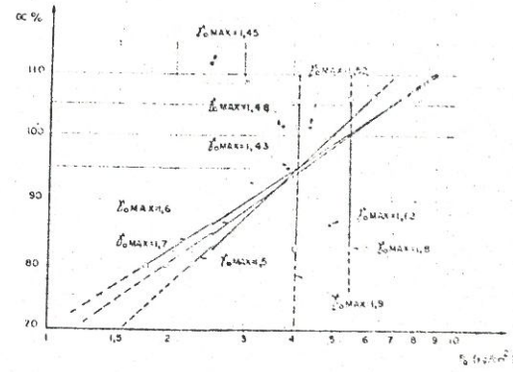
VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda			
interessado: AÇOMINAS			
GRÁFICO DE RECALQUE EM FUNÇÃO DO CARREGAMENTO PARA O PERFIL DA FIG. 2a			
data: 17-06-79	desenhado: S.F.R.S.J.	figura: 3	cód. p: [illegible]



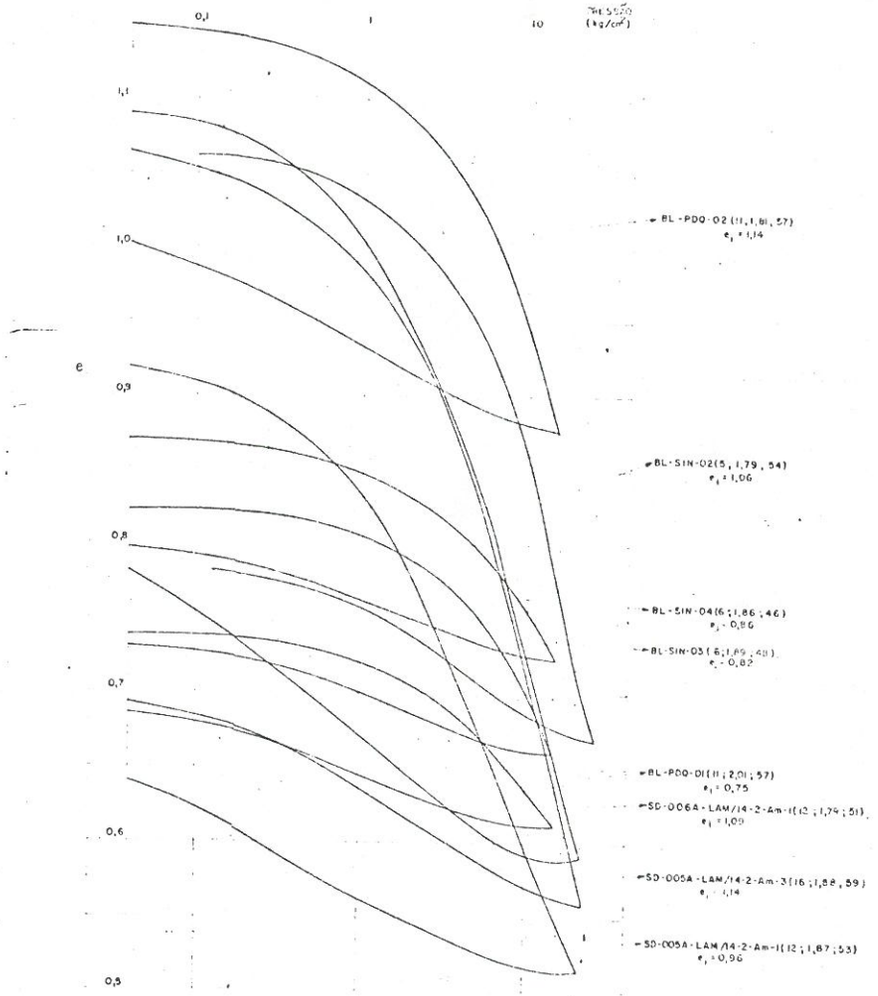
a) ENSAIOS EDOMETRICOS DISPONÍVEIS NOS ATERROS DA ÁREA



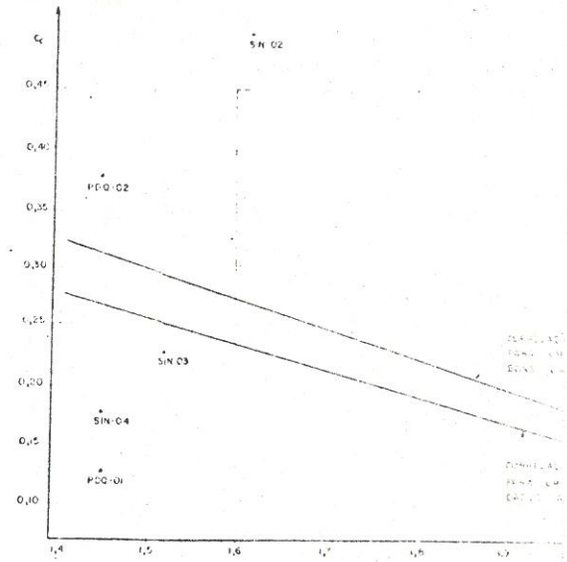
b) CURVA C_c vs σ'_{0MAX} CONFORME DE MELLO V.F.B. - 1977-17th RANKINE LECTURE



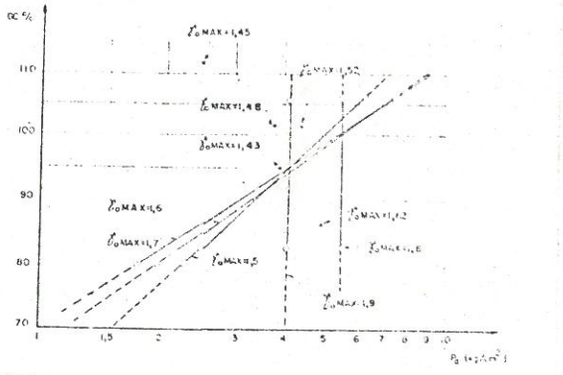
c) CURVA OC vs P_0 CONFORME DE MELLO V.F.B. - 1977-17th RANKINE LECTURE



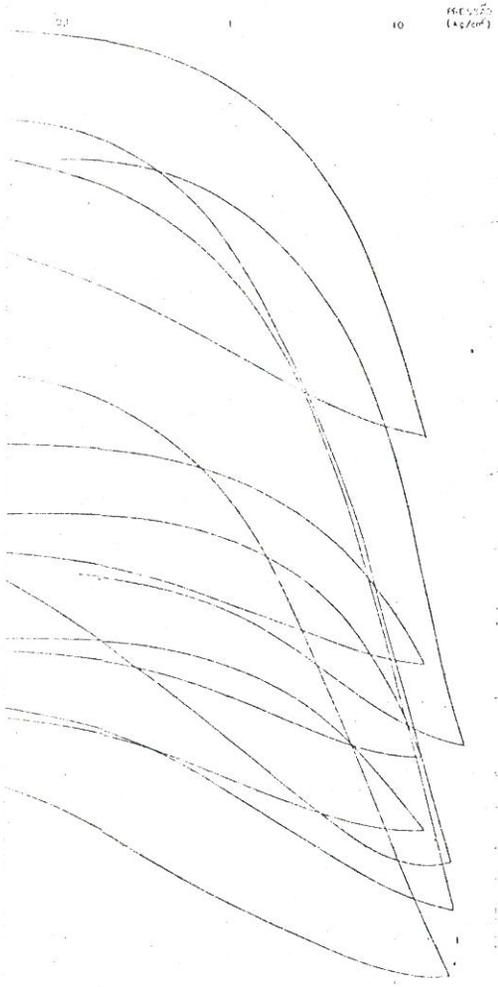
a) ENSAIOS EDOMÉTRICOS DISPONÍVEIS NOS ATERROS DA ÁREA



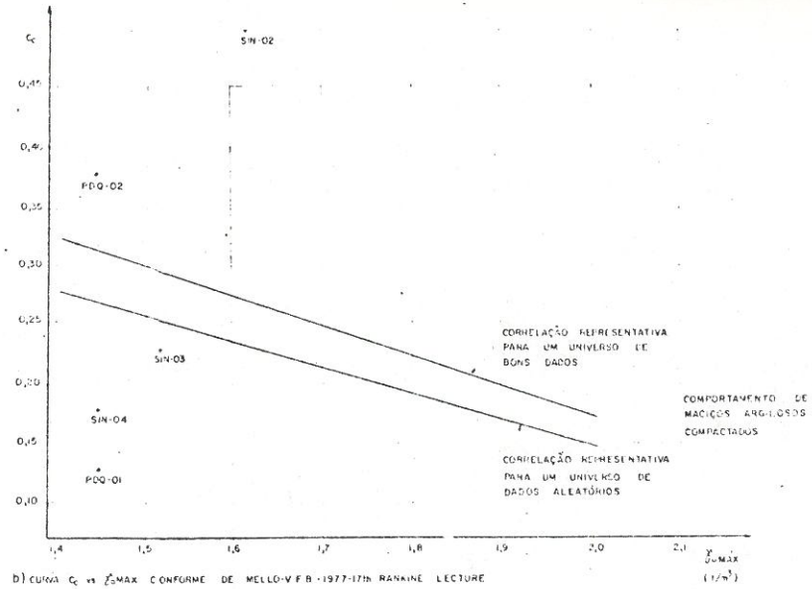
b) CURVA C_c vs σ'_{MAX} CONFORME DE MELLO V.F.B. 1977 (7th RANKINE LECTURE)



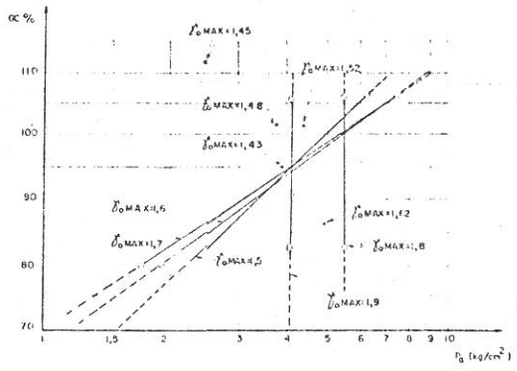
c) CURVA OC vs P_0 CONFORME DE MELLO V.F.B. 1977 (7th RANKINE LECTURE)



OBS: OS VALORES DISPONÍVEIS NOS ARREDORES DA ÁREA



b) CURVA C_c vs γ_{0MAX} CONFORME DE MELLO-V.F.B.-1977-17th RANKINE LECTURE



c) CURVA GC vs P_0 CONFORME DE MELLO V.F.B. 1977-17th RANKINE LECTURE

OBS: NA FIG. 1a OS NÚMEROS ENTRE PARENTESES REPRESENTAM RESPECTIVAMENTE: SPT, γ_0(t/m³), LL(%)

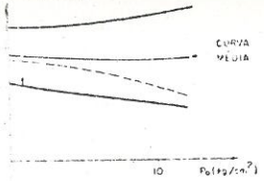
2 NOS CASOS EM QUE NÃO EXISTIAM VALORES DISPONÍVEIS PARA OS ATERROS DISTOAM DAS CURVAS ESTATÍSTICAS MÉDIAS (DE MELLO, V.F.B. - 1977)

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S.C. Ltda.

ACOMINAS

COLETA DE DADOS E ANÁLISE

ENVELTÓRIOS



.10

OBS: 1-ADMITIMOS O $NA_{final} = NA_{inicial}$ A RIGOR A GAMA DE VARIAÇÃO DOS RECALQUES SERIA MUITO MAIOR SE LEVÁSSEMOS EM CONSIDERAÇÃO MAIS ESTA INCERTEZA.

2-ADMITIMOS SIMPLIFICAR $\gamma_n = 1{,}8\ t/m$ PARA TODO O PERFIL NO CASO DE SE ADMITIR UMA VARIAÇÃO DE γ_n (POR EXEMPLO $\gamma_n = 1{,}6(SAT)$) IRÍAMOS OBTER UMA DISPERSÃO AINDA MAIOR NOS VALORES DE ΔH FINAIS.

3-OS VALORES DE RECALQUES SÃO DIRETAMENTE PROPORCIONAIS À $\frac{\Delta e}{1+e_0}(CHS\ \frac{\Delta e}{1+e_0}H)$

H=ESPESSURA DA CAMADA



VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda	
Interessado: AÇOMINAS	
GRÁFICOS DE RECALQUE FINAL vs PRESSÃO INICIAL Po	
data: 17-05-79	desenhado: SERGIO
figura: 2	escala: [illegible]

PERFIL HIPOTÉTICO DE ATERRO COMPACTADO REPRESENTATIVO DO CASO EM TESTA

$\Delta p = 0{,}6\ kg/cm^2$
$\Delta p = 1{,}4\ kg/cm^2$
$\Delta p = 2{,}2\ kg/cm^2$

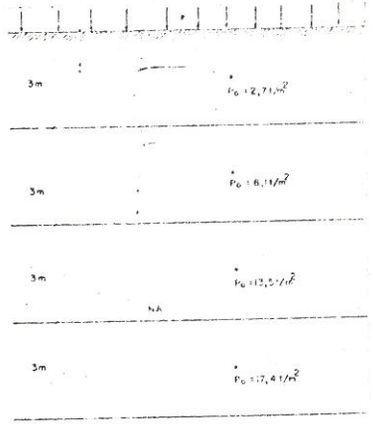
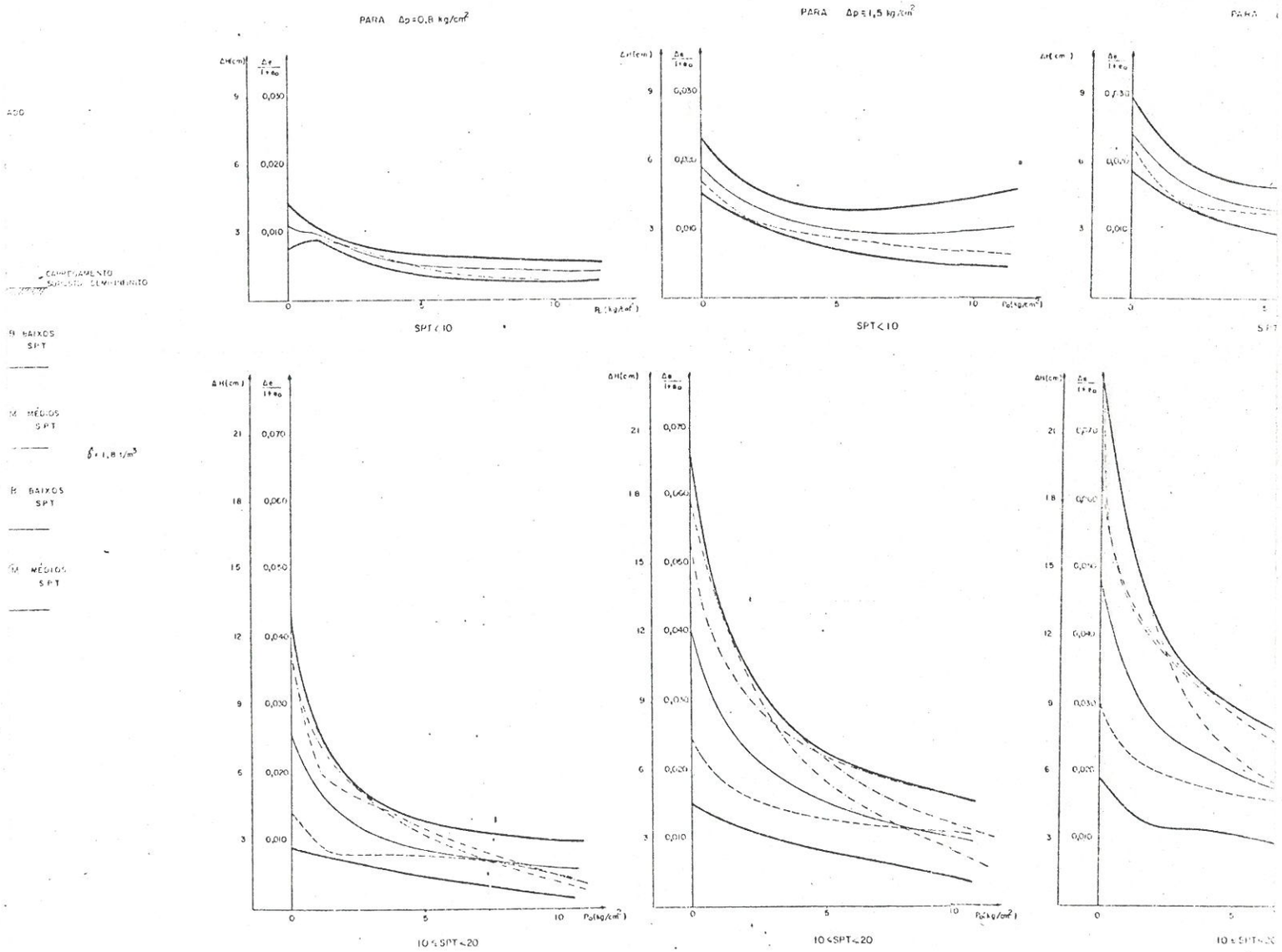


FIG. 2a


PARA Δp=0,8 kg/cm²
PARA Δp=1,5 kg/cm²
ΔH(cm)
Δe/(1+e₀)
P(kg/cm²)
SPT < 10
SPT < 10
10 < SPT < 20
10 < SPT < 20
ADO
CARREGAMENTO
SUPOSTO CARREGAMENTO
B. BAIXOS SPT
M. MÉDIOS SPT
γ = 1,8 t/m³
B. BAIXOS SPT
M. MÉDIOS SPT

FIGS. 26

CTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-LM-160679

São Paulo, 20 de junho de 1979

IEEC

26 JUN 1979 R 019935

AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua dos Inconfidentes, 1001 - 4º andar
Belo Horizonte - MG

ARQUIVO DE PROJETO

RECEBIDO
26 JUN 1979
ISE
SECRETARIA

NEXO COM

ERAM CÓPIAS

ISAE

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Nº 6249
IEEC OK
GEO/Obra
IEE-USP ARQUIVO

Ref.: Programa de investigações segundo
1 C05-Z-00-A-4004-A, Maio 1979
LAMINAÇÃO DE PERFIS PESADOS.

Prezados Senhores,

De acordo com o combinado na reunião de 06/06/79 em que foi discutido o programa de sondagens, ensaios e instrumentação pedido pela Projetista INTERNACIONAL, coube-me a tarefa de oferecer a V.Sas. uma indicação preliminar de qual seria, segundo minha experiência, a provável valia de amostragens, ensaios laboratoriais, e cálculos correntes, perante os problemas em foco.

Incluo não só minha experiência, mas a que reconheço estar refletida na bibliografia nacional e internacional de meu conhecimento.

Esbarrei imediatamente com problemas bem mais amplos, principalmente em função de ter-nos sido dado conhecimento de reuniões imediatamente anteriores e concomitantes que estavam sendo realizadas com a Fornecedora. Surgiram assim necessidades de um exame mais amplo da questão (conforme submetemos em relatórios em separado) resumindo-se em nossa reafirmação dos principios de que:

(a) não há alternativa a considerar senão viabilizar a fundação direta;

(b) face às diminutas tolerâncias de recalques a garantir, não há o que investigar, e sim tratar: quando os recalques tendem para zero não há porque investigar suas magnitudes, mas sim apenas comprovar por observação em protótipo;

(c) sendo grande a incógnita das variações geo-hidrológicas antecipáveis, é indispensável aplicar tratamento que as domine, não as permitindo sair da faixa aceitável;

(d) sendo por enquanto grande, porém incompreensível, a lacuna de infor-

B.H.
Obra.

CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 -- TELS. 280-8223 - 852-9280 -- CEP 01443 — SÃO PAULO

mações sobre cargas estruturais etc.., cronologias etc.., épocas consequentes de recalques diferenciais etc.., indispensável que a Fornecedora aplique seu know-how em tempo hábil, fornecendo sem mais demora tais indicações.

Todavia, atendo-nos ao pedido específico, submeto a apreciação solicitada com vistas ao que foi declarado como propósito específico do programa, i.é.:

Aferir o método de previsão dos recalques ainda remanescentes (ver nosso AÇO-LM-210679) através de "amostragem indeformada", ensaios de laboratório (tabelados), e cálculos de recalques "totais", empregando tais pesquisas especificamente nos pontos dos medidores de recalque ora em observação. Implicito está que a aferição desejada só terá mérito se:

(a) acrescentar algo às interpretações de observação dos recalques (etc..) do aterro e sobre-aterro;

(b) o acrescentar de forma mais rentável do que algum outro complemento de observações;

(c) puder garantir as previsões em grau compatível com as tolerâncias atualmente consideradas inexoráveis, e com as RESPONSABILIDADES a assumir, em tempo hábil para as decisões de projeto.

1. Amostragem, ensaios laboratoriais, cálculos consequentes.

1.1 Amostras shelby já retiradas pela Geotécnica; no Conjunto C1A às cotas 998 (sobreaterro?), 988 e 978 configurando valores SPT de 6, 12, 20.

Suponho que sejam amostras "de tipo indeformado" em shelby de 2". Mesmo em argilas plásticas saturadas é reconhecido e divulgado que tais amostras não são aceitáveis para ensaios de compressibilidade: nos solos em apreço, muito menos, independentemente de se admitir (comprovação requerida) uma amostragem cuidadosa (pistão fixo, porcentagem de recuperação, etc..).

Nas demais amostragens e ensaios só me cabe presumir que tenham sido previstas amostras shelby ou Denison de 2" (?!) correntes entre nós, e ensaios e cálculos tidos como convencionais. Admitindo amostragem muito especial (diâmetros $\geq$ 4", em sondagem de 6", cuidadosamente respeitados os ditames de amostragem indeformada) e admitindo ensaios e cálculos especialemnte programados, cabem naturalmente "Notas" melhores para o caso específico da amostra (persistindo porém a dúvida, ref. nosso AÇO-G-150679, quanto à representatividade e validês do conjunto de cálculos perante o perfil e perante perfis diversos

variáveis). Nos casos de blocos ditos indeformados de poços, também distingo entre o que tem sido (e provavelmente será) a prática corrente, e o que poderia ser um trabalho ideal (dependendo de quem o oriente e conduza). Na tabela seguinte enumero as amostras de 1 a 20 conforme constam da tabela (1a. Revisão) que me foi entregue a 06/06/79. Claro é que o único ensaio fundamental desejado é o de compressibilidade (adensamento): limito-me a apreciar sua validês provável. Quanto aos demais ensaios, ensaios-índice diversos relacionados, os índices físicos (peso específico natural e umidade natural) decorrem ipso facto de cada corpo de prova, não precisando ser determinados em complemento:; os demais (granulometria, "densidade real dos grãos", e limites de plasticidade e de liquidez) só têm sentido como indices às classificações, etc... e portanto no presente caso seriam totalmente inúteis salvo conforme se prestassem a correlações com o ensaio fundamental se este merecer validês (digamos Nota superior a 6).

As minhas apreciações dependem de uma estimativa da provável diferença entre a amostra "dita indeformada" e a "melhor possível indeformada", entre esta última e a que seria chamada a "amostra intacta", e finalmente, entre cálculos de projeto e observações de comportamento.

Am.nº		Amostra		Ensaio		Cálculos	
		Presumida ou existente*	Otima possível	Corrente	Especial	Convenc.	Especiais
1	Notas	3*	-	1	2	3	5
2		2*	-	1	1	2	4
3		1*	-	1	0	1	2
4		2	8a	4	7	4	7
5		1	6a	3	5	3	6
6		3	8a	4	8	5	8
7		2	7a	3	6	3	6
8		2	6a	4	8	4	7
9		6	8	4	7	4	7
10		5	7a	4	6	3	6
11		4	5a	3	5	2	6
12		4	5a	4	6	3	6
13		4	5	4	7	4	7
14		2	3	2	4	1	2
15	b?	4	6	4	8	3	7
16	b?	3	5	3	6	2	5
17		1	3	4	8	4	7
18		0	4	4	7	4	7
19		2	4	2	5	2	4
20		1	3	2	5	1	3

Anotações (a) Empregando ar comprimido (b) Não consta NA da sondagem

Naturalmente, como ensaios e cálculos são subsequentes à amostragem (-e portanto dependentes da amostragem) as colunas respectivas foram preenchidas sempre tendo em mente uma amostragem "ótima possível" e um conjunto "amostragem-ensaio especial".

Tratando-se de meros índices submetidos para retificação e/ou eventual concordância, estou ansioso pela oportunidade de rever as estimativas patentemente pessimistas em função de documentação hábil que possa ser aduzida dos arquivos das proponentes (projetista e executora) e/ou de publicações que me tenham passado despercebidas.

Quanto a ensaios que visem precipuamente investigar problemas de bolsões "argilosos com materia orgânica" já submetemos relatório esclarecendo não compartilharmos das dúvidas discutidas. Ademais, no limite, mesmo que se admitisse a criação de um eventual "vazio" pequeno a tão grande profundidade, a Mecânica dos Solos não estaria inovando se aplicasse conhecimentos de efeitos de túneis em terra (ex. Metro) para demonstrar que seriam diminutas as consequências de recalques diferenciais traduzidos às cotas das fundações estruturais.

2. Piezômetros

Concordamos plenamente com o interesse em informações piezométricas: ressaltamos mesmo termos sempre insistido em tal programa, não só para um premente e imprescindível acompanhamento do comportamento do "pré-carregamento pelo bombeamento de poços", mas também para a garantia de controle geo-hidrológico a longo prazo. Ressaltamos porém que é indispensável que os piezômetros sejam:

bem programados;

bem instalados e testados comprovatoriamente;

bem documentados.

Em separado (relatório AÇO-LM-180679) submetemos indicações das lacunas fortemente restritivas que se encontram no tocante aos piezômetros existentes perante os problemas de interpretação dos bombeamentos. Também em relatório separado (AÇO-LM-080679) tecemos considerações referentes ao programa de 3 novos conjuntos que acabamos de receber de V.Sas., conforme programados pela Geotécnica.

3. Inclinômetros. Deslocamentos horizontais.

Concordamos inteiramente com a afirmação de que deslocamentos horizontais podem ser mais nocivos do que os recalques de igual magnitude. Ocorre porém que salvo em hipótese de instabilidade (fenomenologia de ru-

tura, deslizamento) as deformações horizontais são geradas em função de, e proporcionalmente aos, recalques (fato gerador é o peso), e soem ser maiores à superfície do que em profundidade.

Apresentamos na Fig. 1 anexa algumas seções aproximadas que foram elaboradas para apreciar a probabilidade ou possibilidade de deformações horizontais de instabilidade, isto é, significativamente maiores do que as associadas a recalques, e capazes de se concentrarem à profundidade ao invés de à superfície. Julgo que as seções em questão (por comparações com farta documentação de ombreiras de barragens e de taludes de barragens etc..) não admitem a preocupação postulada. Ressalvada portanto alguma demostração em contrário (mediante seções etc..) não vejo portanto que utilidade haveria na instalação de inclinômetros. Admitindo que prevaleçam as condições em que as deformações (tanto verticais, como as horizontais eventualmente acompanhantes) se acentuem junto ao topo, parece-me que é melhor (e muito mais barato e rentável) fazer um número grandemente maior de marcos superficiais (embutidos o suficiente para obviar a efeitos superficiais) para o acompanhamento. Ressalte-se o problema da relativa heterogeneidade de comportamentos, etc... a favor de um número amplo e representativo de pontos de observação.

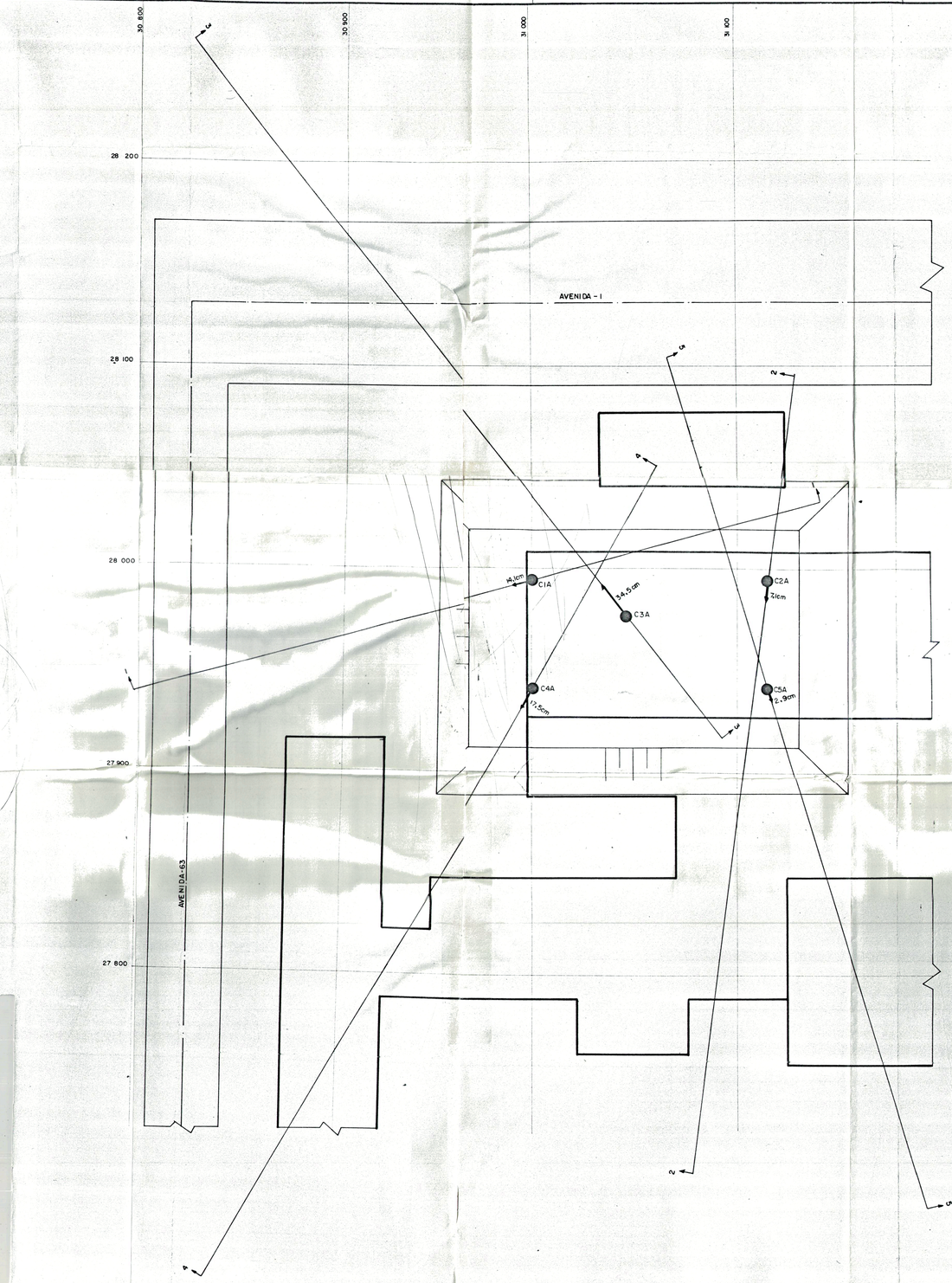
Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

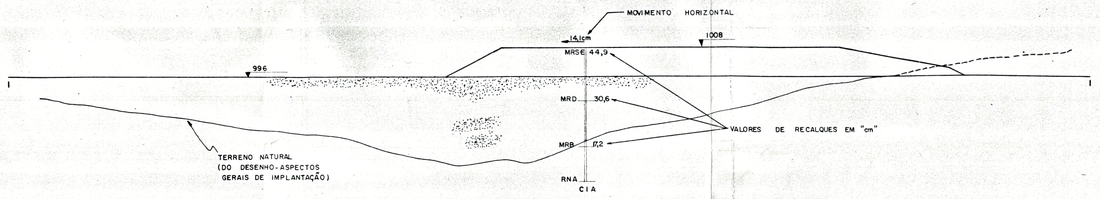
Atenciosamente,

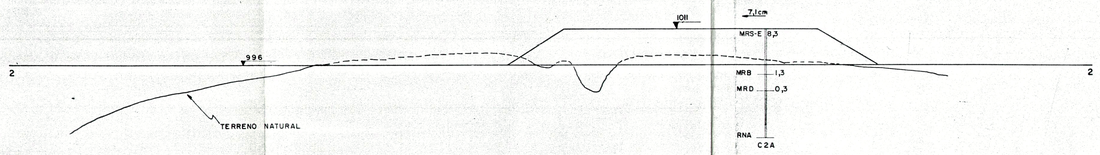
VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

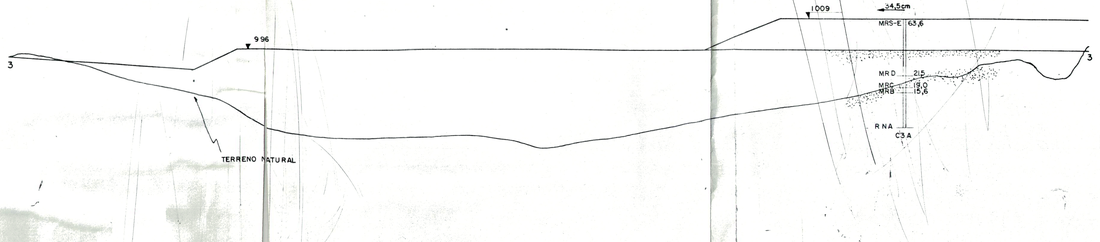
VM/sb

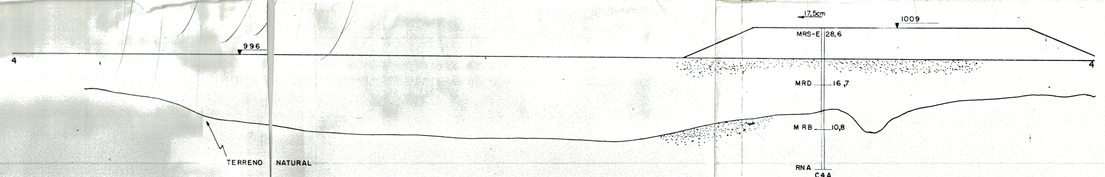
anexo=1 Figura (seções aproximadas).

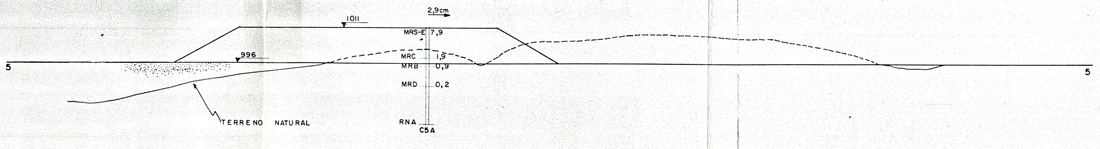












OBS: 1- OS CORTES FORAM LEVANTADOS SEGUNDO AS DIREÇÕES DO DESLOCAMENTO DE CADA CONJUNTO DE MEDIDOR DE RECALQUES CONFORME RELATÓRIO RV/2-PR-168/78 - JAN/79- GEOTÉCNICA

2- OS VALORES DE RECALQUES INDICADOS NOS CORTES SE REFEREM AO PERIODO COMPREENDIDO ENTRE A PRIMEIRA LEITURA EFETUADA E A ULTIMA LEITURA ANTES DO CORTE DO SOBREATERRO (± 15/12/78)

3- [xxxx] - REGIÕES DE SOLO BASTANTE COMPRESSÍVEL

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda.

INTERESSADO	AÇO MINAS GERAIS S/A - AÇOMINAS
OBRA	USINA DE OURO BRANCO
LOCAL	LAMINAÇÃO
FIGURA	1

CORTES EFETUADOS NO HEAVY II SEGUNDO AS DIREÇÕES DOS DESLOCAMENTOS DOS CONJUNTOS DE MEDIDORES DE RECALQUES

ESCALA	DATA	DESENHADO	VISTO	CODIGO
1:1000	20-06-79	SERGIO		AÇO-LM-160679

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA. AÇO-LM-130679

São Paulo, 20 de junho de 1979

26 JUN 1416 82 019305

AÇO MINAS GERAIS S/A - AÇOMINAS

Rua dos Inconfidentes, 1001 - 4º andar

Belo Horizonte - MG

Nº 6235

IEE

IEE-N/ARQUIVO

RECEBIDO
26 JUN 1979
ISE
SECRETARIA

ANEXO COM

RECEBERAM COPIAS

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: Desligamento de bombeamento de poços por motivo de custos excessivos.

Prezados Senhores,

Há cerca de dez dias fomos informados de que V.Sas. estariam sendo orientados no sentido de cessar o bombeamento dos poços de controle das subpressões por motivos de que: (1) o custo da operação seria da ordem de Cr$ 1.000.000,00 (um milhão) por mes; (2) haveria mui baixa rentabilidade de tal dispêndio considerando os aspectos tecnicos em questão, e, especificamente, a "diminuta vazão" extraida da maioria dos poços.

1. Custos - Prontamente communicamos estranharmos a informação quanto ao custo operacional, pois que são inúmeras as pequenas industrias, os clubes, e mesmo as casas de maior padrão que se servem de poços ditos "artesianos" ou "semi-artesianos" tanto como sistema de abastecimento d'água enquanto a área aguarda ser servida pela rede de abastecimento público, como para garantias e reforços, após ligadas à rede, na hipótese de insuficiencias ou falhas do abastecimento geral. Ora, sendo 12 os poços atualmente em bombeamento, pareceria exagerada a despesa operacional média da ordem de Cr$ 80.000,00 por poço por mês, particularmente supondo que a energia seria fornecida por V.Sas. Reconhecendo porém que em tais custos cumulativos sempre existe um valor inicial maior pelo(s) primeiro(s) poço(s), e um custo incremental menor por poço adicional, solicitamos que nos informassem urgentemente quanto a tais custos, de forma a podermos sugerir uma otimização do número de poços a desligar,, manter ligados, ou mesmo instalar e bombear em complemento.

Até o presente não obtivemos qualquer informação que nos permita ajudar a V.Sas.

No interim tomamos rapidamente a iniciativa de buscar confirmação à nossa informação geral de que o "tratamento por bombeamento" soe ser bem econômico, inclusive, se necessário, com preferência pela compra de bombas, que após servirem por alguns meses seriam revendidas.

Deixamos de lado o custo de perfuração do poço e de instalação de seu revestimento e filtros; indicações preliminares são aproximadamente: perfuração e revestimento : da ordem de Cr$ 2.500/m.linear
filtro: ..... da ordem de Cr$ 800/m.linear

Quanto à bomba e sua operação, os dados a seguir resumidos foram obtidos por consultas a várias empresas fornecedoras e empresas nossas clientes que recorrem regularmente ao abastecimento por poços profundos:- Bomba e quadro elétrico: da ordem de Cr$ 50.000,00 instalada.
Custo operacional: ..... energia e lubrificantes.
Manutenção: ..... em média uma "limpeza" anual custando da ordem de Cr$ 50.000,00.

2. Aspectos técnicos

Já haviamos mencionado por diversas vezes que o intuito do bombeamento seria precipuamente não o de extrair vazões (embora indiscutivelmente existem ligações entre vazões e diferenças de pressões), mas sim o de provocar nas camadas de solos residuais presumidamente mais permeáveis, uma redução das subpressões, equivalente a um aumento da sobrecarga no solo compressível sobrejacente. Em separado, no relatório AÇO-LM-180679 submetemos nossa análise da informação atualmente disponível que sugeriria ou não a vantagem técnica de desligar ou não alguns dos poços.

O controle da geo-hidrologia é imprescindível, tanto a curto prazo (como apoio ao tratamento de pre-carregamento) como para garantia de comportamento de assentamentos a longo prazo (nossos comentários AÇO-G-150679).

Reiteramos a sugestão de uma atenção mui ponderada e criteriosa no que venha a ser decidido e executado, e permanecemos ao inteiro dispor de V.Sas. para auxiliá-los em tais necessidades, desde que nos sejam fornecidas algumas bases de quantificação, mesmo que aproximada, dos problemas econômicos da relação custo-benefício em jogo.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

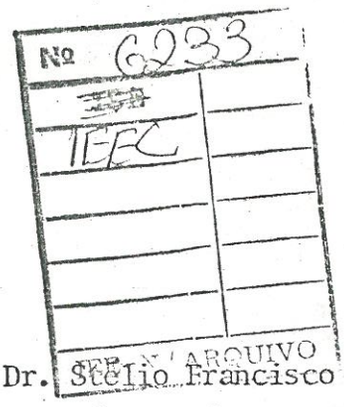
VM/sb

TEEC

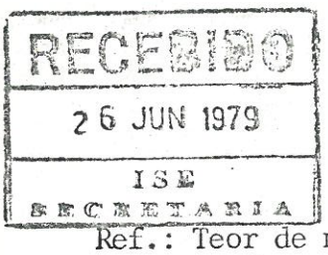
CTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

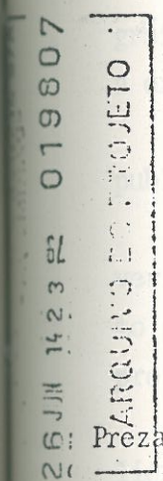
AÇO-IM-200679

São Paulo, 20 de Junho de 1979

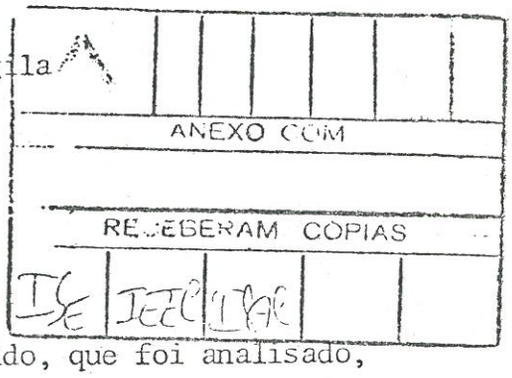


AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG





At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro



Ref.: Teor de material orgânico na argila
Relatório RT30-PR-168/78A
Laminação, Pacote - C-00

Prezados Senhores,

Damos em mãos o relatório acima referido, que foi analisado, resultando os seguintes comentários:

1. Não podemos concordar que, com os ensaios executados se possa "emitir parecer conclusivo" sobre o comportamento do sub-solo na área, conforme consta afirmado na folha 1.1 do referido relatório.

Reiteramos inúmeras vezes, tanto em relatórios como em reuniões que participamos, que ensaios de laboratório não nos permitem estimar o comportamento do solo em questão com precisão suficiente, para garantir se este comportamento atenderia ou não aos critérios das fundações a serem executadas.

2. No anexo 3 do relatório são apresentadas sondagens próximas entre si, e executadas com intervalo de cerca de um ano. Se compararmos a sondagem SP155A com SP008A, distantes apenas cerca de 5m, notamos que parece ter havido mudança significativa, com aumento os valores de SPT na sondagem mais recente. Entretanto se analisarmos as sondagens SP191A e SP007A, também distantes cerca de 5m notaremos que não há diferença de consistência da argila de transição aterro-solo residual.

A figura apresentada serve precipuamente para mostrar a grande erraticidade entre sondagens próximas. Em vista disto indagaríamos: qual a representatividade de ensaios de laboratório se a poucos metros de distância do ponto de amostragem não se pode presumir que haja solo de características semelhantes?

CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 · 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

3. Parece lógico que o material argiloso vem acusando aumento de resistência devido ao adensamento, deve entretanto ficar claro que nosso problema é que porcentagem de adensamento já teria, e qual restaria ainda a ocorrer após a execução das fundações.

4. Solicitaríamos que fossem fornecidas as referências bibliográficas que permitiram expressar a esperança de que seja "pouco provável a existência de problemas associados a expressivos recalques secundários".

De nossa parte adiantaríamos que não parece haver comparações publicadas entre recalque secundário em amostra e em obra.

5. No último parágrafo da folha 4.1 está escrito que "não haveria necessidade de remoção face às profundidades de ocorrência serem muito grandes e, assim, estarem as mesmas sujeitas a acréscimo de carga desprezível das fundações".

Para estas camadas profundas o que nos preocupa é a possibilidade de ainda haver adensamento em progresso, devido ao próprio peso do aterro. Este adensamento poderá acarretar recalques nas fundações, dependendo da extensão da área em adensamento, e da altura do aterro no local, que poderia redistribuir as tensões (efeito de arco).

No final do parágrafo, parece que a expressão "ainda hoje como mole" é utilizado com o sentido de: ainda hoje em adensamento.

6. Folha 5.1, 1º parágrafo - Não compreendemos o que se teria pretendido transmitir.

7. Folha 5.1, 2º parágrafo - Não julgamos que se possa afirmar, baseando-se nos dados disponíveis, que os bolsões de argila mole (mais compressíveis) já estariam adensados pelo menos para o peso do aterro.

8. Folha 5.1, 3º parágrafo - Não concordamos que tenha havido melhoria geral de consistência, conforme mostram as sondagens comparativas. Além disto, mesmo que certas camadas tenham apresentado melhoria de consistência, nada se pode concluir sobre procentagem de adensamento ocorrida e ainda a ocorrer.

9. Solicitaríamos que nos fossem indicadas quais as referências bibliográficas nas quais se baseará a previsão dos recalques secundários a partir de ensaios edométricos.

10. Finalmente, em anexo, encaminhamos comentários pertinentes bem suscintos, que decorreram de uma rápida pesquisa bibliográfica, e que resultam em comclusões bastante favoráveis ao nosso caso.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

Victor F. B. de Mello

VM/MC/ms
segue anexo.

ANEXO

ARGILAS COM MATÉRIA ORGÂNICA

Resumo de estudo de pesquisa publicado.

Supõe-se que por sua maior divulgação o método mais corrente mente empregado para determinação do teor de matéria orgânica em solos turfosos será o do ensaio padronizado ASTM D2974/71 ".... for organic matter of peat materials" (confirmado na edição de 1978 ASTM); define

Organic matter % = 100,00 -. (D + E)

D = weight percentage of moisture in the as-received sample

E = weight percentage of ash in the as-received sample.

Cabe ressaltar porém (cf. Arman, A, "A definition of Organic soils: an engineering identification", Engineering Research Bulletin Nº 101, Oct. 1969, Louisiana State University) que "Dry combustion, X-ray diffraction, differential thermal analysis, and gravimetric thermal analysis conclusively proved that the methods presently used to determine the organic content of soils may introduce serious errors, especially in soils with low organic but high clay content", indicando-se a temperatura de 440°C como muito crítica para a queima desejada, pois que a poucos graus abaixo, a combustão desejada resulta incompleta, e a poucos graus acima, começam transformações dos argilo-minerais.

Quanto ao comportamento geotécnico de solos com teores orgânicos apreciáveis, cabe liminarmente dissipar um mito muito difundido no tocante a problemas de resistência ao cisalhamento. A pesquisa sistematica conduzida revela "Both the unconfined compressive strength and the triaxial shear strength of organic soils increase as the organic content increases".

No entanto, sendo mais frequente a preocupação com problemas de compressibilidade, ressaltem-se as conclusões da pesquisa em confirmação a observações de laboratório e de campo um tanto menos sistematicamente coligidos:-

a) "Organic soils are highly compressible. Most of the compression takes place in a very short time. Precompression may be used to accelerate the settlement of organic deposits".

b) "no one model can represent soils studied because the consolidation process depends on the: organic content of the soil; intensity of the applied load; and the type of mineral soil. In addition, soils having organic contents of 20% or more and specimens subjected to loads of 4 t/sq. ft. or higher exhibited large "secondary" effects taking place simultaneously with the "primary" stage".Aliás, saliente-se que há já uma vintena de anos foi reconhecido e publicado (ex. Brinch Hansen etc.) que a subdivisão de processos de adensamento em primário e secundário é estritamente arbitrária, mesmo em ensaios e a fortiori em situações de obra (já reconhecido há 30 anos, ex. Taylor etc...).

Por mais oportuno acrescentamos cópias xerox de trechos do trabalho de pesquisa acima mencionado, que visou especificamente atender aos problemas em pauta.

ABSTRACT

Classification systems have been used to correlate the physical properties of a soil with its structural performance. Because no extensive engineering classification system exists for organic soils, uncertainty reigns in the design of structures founded on these materials. In this study the physical properties of organic soils were evaluated by an extensive testing program as a general approach to an engineering classification system. Several previously unknown characteristics of organic soils were found. Following a comprehensive literature search concerning the physical characteristics of organic soils, laboratory testing evaluated their engineering characteristics. Some of these characteristics (strength, consolidation, etc.) did not follow the general assumptions that have been used by engineers in the past. One of the conclusions drawn from this study is that soils which contain up to 20 percent organic material may be used as foundation material without ill effects. A correlation was established between water content, water absorption, and pH of organic soils. The present-day combustion methods of determining organic content are in error. From an engineering standpoint, the character, source, or environment of the organic matter in soils is of secondary importance.

SUMMARY

Engineering characteristics of organic soils have been evaluated using ifferent types of organic-mineral soil mixtures. It is shown that the pre- t method of organic content determination does not produce reliable re- lts. It is recommended that organic content of soils be determined by e method outlined in this report at 440°C. It is also recommended that e equipment used for combustion be capable of controlling the temperature ± 2°.

Results of consolidation tests indicated that settlement of organic ils having an organic content of 20% or less and subjected to loads up to ons/sq. ft. can be predicted with reasonable accuracy using Terzaghi's nsolidation theory. A further study of settlement characteristics of or- ic soils will be necessary to develop a mathematical model explaining predicting the behavior of highly organic soils during consolidation.

It is shown in this study that the strength of soils increase with an crease in organic content within the ranges studied in this report. Thus, is concluded that the presence of organic material does not reduce the ength of a soil, but rather increases it. Both unconfined compression ength tests tests and undrained triaxial tests indicated the above trend.

The permeability of organic soils is decidedly affected by the amount organic content and the permeability of organic material in an organic l mixture. As the organic content is increased approximately to 40%, it shown that the controlling factor in soils so far as permeability goes is permeability of organic materials. Permeability of organic mixtures with ifferent mineral soil ingredients start converging toward a critical perme- ility at approximately 20% organic content.

The moisture contents of organic soils in their natural form range from 30 to 500%. These soils, after drying or consolidation, do not regain the same amount of moisture. It is concluded that the so called "sponginess" of organic soils is a misconception in its full sense. That is, organic soil is "spongy" to the point where moisture can be squeezed out of it, however, it ceases to be "spongy" after the load creating the excess hydrostatic pressure is removed. It is concluded that, as also indicated by previous workers, most of the problems resulting from organic soils are due to high moisture content.

It is theorized that the fiber structure of organic materials is in a semi-plastic form; thus, it can be changed under load to form a solid rather than a spongy particle by squeezing the water out of the particles.

The pH value of organic soils is dependent on the type and amount of organic material in the soil. It is suggested that areas containing organic deposits can be "mapped" by obtaining organic content versus pH value plots. For organic contents up to 20%, these plots may be used by the field engineer to identify these materials after a simple pH-value test.

The Atterberg tests for soils having high organic contents do not produce data indicating their true plastic or liquid limit.

The radiocarbon age of the organic soils that were studied varied from 370 to 2100 years. In spite of these ages, the fiber structures were found to have little decay. Thus, organic soils, when kept submerged under the phreatic surface, decay very slowly. The decay rate of such deposits should not be of any concern to the engineer who builds structures with relatively short design lives.

A classification system of organic soils in Louisiana is shown in this report. It is concluded that organic soils can be used for structural purposes with certain qualifications.

TABLE 4-1.

PERCENT ORGANIC CONTENT DETERMINATION

Percent Organic Content by Dry Combustion	Percent Organic Content by Wet Combustion
10.	6.9
15.	9.4
20.	11.6
25.	13.6
40.	17.5
60.	25.0

TOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-LM-190679

São Paulo, 20 de junho de 1979

AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua dos Inconfidentes, 1001 - 4º andar
Belo Horizonte - MG

Nº 6231
IEE
IEEC
ARQUIVO

RECEBIDO
26 JUN 1979
ISE
SECRETARIA

ARQUIVO DE PROJETO
26 JUN 1421 61 019806

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro
Dr. Antonio Aroeira

ARQUIVO
ANEXO COM
RECEBERAM COPIAS
ISE | IEEC | IEPC | ISAE

Ref.: Método Construtivo
Reunião com a FS/SMS em 05/06/79
Pacote C-00, C-08.

Prezados Senhores,

Damos em mãos a ata, em versão manuscrita, da reunião realizada em V. escritórios, com a presença da FS/SMS, PROMON, GEOTÉCNICA e INTERNACIONAL, além de V.Sas.

Inicialmente ponderaríamos que seria muito mais econômico e rentável que tivessemos participado da reunião, abreviando os comentários que seguem. Esperamos que nossos comentários possam ainda resultar úteis em tempo.

Analisamos o documento recebido, e apresentamos de início nossos comentários gerais sobre o problema discutido e a seguir comentá - rios específicos sobre a ata da reunião.

1. A técnica de construir-se inicialmente os galpões, para depois executar-se a fundação dos equipamentos é usualmente adotada, principalmente quando se pode contar com pontes-rolantes para auxílio da construção civil. No presente caso, parece que a ponte-rolante só será utilizada para a montagem dos equipamentos, conforme posicionado nos itens 17 e 18 da ata.

2. A única outra vantagem de se construir os galpões antes das fundações dos equipamentos, parece ser a proteção do solo de fundação contra chuvas.

3. Como desvantagens da adoção de tal procedimento construtivo teríamos:

3.1 Deslocamentos da fundação das colunas devido a escavação, construção e reaterro de áreas próximas às colunas.

3.2 Obrigatoriedade de execução das fundações das colunas em cotas mais profundas para minimizar efeitos de interferências de escavações para execução das fundações dos equipamentos.

3.3 Apesar de não ser comum, há casos em que a solução mais apropriada é a incorporação da fundação de pilares à fundação do equipamento, principalmente quando são muito próximas. A adoção do método construtivo sugerido pela FS/SMS dificultaria sobremaneira este tipo de solução.

4. Isto posto, quer nos parecer inadmissível que se imponha um método construtivo, que terá grandes reflexos no projeto e na execução civil, para evitar problemas de encharcamento do solo de fundação.

5. Acreditamos que o estudo do problema poderá levar a soluções que protejam o solo contra o encharcamento, sem a necessidade da execução dos galpões. Nos itens 19, 20 e 21 da referida ata estão resumidas possíveis soluções que atenderiam o problema.

6. Poderíamos sugerir que fosse estudado e otimizado o processo executivo abaixo resumido.

6.1 Escavação em áreas de grandes dimensões até cerca de 50 a 100cm. acima da cota de apoio.

6.2 Escavação de áreas limitadas até aproximadamente a cota de apoio.

6.3 Revestimento imediato destas áreas com lastro de concreto magro (quase seco), que seria compactado com rolo liso, a fim de que a superfície resultante facilitasse o escoamento da água. Em vez de concreto magro, poderia se utilizar solo-cimento compactado.

6.4 A superfície final seria executada com declividade para fácil recolhimento de águas pluviais.

6.5 Seria provida drenagem adequada.

6.6 Caso ocorresse chuva antes do revestimento protetor, a espessura de solo afetada por encharcamento poderia ser substituida por aterro compactado.

6.7 Execução das fundações, tanto dos equipamentos como das colunas.

6.8 Re-aterro.

6.9 Execução dos galpões.

6.10Montagem dos equipamentos.

7. Discussão específica da ata.

Item 2a - Nossa posição quanto à execução da drenagem com colchão de brita já foi discutida em nosso relatório AÇO-LM-141278.

Item 2b - Já discutido nos parágrafos anteriores deste relatório, mais especificamente no nº 4.

Item 3 - Concordamos e partilhamos da preocupação da Geotécnica. As escavações para execução das fundações dos equipamentos inexoravelmente provocará deslocamentos nas fundações das colunas.

Item 4 - Cada caso é condicionado pelas condições próprias particulares, não achamos que fotografias possam servir de argumento se não acompanhadas de documentação técnica: sondagens, tipo de fundação adotada, etc...

Item 5 - Mesmo que item 3.

Item 6 - Não é questão de executar bem ou não: todo o maciço se deforma, deslocando as fundações das colunas. Não compreendemos o que se pretenderia dizer no final deste item.

Item 7 - Já mencionado no item 3.3 deste.

Item 8 - Já comentado anteriormente.

Itens 9, 10 e 11 - Nada a comentar.

Item 12 - Concordamos com a argumentação da Geotécnica.

Item 13 - Solicitar dados de experiências anteriores.

De qualquer maneira, concordamos que as fundações devem ser assentadas em terreno "seco", entretanto, reiteramos que não julgamos que seja necessário construir-se os galpões com antecipação, para evitar as águas das chuvas.

Itens 14, 15, 16 e 17 - Nada a comentar.

Item 18 - Aparentemente anulado.

Item 19 - Tendo em conta as dimensões da área, não nos pareceria viável a execução com auxílio de coberturas provisórias.

Item 20 - A solução sugerida é similar a que propusemos no item 6 deste relatório, entretanto a construção das fundações dos equipamentos, bem como o re-aterro poderá ainda deformar o maciço deslocando as fundações das colunas e introduzindo esforços na estrutura metálica dos gal - pões.

Item 21 - A execução de paredes diafragma cheias de bentonita não evitará o problema de movimentação das fundações das colunas.

Solicitaríamos que nos enviassem o relatório preparado pela Promon.

Item 22, 23, 24, 25, 27 e 28 - Nada a comentar.

Colocando-nos à disposição de V.Sas. e solicitando que nos mantenham informados sobre o andamento deste assunto, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

MC/sb

IEEC

TOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA. AÇO-LM-210679

AÇO MINAS GERAIS S/A
-AMINAS-

26 JUN 1111 019795

São Paulo, 21 de junho de 1979

ANEXO COM

RECEBERAM CÓPIAS

IE | IEE | DSA

AÇO MINAS GERAIS S/A
AT. DO PROJETO
Rua dos Inconfidentes, 1001 - 4º andar
Belo Horizonte - MG

RECEBIDO
26 JUN 1979
SECRETARIA

Nº 6234
IEEC
ARQUIVO

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: Estudo de Estabilização dos Recalques na área dos Laminadores.

Prezados Senhores,

Vimos através do presente encaminhar a V.Sas. algumas considerações sobre as previsões de estabilização dos recalques da área dos Laminadores.

1. Em reunião havida a 06/06/79 com V.Sas. em Belo Horizonte foi mencionada que a utilização de determinada teoria de previsão de recalques, a partir dos parâmetros de comportamento inicial do aterro sob pré-carga, teria levado à possibilidade de garantir que os recalques ainda por acontecer com a carga exercida pelo sobre-aterro seriam previsíveis com adequada segurança, podendo ser controlados de forma a serem inferiores aos permissíveis fixados pelos Fornecedores, para a vida útil da Obra.

2. Reportando-nos à bibliografia citada - "Settlement Prediction Through the Sinking Rate"; por Abraham Ellstein, Revista Latino-Americana de Geotecnia vol.1-nº 3 - Octubre-Diciembre 1971 - passamos primeiramente a discutir as hipóteses básicas da teoria nela apresentada.

2.1 utiliza-se dados do comportamento inicial do subsolo sob carga (desde que o grau de adensamento seja maior do que 20%) para previsão do restante da curva tempo-recalque, assim como previsão do recalque final sob tal carga. Tal filosofia é correta por não impor condições de fluxos unidimensional, etc.. (hipóteses da teoria de Terzaghi)

2.2 o processo somente permite prever o recalque "final" primário de adensamento convencional, e o comportamento tempo-recalque para tal consolidação primaria. Como é bem sabido a chamada compressão secundária tem início junto com a compressão primária, sendo portanto difícil isolar tais comportamentos. Ademais em solos diversos, tal como principalmente os parcialmente insaturados, a "compressão inicial" instantânea, frequentemente muito significativa, não é, nem pode ser levada em conta.

2.3 o processo admite que os agentes geradores de recalque sejam constantes durante toda a estabilização dos recalques. Como inúmeras vezes discutimos com V.Sas. a variação do lençol geo-hidrológico na Usina, e em particular na área dos Laminadores, invalida tal hipótese. No caso de lençol freático futuro em cotas inferiores às atuais, o aumento de pressões efetivas poderá vir a provocar recalques significativos, particularmente caso ultrapasse o "efeito de pre-adensamento" atingido com o sobre-aterro e lençol freático nas cotas altas atuais.

3. Mesmo com as ressalvas apresentadas no item anterior, a aplicação do processo de previsão de estabilização citado, a partir de pares de pontos recalque-tempo "reais" (medidos) mas distintos levaria a valores de previsão de recalque primário final com variação (faixa de incerteza?) > 5cm.; por exemplo no caso dos medidores do conjunto 2B-HEAVY 1. Escolhemos o conjunto 2B para os cálculos especificamente citados na reunião mencionada, e por se tratar de medidor que apresenta as fases distintas de carregamento, recalque acentuado, e favoravelmente com início de tendência à estabilização. Ainda assim parece-nos um tanto lata a faixa de previsão garantível por enquanto principalmente face às hipóteses do projeto (carregamentos das estruturas e da geo-hidrologia) e face às hipóteses intrínsecas do processo de cálculo citado e usado (Fig.1 anexa). No próprio texto da publicação mencionam-se imprecisões possíveis de 1 a 5%, mesmo sob uma aplicabilidade perfeita do modelo teórico postulado. Existe no processo uma vantagem indiscutível de já se incorporar nos recalques medidos alguma parcela de compressão secundária, o que sugeriria serem suas previsões pessimistas: ocorre porém que é absolutamente inquantificável tal parcela (variável em diferentes estratos do aterro compactado), a fortiori por se desconhecer as parcelas respectivas de compressão inicial.

4. Cabe concordar todavia que o medidor 2B escolhido está em fase relativamente favorável de previsão de comportamento próximo futuro por já ter indicado uma deceleração visível na curva recalque vs. log t. Em medidores tais como o 3B e 4B ainda não se encontra indícios de tal tendência.

5. Posiciona-se portanto a dificuldade de garantir o comportamento futuro das estruturas caso se retire em breve os sobre-aterros. Ressalta-se a necessidade da colaboração dos Fornecedores no que diz respeito a informar a partir de que etapa da construção e/ou montagem dos equipamentos é que se aplicam os critérios de recalques permissíveis fornecidos à AÇOMINAS.

Finalizando, relembra-se que a aplicabilidade do tratamento por sobre-aterro e sua observação adequada é indiscutível mas só fornece as garantias dentro das tolerâncias diminutas em questão quando os recalques observados alcançam insofismavelmente a reta semilog após as compressões atribuidas à dissipação de sobre-pressões neutras segundo teorias e realidades do fenômeno de adensamento.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

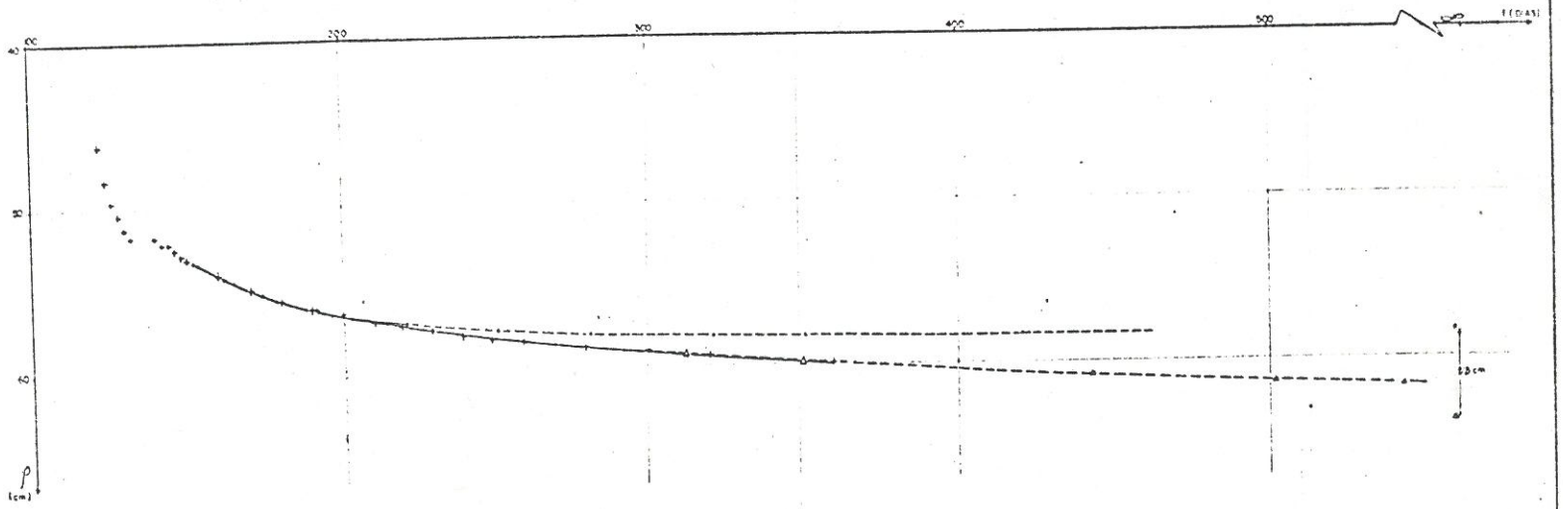
LG/VM/sb

anexo=1 figura.

CONJUNTO 2B - HEAVY I

+ ACOMPANHAMENTO DO COMPORTAMENTO DO MEDIDOR
+ EXTRAPOLAÇÃO A PARTIR DE $\begin{cases} t_0 = 150 \text{ DIAS} \\ t_0 = 180 \text{ DIAS} \end{cases}$
Δ EXTRAPOLAÇÃO A PARTIR DE $\begin{cases} t_0 = 300 \text{ DIAS} \\ t_0 = 360 \text{ DIAS} \end{cases}$

A PARTIR DA BIBLIOGRAFIA CITADA NO TEXTO



VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

OBRA: ACOMINAS

PREVISÃO DE ESTABILIZAÇÃO - CONJUNTO 2B

data	desenhado	folha	revisão
21-06-79	SERGIO	1	ACO M 2 B 79

IEEC

CTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.
26 JUN 1110 019794
ARQUIVO PROJETO

AÇO-G-210679

São Paulo, 21 de Junho de 1979

ANEXO COM
RECEBERAM COPIAS
ISE IEEC ISA

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

RECEBIDO
26 JUN 1979
ISE
SECRETARIA

Nº 6232
IEEC

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: Provas de Carga de Longa Duração
RT27-PR-168/78

Prezados Senhores,

Damos em mãos o relatório de Recomendações Técnicas para Provas de Carga de Longa Duração em Estacas Metálicas H 14" (RT27-PR-168/78) e servimo-nos do presente para encaminhar a V.Sas. algumas considerações que se fazem necessárias.

1. Em primeiro lugar caberia questionar o real objetivo do teste proposto. Quem teria solicitado tal teste? Que tipo de fenomenologia estaria sendo questionada?

2. Em seguida solicitaríamos da Projetista ou do Fornecedor indicação bibliográfica do processo de interpretação que será utilizado para tratamento dos dados a serem obtidos, ou caso histórico semelhante.

3. Passamos agora a algumas sugestões para a otimização da execução da prova de carga.

3.1- o relatório não especifica ser ou não a estaca teste revestida com a pintura asfaltica especificada para a da estacaria da área da Laminação. Visaria o teste estudar o desenvolvimento de atrito negativo nas estacas? (e para tanto em tempo de permanência de carga máxima de 30 dias pode vir a ser pequeno uma vez que o aterro tem recalcado poucos milimetros por mês na área em questão).

3.2- recomendaríamos a utilização de cargueira tradicional para a reação do teste, uma vez que sendo difícil a previsão dos recalques totais da estaca, e que somando-se a eventual relaxação dos tirantes, poderiam acarretar deslocamentos relativos entre a estaca e a viga de reação, maiores que o curso do macaco, impossibilitando assim a manutenção da carga máxima de teste.

3.3- sugerimos que se investigue a precisão com que são obtidas as leituras a partir do bench mark (realizando uma série delas uma em seguida à outra com desmontagem da base topográfica em cada uma delas) pois a variação dos recalques após estabilização da carga máxima aplicada pode vir a ser inferior à precisão dos operadores, podendo ser questionada portanto a validez tais leituras.

3.4- recomendamos que as hastes dos tell-tales sejam lubrificadas com grafite.

3.5- recomendamos que a base das hastes dos tell-tales sejam solidarizadas às bases dos tubos guias (por exemplo através de um tronco conico de encaixe) para impedir movimentação da haste que poderia ocasionar variações de leitura da mesma ordem de grandeza do que as variações devidas à aplicação de carga.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

p/ ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/ms

CTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-270679

São Paulo, 27 de Junho de 1979

05 JUL 1979 R 020896

ANEXO COM
RETIRARAM COPIAS

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

IEC
05 JUL 1979

Nº 6533
IEEC

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.:- Material Recebido IEE-C-1054/79 e IEE-C-1141/79
Exame expedito - Comentários iniciais
Providências imediatas.

Prezados Senhores,

Tendo em mãos material de diferentes áreas da obra, recebidos através das remessas IEE-C-1054/79 e IEE-C-1141/79, passamos a uma rápida análise do material recebido, posicionando sempre que possível nossas recomendações e sugestões iniciais, assim como solicitando providências de V.Sas, quando se fizer necessário.

1. REMESSA IEE-C-1054/79

1.1- Relatório EH-CAL-SY-351/78-A

Por não dispormos de dados de cargas, estruturas, recalques e tipo de fundação indagaríamos qual a necessidade em se executar tantas sondagens mistas na área da Calcinação. A princípio não visualizamos razões para tal programa de investigações. Solicitamos esclarecimentos.

1.2- Carta da Antonio A. Noronha AAN-412/79-017 de 30/05/79.

Já havíamos expressado as nossas conclusões diretamente à V.Sas.

1.3- Memo 099/79

Presumimos que estas sondagens mistas tenham como principal objetivo prever o comprimento de estacas escavadas. Solicitaríamos confirmação.

1.4- Os ítens que seguem relacionados, foram incorporados aos nossos estudos em andamento ou aos nossos arquivos para uso oportuno.

1.4.1- Desenho 1B02 B00-C-3016-D

1.4.2- Memos: IOC-T-103/79
102/79
104/79

CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

IOC-T-098/79
100/79
101/79
109/79
110/79
105/79
107/79

2. RIBESSA IEE-C-1141/79

2.1- Desenho 1A03E00-D-1001-B

Não podemos concordar com a locação de sondagens obedecendo critérios simplesmente geométricos.

Recomendamos a relocação de tais sondagens de tal forma que a sua distribuição forneça informações do terreno sob as estruturas.

Insistimos que o comprimento das sondagens deve constar na planta e deve ser função do tipo de fundação visualizado pela Projetista.

2.2- Desenho 1A03000-D-4101-B

Não dispomos de informações sobre as estruturas desta área e portanto não podemos tecer considerações a respeito da locação dos furos de sondagem.

Solicitamos informações sobre tais estruturas.

2.3- Relatório RI-SIN-PZ-131/78-23

Indagaríamos se foram executados os necessários testes de recuperação dos piezômetros PZ-001A-SIN/07.1 e PZ-001B-SIN/07.1, e solicitamos tais resultados.

2.4- Relatório RI-SIN-LA-131/78-17

Já havíamos recebido este relatório em 20/02/79.

2.5- Os demais ítens abaixo relacionados foram incorporados aos estudos em andamento ou aos nossos arquivos para uso oportuno.

2.5.1- Desenhos: 1A05Z00-D-4007-A
1A05Z00-D-4006-A
1A05Z00-D-4005-A
1A01B02-C-4054-A

2.5.2- Vetos: IOC-T-114/79
115/79
116/79
117/79

IOC-T-118/79
119/79
120/79
121/79
128/79
129/79
130/79
131/79
132/79
133/79
134/79

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

MC/CA/ms

F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-220679

São Paulo, 28 de junho de 1979

-5 JUL 1979 020095

AÇO MINAS GERAIS S/A [illegible]TO
Rua dos Inconfidentes, 1001 - 4º andar
Belo Horizonte - MG

ANEXO COM
RECEBEMOS COPIAS
ISE ISEC DIG

RECEBIDO
05 JUL 1979

Nº 6546
ISEC

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: Recomendações Técnicas para Provas de Carga em Estacas Escavadas
RT 28-PR 168/78

Prezados Senhores,

Vimos através deste encaminhar a V.Sas. algumas considerações sobre as recomendações constantes do relatório acima citado.

1. ESTACAS SITUADAS EM REGIÃO DE ATERRO

1.1 Primeiramente questionaríamos a necessidade de testes em cada estaca em duas etapas. Dependendo da espessura de aterro um ensaio convencional (1a. etapa) a 1,5 vezes a carga nominal da estaca pode não levar a mesma a desenvolver todo seu atrito lateral resistente mascarando portanto uma eventual interpretação relacionando o atrito positivo como negativo futuro. Sugerimos não executar esta 1a. etapa da prova de carga, uma vez que o conjunto de dados por ela fornecido poderia vir a ser de pouca valia.

1.2 Considerando-se desnecessária a execução do teste convencional nas estacas, questionaríamos o processo de isolamento do fuste da estaca acima do ponto neutro de deformações. De nosso conhecimento tal processo nunca teria sido utilizado (caso seja de conhecimento da Projetista solicitamos a referência bibliográfica ou acesso aos dados) em outras obras. Teria um estudo de viabilidade econômica indicado tal solução? Outras obras em andamento no Brasil com problemas similares tem utilizado um encamisamento com tubo de chapa fina solidarizado à gaiola de armação das estacas, que, tendo diâmetro pouco menor que o furo isola o atrito lateral.

2. PROVA DE CARGA DE LONGA DURAÇÃO EM ESTACA SITUADA EM REGIÃO DE ATERRO.

CAPITÃO ANTONIO ROSA, 237 — TELS. 280-8223 - 852-9280 -- CEP 01443 — SÃO PAULO

2.1 Conforme apresentado em nosso relatório AÇO-G-210679 (para as provas de carga de longa duração em estacas H) nos parece discutível a fenomenologia que estaria sendo pesquisada com tal teste. Assim solicitamos a referência para o processo de interpretação dos dados a serem eventualmente obtidos.

No presente relatório (RT-28) o teste de longa duração também estaria subdividido em duas etapas: uma convencional com carga 1,25 vezes a de trabalho atuando durante 30 dias e uma "após o isolamento da parte do fuste da estaca acima do ponto neutro", a ser executada somente "se o aterro não apresentar deslocamento vertical durante a 1a. etapa do teste", com carga 1,5 vezes a de trabalho da estaca.

A 1a. etapa do proposto teste parece desnecessária, conforme exposto no item 1.1 do presente relatório, e a necessidade da 2a. etapa nos parece não suficientemente justificada.

3. SISTEMA DE REAÇÃO

3.1 Por se tratarem de testes especiais, voltamos a recomendar (AÇO-G-240179) a utilização de tirantes confinados (verticais ou inclinados) com ancoragem que se inicie a uma profundidade de, no mínimo, quatro vezes o diâmetro da estaca ($\geq$ 4D) inferior à cota da ponta da referida estaca e com afastamento lateral mínimo de 3D (sem considerações quanto à presença de rocha ou não).

3.2 Quanto à concepção de execução da prova de carga simultaneamente ao teste dos tirantes (provavelmente devido ao problema de compatibilização entre a deformação elástica da cordoalha com o curso do macaco) solicitamos da Projetista melhor detalhamento da cronologia de aplicação das etapas de carregamento em pares de tirantes, visando obedecer etapas de 10% do valor da carga nominal da estaca.

4. CONSIDERAÇÕES ADICIONAIS.

4.1 TELL-TALES

4.1.1 No desenho PR-168-78-279 está apresentado um detalhe típico dos tell-tales para as provas de carga. Consideramos pouco adequada a não solidarização do tubo guia dos tell-tales à base dos mesmos. O preenchimento com graxa da caixa receptora do tubo guia poderia permitir a entrada de concreto nas hastes, pondo a perder as leituras a serem obtidas.

4.1.2 A haste central de leitura (tell-tale) deveria ser lubrificada com grafite e solidarizadas à base dos tubos guias depois de concretada a estaca, com o auxílio de um tronco de cone guia, que tam -

bém servirá de encaixe para impedir movimentações na haste (vide cro - quis anexo).

Uma vantagem adicional deste sistema é que a haste pode ser colocada depois que a estaca seja concretada.

4.2 ARMAÇÃO DAS ESTACAS.

Solicitaríamos informação e justificativa quanto a necessidade de armação tão pesada nas estacas teste.

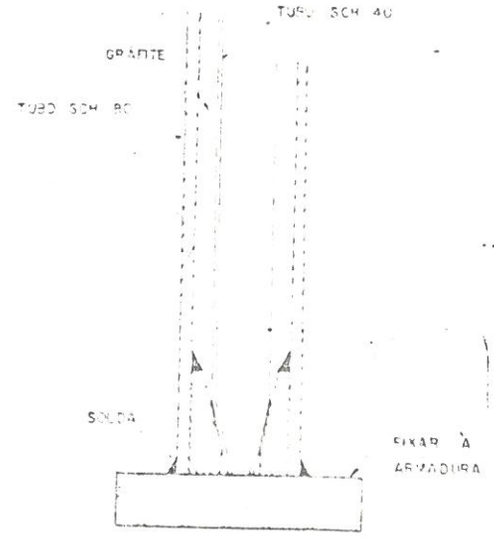
Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

anexo=croquis explicativo.



OBS DIMENSÕES CONFORME DESENHO
P.B. 168/78 – 279

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda			
interessado: AÇOMINAS			
DETALHE DO PÉ DO TELL-TALE			
data	desenhado: SERGIO	figura	código: ACO-G-[illegible]

TOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-LM-180679

São Paulo, 28 de junho de 1979

ANEXO - LM

RECEBEMAM COPIAS

IEE IEEC IBAC

-5 JUL 1106 R 020094

AÇO MINAS GERAIS S/A — AOS CUIDADOS DO SR. DIRETOR

Rua dos Inconfidentes, 1001 - 4º andar

Belo Horizonte - MG

Nº 6559

IEEC

IEE - USP / ARQUIVO

RECEBIDO

5 JUL 1979

ISE

SECRETARIA

At. Dr. Stélio Francisco da Costa

Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: Apreciação sobre o bombeamento de poços profundos, ~~e/ou outros controles~~ da geo-hidrologia.

Prezados Senhores,

1. Introdução

Estamos encaminhando a V.Sas., através deste, nossa apreciação sobre o bombeamento dos poços profundos que vem sendo efetuado na área da laminação. Apresentamos também nossos comentários sobre as conclusões contidas no relatório RT/29-PR-168/78 - da Geotécnica referente ao mesmo assunto.

2. Resumo das considerações e recomendações

2.1 O bombeamento profundo visa aliviar pressões e sobre-pressões neutras de fundação do aterro, acelerando o adensamento e não o rebaixamento do N.A.

2.2 O alívio de pressões em horizontes profundos provoca o aparecimento de forças de percolação descensionais no aterro de modo a contribuir ainda mais para aceleração dos recalques (ver fig.1).

2.3 Posicionamos que os contrastes de permeabilidade aterro/solo residual de fundação devem ser levados em conta nos modelos de análise do comportamento dos poços, e apresentamos através de gráficos (fig.3 e 4 em anexo) as variações de interpretação obtidas em função de admitir-se um ou outro modelo de análise (fluxo gravitacional e fluxo confinado "artesiano").

2.4 Ressaltamos que a real avaliação da rentabilidade do bombeamento instalado só pode ser feita através da análise de leituras piezométricas a varias profundidades (ver fig.5).

2.5 Reiteramos nossa posição em se procurar MANTER E INCREMENTAR O BOMBEAMENTO DOS POÇOS que efetivamente contribuem para o alívio de pressões.

BH

obra

S.

2.6 Recomendamos que se verifique através dos perfis de sondagens disponíveis, quais os poços que efetivamente não estão bombeando a camada permeável de fundação do aterro (silte-arenoso; por ex.: o P1/5 e P1/2 (?)), para que na medida do possível sejam tomadas as medidas necessárias e imediatas para o aprofundamento destes poços.

2.7 Tendo em conta o processo de decisões em jogo, e como medida prática a viabilização de fundações diretas sobre o aterro, recomendamos que se incremente a "drenagem" através da abertura de mini-túneis.

Estes túneis teriam dupla finalidade: uma imediata de alívio de pressões neutras, acelerando o adensamento, a segunda ao longo da vida útil da obra, permitir controle do nível do lençol freático, fixando-o em cota desejada (ver fig.5).

3. Objetivos da instalação de "drenagem" através de poços profundos

Conforme já discutido em relatórios anteriores, e mesmo nos parágrafos iniciais deste, a finalidade de tal bombeamento é o alívio de pressões neutras da fundação antecipando para a fase presente os recalques de adensamento que podem vir a ocorrer durante a operação da Usina.

4. Modelos de Análise

A existência de dois horizontes de sub-solo distintos: aterro e solo residual, com contraste de permeabilidades entre os mesmos, implica que o estudo e análise do comportamento dos poços, que atravessam o horizonte de aterro e atingem a camada de solo residual, deva merecer uma formulação adequada visando investigar a influência de tais contrastes de permeabilidade. Neste sentido em nosso relatório anterior (AÇO - -LM-101078) procuramos estabelecer um modelo de drenagem que permitisse incorporar tal contraste de permeabilidade a fim de investigar a locação e o número de poços necessários a serem instalados.

Este contraste de permeabilidade entre solos residuais (saprolitos) em condição indeformada (in-situ) e aterros executados com o mesmo material é largamente conhecido, justificando a consideração de dois horizontes com permeabilidades diferentes. Além disto tem-se notado a presença de material mais arenoso em profundidade abaixo do aterro.

Assim sendo uma análise considerando um horizonte homogêneo com permeabilidade média da ordem de 10^{-6} cm/seg., e regime de fluxo gravitacional (conforme apresentada no relatório RT/29-Geotécnica) baseada nos dados fornecidos por medidores de N.A. instalados nas proximidades, parece ser por demais simplificada, uma vez que não considera a maior permeabilidade da fundação.

Desta forma procurou-se complementar o estudo apresentado, investigando-se através de uma formulação em que fosse possível introduzir tal contraste de permeabilidade. De uma análise dos modelos teóricos de escoamento de fluxo d'água para poços: gravitacional, artesiano e artesiano-gravitacional, optamos por considerar como mais representativo para o estudo em questão a formulação desenvolvida para o fluxo "artesiano" (admitindo sempre a condição de fluxo estabilizado). Salientamos que tal hipótese não advém do fato de existir um regime de fluxo permanente, em carga, na rede de drenagem profunda, mas principalmente porque a maior contribuição de afluxo para o poço se dá pela camada mais permeável, em solo residual. Na fig.1 em anexo apresentamos esquemáticamente o modelo supra descrito.

5. Aplicação do modelo aos resultados de campo

A partir das vazões de bombeamento dos poços, que atualmente vem sendo observadas, indicadas na tabela anexa ao RT/29-Geotécnica, procurou-se comparar a influência dos modelos de análise do bombeamento, calculando-se os alívios piezométricos obtidos nos casos de escoamento em regime gravitacional (com permeabilidade constante ao longo de todo o perfil da ordem de $3x10^{-7}$cm/s a $5x10^{-7}$cm/s e em regime "artesiano" (com permeabilidade da fundação da ordem de $4x10^{-6}$cm/s a $2x10^{-5}$cm/s). Tal comparação foi desenvolvida para os poços isolados P1/2 e P15A, por não se situarem próximos a rede de drenagem profunda e por virem apresentando vazões consideradas baixas. O elemento utilizado para comparação entre um caso e outro (gravitacional/"artesiano") foi o acréscimo de pressão efetiva ($\Delta\sigma'_{ef}$) na região de influência do poço, obtido a partir do alívio piezométrico, estimado para um e outro caso.

Os perfis considerados para estas análises correspondem a sondagens executadas nas proximidades dos poços em questão, sendo que na fig.2 (em anexo) apresentam-se dois perfis das áreas em questão onde estão situados os poços analisados. Observa-se através da localização dos poços nos perfis respectivos, que o poço P1/2 atinge apenas uma espessura da ordem de 1 a 2m. de solo residual, observando-se inclusive neste local, sob o aterro, a presença da camada argilosa, pouco permeável, o que deve ter reduzido sensivelmente a eficiência do poço.

As permeabilidades em jogo num e noutro horizonte (aterro e solo residual), foram estimadas a partir de análise iterativa dos dados disponíveis e das formulações correspondentes a cada caso analisado (fluxo gravitacional e fluxo confinado respectivamente), resultando para o

aterro uma permeabilidade da ordem de $3x10^{-7}$cm/s a $5x10^{-7}$cm/s e para o solo residual uma permeabilidade da ordem de $5x10^{-6}$cm/s a $2x10^{-5}$cm/s.

Conforme podemos observar o contraste de permeabilidade (solo residual/aterro) resultante é da ordem de 10 a 40 vezes, valor este compatível com o esperado de acordo com a experiência deste escritório, o que reforça nossa consideração quanto a aplicação da formualação de fluxo confinado ("artesiano").

6. Apresentação dos resultados

Na fig.3 em anexo aprentamos para o poço P1/2 as curvas $\Delta\sigma'$ vs. Distância radial ao poço (R) resultantes para o caso gravitacional e "artesiano". Observe-se que, enquanto no caso gravitacional o raio de influência do rebaixamento é da ordem de 8m., no caso "artesiano" o raio de influência é da ordem de 50m.. proporcionando neste último um sensível acréscimo de tensões efetivas.

Na fig.4 em anexo apresentamos para o poço P15A as curvas $\Delta\sigma$ vs. Distância radial ao poço (R), resultantes não apenas para os casos gravitacional e artesiano, como também para o caso artesiano com penetração parcial. Observa-se neste caso que mesmo com uma penetração da ordem de 60% no substrato permeável, torna-se bastante significativa a contribuição do bombeamento no acréscimo de tensões efetivas e consequentemente na aceleração dos recalques.

7. Considerações gerais e recomendações para investigações adicionais

As constatações supra descritas vem ilustrar o que se procurou posicionar de início como sendo o objetivo do bombeamento profundo e fica patente que a eficiência do poço não pode ser aferida unicamente pelo volume d'água retirado, mas conjuntamente com o perfil (permeabilidades) substrato de onde é bombeado.

Salientamos, contudo, neste ponto que o esmero de qualquer tratamento teórico ou a validade de quaisquer das hipóteses supra consideradas só poderá ser julgada a partir de investigações in situ. A simples indicação de medidores de N.A. situados nas proximidades dos poços (INA) não comprova a validez ou não das hipóteses quanto ao regime de fluxo para os poços, e seguindo o conceito do tratamento por pré-carregamento por alívio de pressões neutras exposto em nosso AÇO-G-150679, é imprescindível que para a interpretação do comportamento sejam instalados piezômetros nas proximidades dos poços.

Recomendamos que sejam instalados no mínimo dois piezômetros multiplos nas proximidades de cada poço (distantes 10m. a 15m. de cada lado do poço - vide locação esquemática fa fig.5 em anexo), com pelo menos tres níveis de câmara, sendo que o primeiro nível deverá garantida - mente estar instalado próximo a cota do fundo do poço, no solo residual, o segundo nível próximo ao contato solo residual/aterro e o terceiro nível próximo ao meio da camada de aterro no local. Lembramos que após a instalação destes piezômetros deverão ser executados ensaios de recuperação nos mesmos (por enchimento ou bombeamento) visando não só verificar a confiabilidade de suas leituras como também obter dados adicionais sobre a permeabilidade do aterro e do solo residual de fundação.

A hipótese de grandes perdas de carga junto à entrada do poço por possível colmatação dos filtros, deve ser verificada instalando-se um medidor de nível d'água instalado o mais próximo possível da parede externa do poço (~ 50cm.).

Isto posto reiteramos nossa posição quanto a MANUTENÇÃO DO BOMBEAMENTO NOS POÇOS NA ÁREA DA LAMINAÇÃO, desde que se procure atender as indicações e recomendações apresentadas nos parágrafos anteriores.

Lembramos ainda que na maioria dos casos o que importa é observar-se a variação provocada pela introdução de um tratamento adicional, para interpretar-se o efetivo ganho provocado por tal tratamento. Desta forma posicionamos ser imprescindível que após a instalação destes piezômetros procure-se desligar temporariamente o bombeamento, deixando o N.A. elevar-se nos poços a fim de inferir qual a variação de pressão neutra ($\Delta\mu$) assinalada pelos piezômetros nos diferentes níveis.

8. Indicação de medidas adicionais para o reforço de drenagem

Visando viabilizar o apoio em fundação direta sobre o aterro, através da antecipação dos recalques nas áreas em adensamento, deverão ser adotadas medidas adicionais de drenagem, através de maior número de poços profundos, ou alternativamente através de galeria de drenagem profunda (mini-túnel) na área em questão.

A finalidade deste túnel-dreno é provocar de imediato o alívio de pressões e sobre-pressões de carregamento com consequente aceleração de adensamento (vide fig.5).

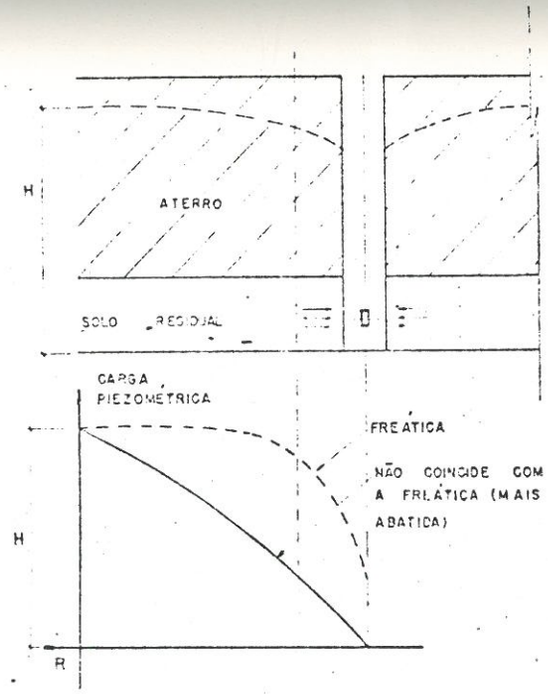
Sem mais para o momento, subscrevemo- nos mui

Atenciosamente,

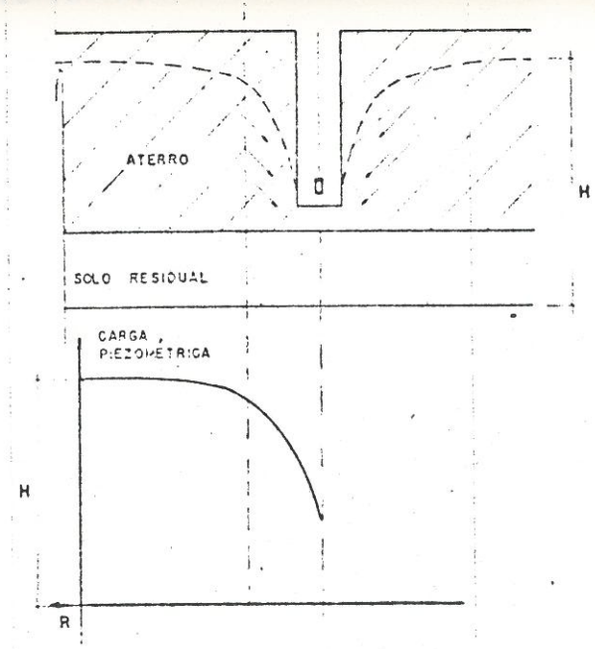
VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

VM/PO/MC/sb

anexo=5 figuras ilustrativas



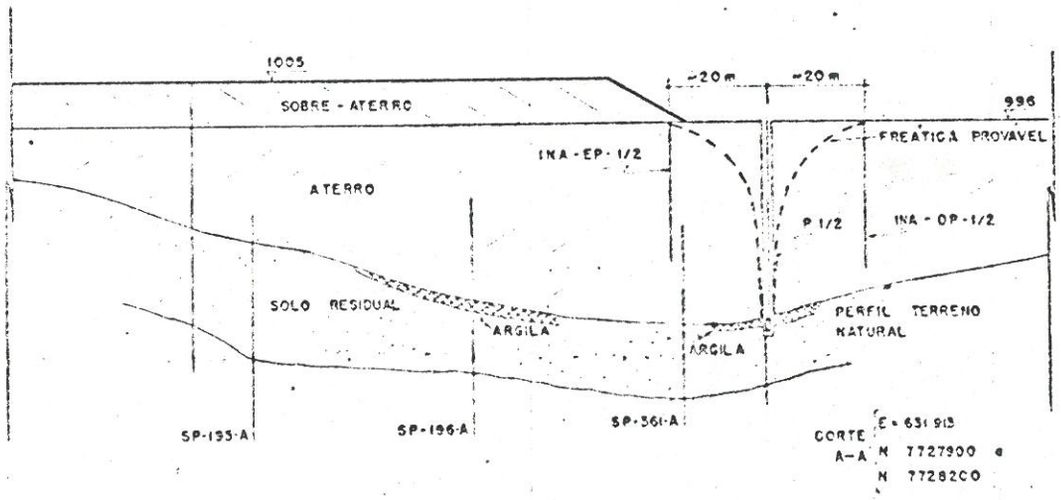
FLUXO CONFINADO



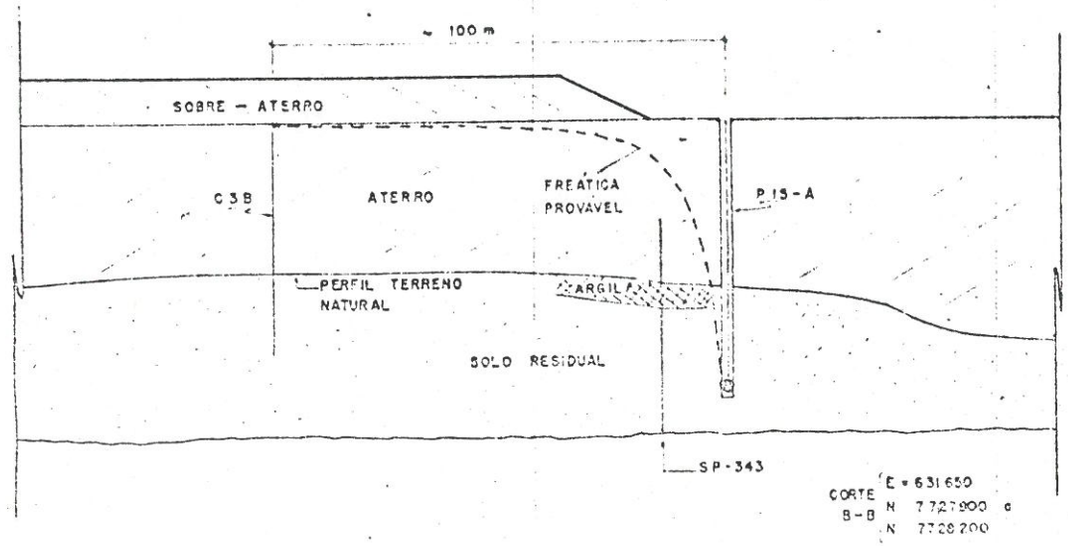
FLUXO GRAVITACIONAL

VICTOR F B DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda			
Interessado: ACOMINAS			
ESQUEMA DOS MODELOS DE ANÁLISE DE FLUXO PARA OS POÇOS.			
Data: 18/06/79	Desenhado: TADASHI	Figura: 1	Código: ACO-LM-180679

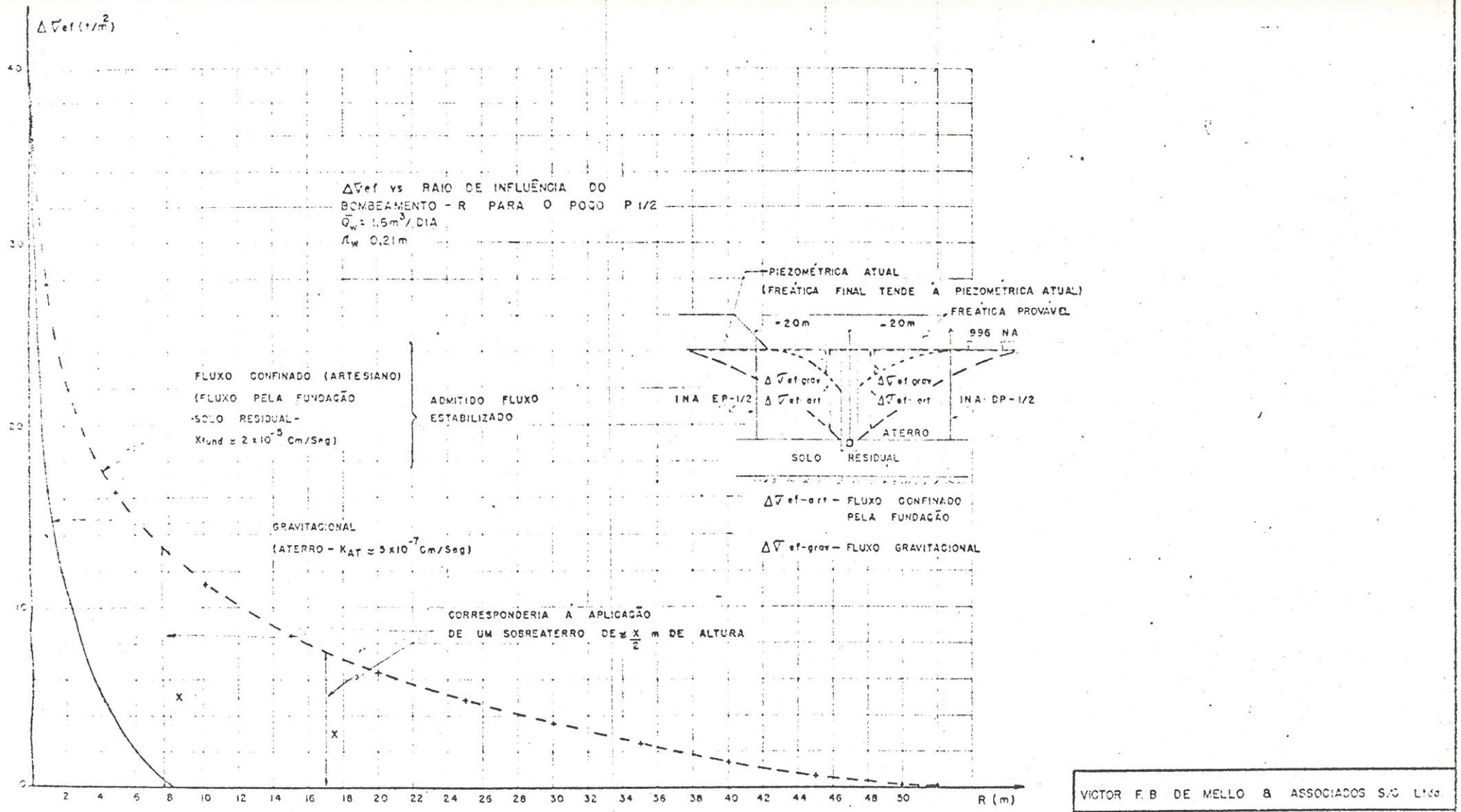
CORTE (A – A)



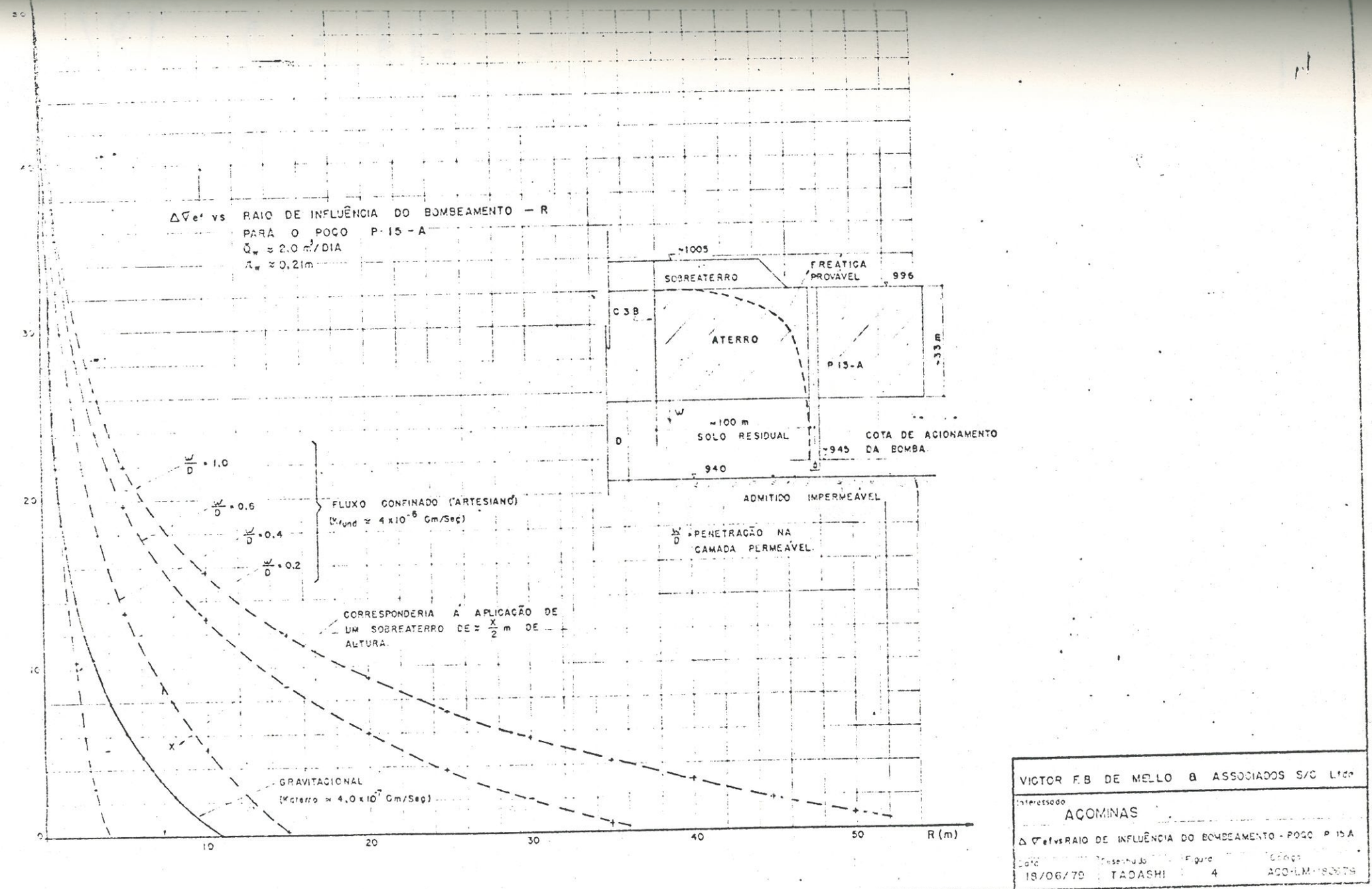
CORTE (B – B)



VICTOR F.B DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda.			
Interessado: AÇOMINAS			
PERFIL GEOLOGICO NA REGIÃO DOS POÇOS P 1/2 e P15/A			
Data: 19/06/79	Desenhado: TADASHI	Figura: 2	Código: AÇO-LM-1806/79



VICTOR F. B DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda			
Interessado: AÇOMINAS			
Δ∇ef vs RAIO DE INFLUÊNCIA DO BOMBEAMENTO - POÇO 1/2			
Data: 18/06/79	Desenhado: TADASHI	Figura: 3	Código: ACOMINAS-3

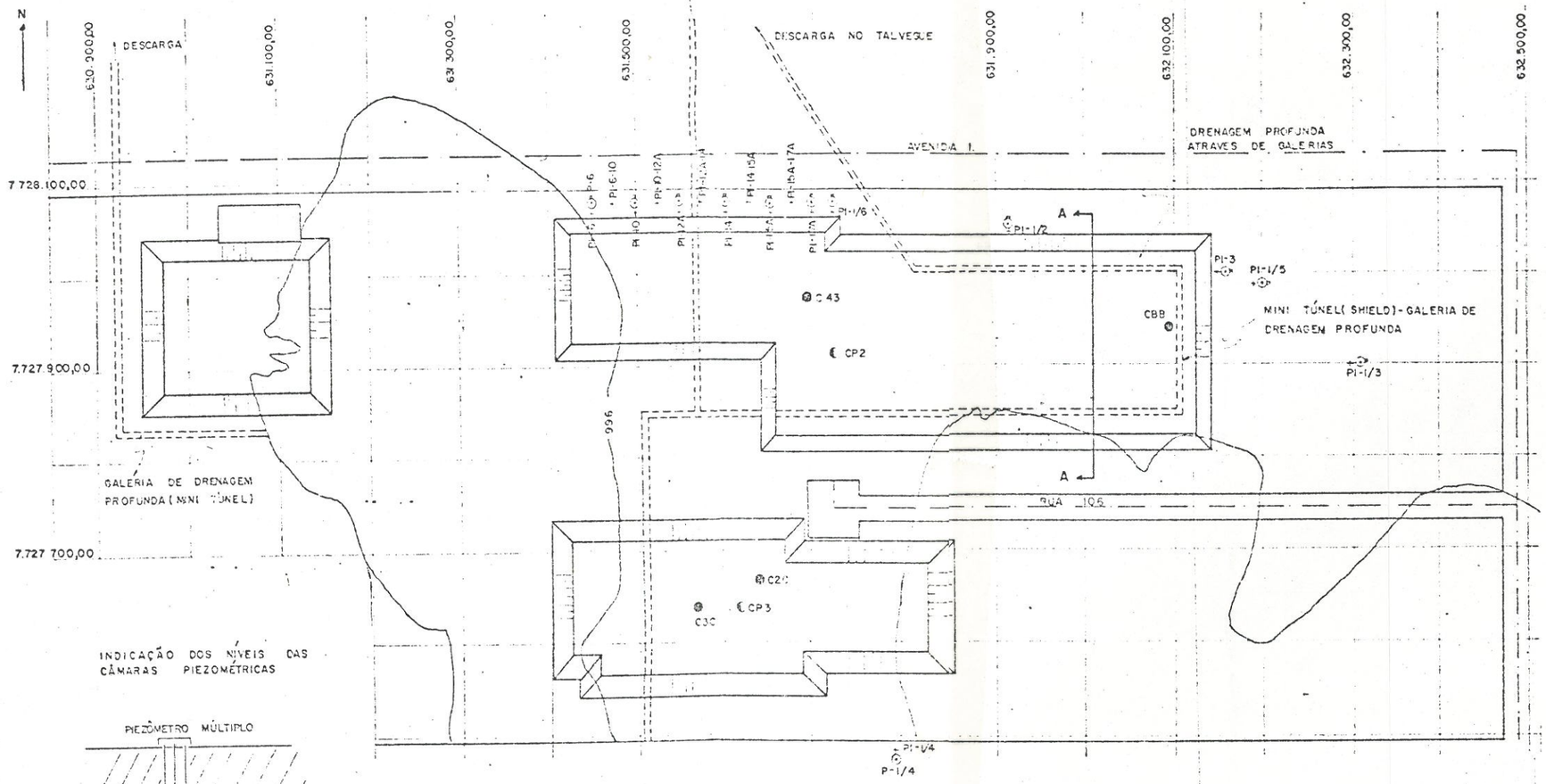


VICTOR F.B DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda

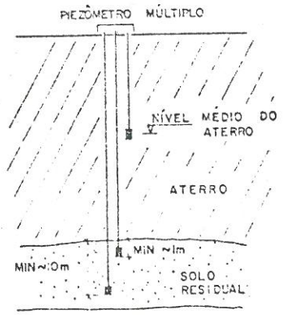
Interessado: AÇOMINAS

Δ ∇ef vs RAIO DE INFLUÊNCIA DO BOMBEAMENTO - POÇO P 15 A

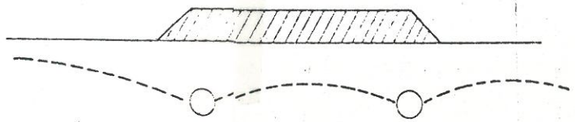
Data	Desenhado	Figura	Código
18/06/79	TADASHI	4	ACO-ILM-18/0679



INDICAÇÃO DOS NÍVEIS DAS CÂMARAS PIEZOMÉTRICAS



CORTE A-A



DRENAGEM PROFUNDA ATRAVÉS DE GALERIAS

OBS: 1-ESCALA 1:4000

2-REFERÊNCIA AO DES. 1-RT. 29-PR-168/78

3-A LOCAÇÃO DOS PIEZÔMETROS É ESQUEMÁTICA E DEVERÁ SER OTIMIZADA PELA OBRA.

4-A LOCAÇÃO DAS GALERIAS DE DRENAGEM PROFUNDA É PRELIMINAR.

LEGENDA:

+ PI - PIEZÔMETRO MÚLTIPLO

D MEDIDOR DE NA

● PIEZÔMETROS MÚLTIPLOS INDICADOS EM 03/79

◐ PIEZÔMETROS MÚLTIPLOS EXISTENTES

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda

interessado
AÇOMINAS

locação dos piezômetros e indicação do reforço de drenagem através de galeria profunda

data	desenhado	figura	código
18-06-79	SERGIO	5	ACO-EM-180-079

DR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-LM-280679

São Paulo, 29 de junho de 1979

15 JUL 1979 020997

AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua dos Inconfidentes, 1001 - 4º andar
Belo Horizonte - MG

ANEXO COM
RECEBERAM COPIAS

Nº 6548
TEEC
IEE-SC - ARQUIVO

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: Instalação de conjuntos de piezômetros na área do H.S.M. - relatório ESBEL-343/79

Prezados Senhores,

1. Introdução

Através da notificação ESBEL-343/79 ficamos informados dos entendimentos entre AÇOMINAS e GEOTÉCNICA referentes a instalação de 3 conjuntos de piezômetros na região do H.S.M. na área da Laminação.

2. Locação e Cotas dos Piezômetros

Em primeira análise não parece ter ficado claro quais as razões que teriam levado a escolha destes locais para instalação dos conjuntos de piezômetros.

Julgamos que alguns dos critérios que poderiam nortear, em princípio, a escolha dos locais para a instalação dos piezômetros seriam as seguintes:

2.1 Locação próxima à um conjunto de medidores de recalques para que se possa confrontar o comportamento do terreno perante recalques com o efeito da dissipação de sobrepressão neutra. Este relacionamento, aliado a outras informações e tratamentos, permitiria fazer-se uma estimativa dos recalques finais do terreno perante um determinado carregamento.

A escolha dos conjuntos de medidores de recalques mais indicados para tal estudo, obedeceria por sua vez aos seguintes critérios principais:

2.1.1 que apresentasse grandes recalques em valor absoluto

2.1.2 que não apresentasse indício de estabilização

2.1.3 em que o INA correspondente indicasse probabilidade de sobrepressão neutra, admitindo que o INA não esteja refletindo meramente algum lençol empoleirado transitório.

2.1.4 localizado em regiões de grande espessura de aterro, com o seu carregamento influenciando a provável magnitude das sobrepressões neutras.

3. Conclusões

Numa rápida análise da locação que nos foi apresentada para os 3 conjuntos de piezômetros, notamos que:

3.1 O conjunto 1 localiza-se próximo ao conjunto de medidores de recalques C-8B que embora apresente grandes valores de recalques, parece já se encontrar em fase de estabilização. Além disso o medidor MRD do referido conjunto teria sido avariado.

3.2 O conjunto 2 localiza-se próximo ao conjunto C-2B que também parece já se apresentar em fase de estabilização.

3.3 O conjunto 3 localiza-se próximo ao conjunto C-3A. O sobre aterro A já foi retirado e portanto os conjuntos instalados nessa área apresentam valores de recalques afetados pelo descarregamento, o que também afeta de forma complexa as sobrepressões neutras que se pretenderia medir.

Diante de tal panorama, solicitamos a V.Sas. que nos informassem dos critérios utilizados na determinação de tais locações.

Insistimos que somos favoráveis à instalação criteriosa de piezômetros no caso em questão, porém tal instrumentação deve obedecer a uma planificação objetiva para aproveitamento máximo dos seus resultados. Desnecessário reiterarmos indicações anteriores referentes à qualidade de piezômetros e de instalação que se exige para o caso em pauta.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

MC/CA/sb

Geotécnica

IEEC

CTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-LM-020779

São Paulo, 02 de Julho de 1979

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

ANEXO COM
REJEITARAM CÓPIAS
IE IEEC ISAC

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: Periodicidade de Leituras dos Medidores de Recalques e INAs - ref. IC/04-PR-168/78.

Prezados Senhores,

1. INTRODUÇÃO

O relatório IC/04-PR-168/78-maio/79 da Geotécnica, recebido em 06-06-79, visa fixar, para a fase ora decorrente, periodicidades adequadas de leituras de acompanhamento dos medidores de recalques e INAs instalados na área da Laminação.

2. COMENTÁRIOS

Estamos de acordo quanto da necessidade de tal programação bem como da sua periódica revisão. Essa programação deve ser dimensionada tendo-se em vista a minimização da frequência de leituras sem prejuízo de informações.

Nota-se contudo que decorre um tempo demasiado longo no processo de avaliação e implantação em cada fase de reprogramação da periodicidade de leitura.

Parece-nos que seria mais produtivo se a Obra ficasse incumbida, através de engenheiro, de programar nesse sentido. Para tanto seria necessário que houvesse em campo um acompanhamento das medidas de recalques e NA através de gráficos.

Desta forma a obra teria a autonomia de reduzir a frequência de leituras conforme se notasse comportamento com tendência de estabilização ou intensificar tal frequência no caso de haver previsão de alteração de comportamento da grandeza observada (ex.: descarregamento; carregamento; escavações; impermeabilizações; bombeamento de poços; construção; etc.).

3. CONCLUSÃO

Em primeira análise o programa apresentado no referido relatório parece atender a realidade da obra. Fazemos apenas a ressalva de lembrar que a qualquer alteração das causas que possam provocar uma modificação de comportamento do terreno deve-se reexaminar a programação de leituras.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente.

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

MC/CA/ms

CTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-LM-060779

São Paulo, 06 de Julho de 1979

ANEXO COM
RECEBERAM COPIAS
ISE FEEC ISAC

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lício Flávio B. Pinheiro

Nº 6824
IEEC

Ref.: Principais fatores intervenientes no comportamento geohidrológico da área da laminação.

RE
16 JUL 1979
ISE
SECRETARIA

Prezados Senhores,

1. Introdução

Vimos através deste encaminhar a V.Sas considerações sobre os principais fatores intervenientes no comportamento geohidrológico da área, e apresentar algumas recomendações para minimizar a ação de tais fatores sobre o comportamento futuro do lençol freático. Tais indicações, nos parecem ser de vital interesse uma vez que encontra-se em discussão o estudo de viabilização da utilização de fundação direta nas áreas de aterro dos laminadores.

2. Principais agentes intervenientes na manutenção do NA do lençol.

Desconhecemos a existência de estudo, por parte das Projetistas, dos principais agentes que contribuem para manutenção do comportamento atualmente observado nos medidores de nível d'água, que indicam ou nível d'água alto, ou existência de sub-pressões altas em cotas profundas.

Sem dúvida nenhuma um destes principais contribuintes são as áreas de corte que após a terraplenagem deixaram exposta as superficies de solo residual aumentando a porcentagem de infiltração na área, outrora da ordem de 20% a 30% do volume precipitado, condicionado pela presença de vegetação, manto argiloso impermeável e declividade dos taludes naturais, e atualmente chegando até a 80%, 90%.

Reiteramos nesta oportunidade nossas recomendações quanto a necessidade de impermeabilização das zonas de corte, através de camada

argilosa compactada, como também procurar dar um caimento nas plataformas da ordem de 3%, auxiliado por um sistema de canaletas provisório (valas escavadas), de modo a coletar e canalizar as águas proveniente de precipitações, visando minimizar as infiltrações.

Salientamos que as declividades indicadas para as plataformas 0,2% a 0,5% (cf. DES. Nº 040-HB-02-057) nos parecem ser insuficientes para o escoamento superficial das águas, uma vez que a diferença entre os recalques das áreas de aterros e cortes bem como ao longo das próprias áreas de aterros propiciaria regiões de represamento de água sobre a plataforma, o que realmente vem se notando na obra.

Ressaltamos que tais providências deverão, na medida do possível, estar concluídas, principalmente para área da laminação, antes do próximo período chuvoso.

Uma outra fonte de alimentação para manutenção do NA do lençol subterrâneo e "estrangulamento" da rede de drenagem, poderia ser o fluxo de água através das fundações da barragem do córrego do Gurita. Não dispomos de informações sobre os tratamentos dispensados a esta área, assim sendo indagaríamos se foi executado algum tratamento prévio a elevação do aterro visando uma maior impermeabilização da área. Caso existam informações documentadas sobre os tratamentos aplicados nesta área, solicitaríamos o seu envio para nossa análise, para que possamos sugerir o tratamento a ser dado a esta área.

Lembramos que pouco adiantará a manutenção e execução de novos meios de drenagem se não forem minimizadas as infiltrações.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente.

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/FO/ns

OR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-LM-070779 T EEC

São Paulo, 07 de Julho de 1979

ANEXO COM

RECEBERAM COPIAS

EEC | EEC | EEC

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

30 JUL 1979 02370 02268

30 JUL 1979
SECRETARIA

Ref.: Fundações dos Galpões da laminação de perfís médios.
Pacote C-08

Nº 7353
EEC

Prezados Senhores,

Acusamos recebimento do seguinte material
1C06Z00-A-5004-A
1C06Z00-A-5006-A
1C06Z00-A-5011-A
1C06Z00-A-5012-A e
1C06Z00-A-5013-A
referente ao memorial de cálculo das fundações dos pilares dos galpões da laminação de perfís médios, memorial este preparado pela PROMON Engenharia S.A.

De acordo com solicitação de V.Sas analisamos o referido material e, passamos a transcrever nossas considerações.

1. Memorial 1C06Z00-A-5011-A- "Critérios básicos de projeto para estruturas em concreto."

Ítem 1.0, Objetivo - 2º paragrafo. Não julgamos que seja apropriado aceitar-se como princípio manter as dimensões indicadas nos desenhos elaborados pelo Dr. T.Hinckeldey. Já parece ter ficado caracterizado que os projetos por ele apresentados tendem para soluções super-dimensionadas, ou condicionadas por esquemas construtivos ainda não decididos (ver nosso relatório AÇO-LM-010379).

Recomendamos que seja adotado o critério de não aceitar nada sem que seja devidamente justificado. Duvidar de tudo, até que provem ao contrário. Recomendamos portanto que se reanalise não só as dimensões e profundidades já fixadas, mas todo o conceito de projeto: dimensionamento e processo executivo.

Ítem 3.1.8 - Empuxo de terra.

O desenvolvimento de esforços de empuxo de terra (tanto passivos quanto ativos) dependem do deslocamento da estrutura, assim como do processo construtivo do muro (que poderá eventualmente impor solicitações maiores do que as atuantes durante operação da estrutura).

Sugerimos portanto que cada caso seja analisado separadamente.

Ítem 3.1.9 - Que critérios teriam norteado a consideração sobre cota de N.A. e considerações sobre sua variação futura. O assunto será discutido a seguir.

Ítem 4.1.c. - Deve-se verificar interferências de fundações próximas, em mesmo nível ou não, através da determinação e análise dos seus bulbos de tensão.

Ítem 4.1.d. - Geral demais. Consideramos que cada caso deve ser analisado separadamente, incorporando-se inclusive a influência de cada tipo de carregamento não só em termos de rutura (relacionado com tensão admissível) como também quanto a recalques.

Deverão também ser consideradas diferentemente cargas cujos recalques por elas provocados não importam para o comportamento geral da estrutura, e cargas cujos recalques interferem no comportamento da estrutura.

2. Memorial 1C06Z00-A-5006-A- "Memorial de Cálculo Geotécnico-Trechos SM6 a SM9".

Cap.I, ítem 1.1- Não julgamos que possa se separar verificações de recalques e verificações de estabilidade (conceito relativo a tensões admissíveis) em memoriais distintos, sendo um de cálculos geotécnicos e outro de cálculos estruturais.

Cap.I, ítem 1.2- Certas cargas classificadas de acidentais tem comportamento de longa duração (recalques diferenciais, temperatura, etc.) e devem ser consideradas como tal.

Cap.II- Estranhamos não ter sido entregue à Projetista nenhum dos nossos relatórios.

Cap.IV- Conforme já posicionado em relatórios anteriores, é sabido que resultados de ensaios de laboratório levam a parâmetros desfavoráveis em relação às condições in situ. Julgamos portanto que a análise deverá se basear, sempre que possível no cálculo de compressibilida

des a partir de ensaios in situ, e no caso, nas provas de carga em placa disponíveis.

O memorial em apreço da certa atenção (pg. 15) aos resultados de ensaios de placa. Entretanto não consideramos apropriado considerar tais ensaios como rápidos, uma vez que as provas de carga tem duração suficiente para estabilização dos recalques em cada fase de carregamento. O módulo de deformabilidade extraído dos resultados das provas de carga em placa é portanto drenado, com a ressalva de que tais ensaios em placa foram realizados em terreno insaturado.

O valor do módulo não drenado poderia ser estimado a partir do módulo drenado. É razoável, por exemplo, adotar-se módulo não drenado uma vez e meia o módulo drenado.

Cap.V- Não estão feitas considerações sobre eventuais variações do N.A. no tempo de funcionamento da estrutura, e a influência destas variações de pressões efetivas (que poderiam ser de subida ou descida de N.A.) no comportamento das fundações.

Cap.VI, ítem 6.5.1.1- Cálculo da pressão aplicada no nível da sapata.

Nas folhas 26,27,28,29 e 30 são calculadas as tensões na base da sapata. Ao que parece teria sido considerado sòmente um sentido de ação do vento. Se considerarmos o vento agindo no outro sentido teremos as seguintes tensões:

$p_{canto\ NE} = -\ 14{,}5\ t/m^2$

$p_{canto\ NW} = -\ 4{,}4\ t/m^2$

$p_{canto\ SE} = 13{,}6\ t/m^2$

$p_{canto\ SW} = 23{,}79\ t/m^2$

O sinal negativo representa "tração". Se compararmos os valores obtidos com a tensão de peso de solo mais sapata (admitindo base com altura de 1m e supondo N.A. abaixo da cota de apoio) teremos:

$p = 1{,}0 \times 2{,}5 + 4{,}2 \times 1{,}8 = 10.0\ t/m^2 < 14{,}5\ t/m^2.$

Isto mostra que a análise simplificada apresentada não é suficiente para garantir a estabilidade da fundação. O memorial deveria prosseguir com cálculos não considerando a zona tracionada e considerando em fases subsequentes a absorção da carga pelo solo circundante ao pilar.

Cap.6, Ítem 6.6- Ao que parece os esforços de Super Load já teriam sido considerados no ítem 6.5.1.1.

Conforme já comentado, julgamos que teria sido mais apro

priado basear os cálculos nos resultados de provas de carga em placa, já que as teorias empregadas, principalmente a correção do ensaio de adensamento (Schmertmann) e a correção dos recalques devido ao efeito tridimensional da sapata (Skempton e Bjerrum) foram desenvolvidas para argilas sedimentares saturadas, o que não é o nosso caso.

Cap.6, Ítem 6.7- Os valores são apresentados, sem comparação com critérios de aceitação ou não.

Além disto, consideramos que os critérios de recalques admissíveis deveriam constar no início do memorial.

Cap.7, Cap.8 - Valem as mesmas observações feitas para o capítulo 4.

Cap.9- Consideração da resistência lateral do solo.

Não nos deteremos comentando o método empregado para a consideração da absorção de esforços devido a resistência lateral do solo, uma vez que todos os métodos existentes assumem hipóteses simplificadoras para permitir a solução do problema, por isso analisaremos sómente os resultados obtidos.

Na página 94 esta exposto que a rotação resultante é de $4{,}6 \times 10^{-4}$ radianos, para a consideração dos esforços absorvidos por resistência lateral.

Tal valor atende os critérios pré estabelecidos. Uma sofisticação de cálculo com a inclusão da aderência lateral nas paredes do bloco poderia aproximar ainda mais os valores calculados dos reais futuros, mas exigiria processos de cálculo mais sofisticados.

3. Memorial 1C06Z00-A-5012-A- "Memoriais de Cálculos diversos".

3.1- Parte 1 do memorial - Verificação dos comprimentos de ancoragem dos chumbadores. Não sendo assunto relativo a nossa competência, nada temos a observar.

3.2- Verificação da influência de recalques na estrutura metálica.

Solicitaríamos esclarecimentos adicionais, quais os critérios considerados para resultar nos valores pré estabelecidos de 1 cm para recalque horizontal e 1/1000 para recalques rotacionais.

Os cálculos foram feitos sem consideração de iteração solo-estrutura, ou seja, os recalques acima foram impostos à estrutura. Is

to quer dizer que calculados tais recalques das fundações (sem consideração da superestrutura e portanto considerando pilares isolados) os recalques reais medidos serão menores, devido à redistribuição de esforços da estrutura.

Finalizando este ítem, vale considerar que dificilmente tais recalques ocorrerão separadamente.

Admitindo centro de rotação na base da sapata, recalques horizontais provocarão rotação na base do pilar, da mesma maneira que rotação da base do pilar acarretará deslocamento horizontal.

4. Memorial 1C06Z00-A-5004-A-"Fundação do Edifício-Trechos SM6 a SM9-Projeto Básico".

Ítem- Valores básicos- Consideramos a tensão admissível adotada igual a 2 kg/cm^2 por demais conservadora. Antes de se verificar os recalques, deveria ter sido determinada a tensão máxima admissível perante a critérios de rutura, tendo esta tensão, a sapata seria dimensionada e o passo seguinte seria a verificação dos recalques.

Levando em conta as grandes dimensões das áreas carregadas e a profundidade das sapatas, pode-se adiantar que dificilmente estaremos próximos de problema de rutura, portanto as fundações seriam projetadas perante critérios de recalques máximos admissíveis. No memorial 1C06Z00-A-5006-A, estão calculados os recalques, e pode ser notado que os recalques diferenciais estimados entre pilares provocam uma deflexão muito menor que o valor admitido como máximo permissível: 1/1000. Conforme os cálculos apresentados tem-se os seguintes recalques diferenciais entre sapatas:

Sapatas	recalque diferencial (mm)	deflexão
N1-55 e N1-56	0	0
01-64 e 01-65	8	1/2250
SY2-19 e SY2-20	2	1/9000

Tais valores são bem menores que 1/1000, podendo-se portanto reduzir as dimensões das fundações aceitando-se recalques mais próximos dos máximos permitidos.

Ítem- Critérios. O valor de recalque total máximo permitido parece ser 5cm, conforme consta no memorial; os valores estimados são muito menores, reforçando o posicionamento apresentado no ítem ante

rior.

A altura livre (H) do pilar estaria condicionada por processo executivo, e a nosso ver poderia e deveria ser revista.

Ítem- Desenhos de referência, paragrafo C- Já mencionado que o comprimento do pilar estaria condicionado a processo construtivo e, que uma vez mudado, talvez deixe de ser necessário obedecer tais comprimentos de pilares.

Ítem 3 folha nº9- Já que os esforços quase sempre resultam em armadura mínima dos pilares, indagaríamos se não seria o caso de diminuir a secção do pilar.

5. Memorial 1C06Z00-A-5013-A-"Programa para Cálculo de Fundações Diretas".

Sendo um relatório que utiliza os critérios expostos nos memoriais já comentados acima, nada há a comentar além do já exposto.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

Victor F. B. de Mello

LG/MC/ms

IEE C

CTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-090779

São Paulo, 09 de Julho de 1979

ANEXO COM
REJEBERAM COPIAS
ISE EEC IFSA

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

RECEBIDO
16 JUL 1979
ISE
SECRETARIA

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

16 JUL 0930 82 022240
ANEXO AO PROJETO

Ref.: ANÁLISE DO PROGRAMA GENÉRICO DE INVESTIGAÇÕES - RELATÓRIO DE PROGRESSO Nº 3 (VER AÇO-G-110878 e AÇO-G-080279).

Nº 6837
IEEC
IEE-N/ARQUIVO

Prezados Senhores,

1. Introdução:

Dando continuidade aos nossos relatórios AÇO-G-110878 e AÇO-G-080279, vimos através deste encaminhar uma análise das últimas provas de carga em placa recebidas pelo nosso escritório, bem como complementar as provas de carga já enviadas em relatórios anteriores com novos dados recebidos.

2. Complementação dos relatórios AÇO-G-110878 e AÇO-G-080279

Tendo recebido os resultados dos ensaios de penetração estática (EPE) realizados próximos aos locais designados para as provas de carga, voltamos a apresentar as provas de carga números: PC4 (área da laminação), PC-04-AC, PC-05-AC, PC-07-AC, PC-08-AC (Aciaria), PC-01-SOP (SOPRADORES), PC-02-PDQ (Pátio de Coque) e PC-02-SIN (SINTERIZAÇÃO), complementadas com os resultados dos EPE.

Mantivemos para as figuras anexas a mesma numeração utilizada em relatórios anteriores sendo que quando nos reportarmos a cada figura, citaremos sua numeração acompanhada da sigla do relatório à qual pertence.

3. SITUAÇÃO ATUAL. PROVAS DE CARGA JÁ EXECUTADAS E A EXECUTAR.

Salientamos que estamos juntando à idéia básica inicial do programa genérico, outras provas de carga solicitadas pelas diversas projetistas, sendo que não dispomos de informações a respeito de quais se

Eng: Lúcio Flávio
p/ conhecimento e providências
18/07/79

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 · 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

riam as provas de carga englobadas pelo programa genérico de investigações e quais seriam as provas de carga adicionais.

Presumimos que as provas de carga executadas com haste pertençam ao programa genérico. A respeito deste assunto solicitaríamos indicações por parte de V.Sas.

3.1- Área de corte

Apresentamos os resultados de 5 (cinco) provas de carga em área de corte, totalizando 16 (dezesseis) provas de carga recebidas, sendo:

a) 8 (oito) provas de carga pertencentes ao programa genérico inicialmente previsto.

b) 3 (três) provas de carga executadas na Coqueria por orientação do Dr. J. Burland.

c) 5 (cinco) provas de carga que encaminhamos a V.Sas neste relatório.

3.2- Área de aterro

Não recebemos nenhuma prova de carga em área de aterro, sendo que o total permanece em 6 (seis) provas de carga executadas:

a) 1 (uma) prova de carga executada nos laminadores por orientação do Dr. J. Burland.

b) 5 (cinco) provas de carga pertencentes ao programa genérico inicialmente previsto.

3.3- Provas de Carga pendentes.

Recebemos ainda 3 (três) provas de carga que se encontram pendentes por falta de localização das mesmas e por falta das sondagens respectivas:

a) PC-1A-SIN- na área da Sinterização

b) PC-02-A- na área do BILLET-MILL

c) PC-02- na área da Aciaria

4. Análise das Provas de Carga disponíveis:

4.1- Prova de Carga PC-03-BILLET-MILL. Figura 1 anexa.

Executada em área de corte, em material argiloso com baixos valores de SPT.

A interpretação das leituras de recalque da placa bem como o valor do módulo de deformabilidade E, apresentam coerência com as características do subsolo. Caberia apenas observar que a placa atingiu recal-

ques excessivos para os níveis de tensões atingidos, sendo que o comportamento para níveis de tensões inferiores foi coerente.

4.2- Prova de Carga PC-1A-AC-(Figura 2)

Realizada em área de corte, em material argiloso e com valores médios de SPT.

Na figura 2 apresentamos os recalques observados na placa e os diferenciais de recalque das hastes, sondagem e deep-sounding correspondentes.

Pela análise dos resultados vemos uma grande discrepância entre o comportamento da placa e das hastes, provavelmente explicada por problemas de instalação ou de leitura nas hastes. Em comparação com os resultados anteriormente obtidos, notamos uma incoerência nos valores do módulo de deformabilidade.

Pela análise do deep-sounding e da sondagem o comportamento do solo deveria situar-se provavelmente entre as curvas obtidas.

4.3- Prova de Carga PC-03-ACI (Figura 3)

Realizada em área de corte, em material arenoso com valores médios de SPT.

Apresenta um comportamento razoavelmente coerente em termos de módulo de deformabilidade (E) em função da carga aplicada, apesar de se esperar valores maiores do módulo de deformabilidade para o solo em questão, baseado nos resultados de SPT da sondagem.

No cálculo do módulo de deformabilidade consideramos uma deformação inicial (-1,0mm) como correção para possíveis desvios na leitura dos defletômetros, baseados na interpretação do andamento geral da curva.

4.4- Prova de Carta PC-ACI/A5-09 (Figura 4)

Executada em área de corte, em material argiloso com valores baixos de SPT.

Observamos pela prova de carga que o solo "rompeu" durante a fase de estabilização com a carga de 7,5 kg/cm^2, comportando-se com coerência em estágios anteriores de carregamento.

Na interpretação da curva carga x recalque, consideramos uma deformação inicial (-1,5mm) como correção para o cálculo dos módulos de deformabilidade (E). O resultado obtido é coerente, visto tratar-se de um solo com baixo SPT e consistência mole a média.

4.5- Prova de Carga PC-ACI-12 (Figura 5)

Executada em área de corte, em material arenoso, com valores baixos de SPT.

O comportamento observado mostrou recalques elevados, resultando em módulos de deformabilidade um pouco abaixo do esperado para o material em questão e em comparação com as demais provas de carga apresentadas.

5. Interpretação dos dados disponíveis:

Apresentamos nas figuras 6 e 7, um resumo dos resultados obtidos, plotando os gráficos:

a) E vs. SPT e E vs. resistência de ponta (Rp) no EPE para os resultados obtidos em área de corte (Fig.6)
b) E vs. SPT e E vs. resistência de ponta no EPE para os resultados obtidos em área de aterro (Fig.7)

Como uma tentativa de correlação para os solos da área.

Pela análise das curvas notamos que para a região de aterro, a compressibilidade (E) parece não variar com a resistência, mantendo-se aproximadamente constante dentro de uma faixa de valores (gráficos E vs.SPT e E vs.Rp no EPE).

Para a regiaõ de corte, as curvas de E vs. SPT e E vs. Rp no EPE, apresentam uma tendência esperada de aumento do módulo de elasticidade com SPT e EPE.

Em termos de previsão de comportamento para os solos da região, em primeira aproximação, parece válido considerar o comportamento observado.

Com o recebimento de novos dados continuaremos a acompanhar este comportamento, sendo que enviaremos oportunamente a V.Sas. novas observações a esse respeito.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

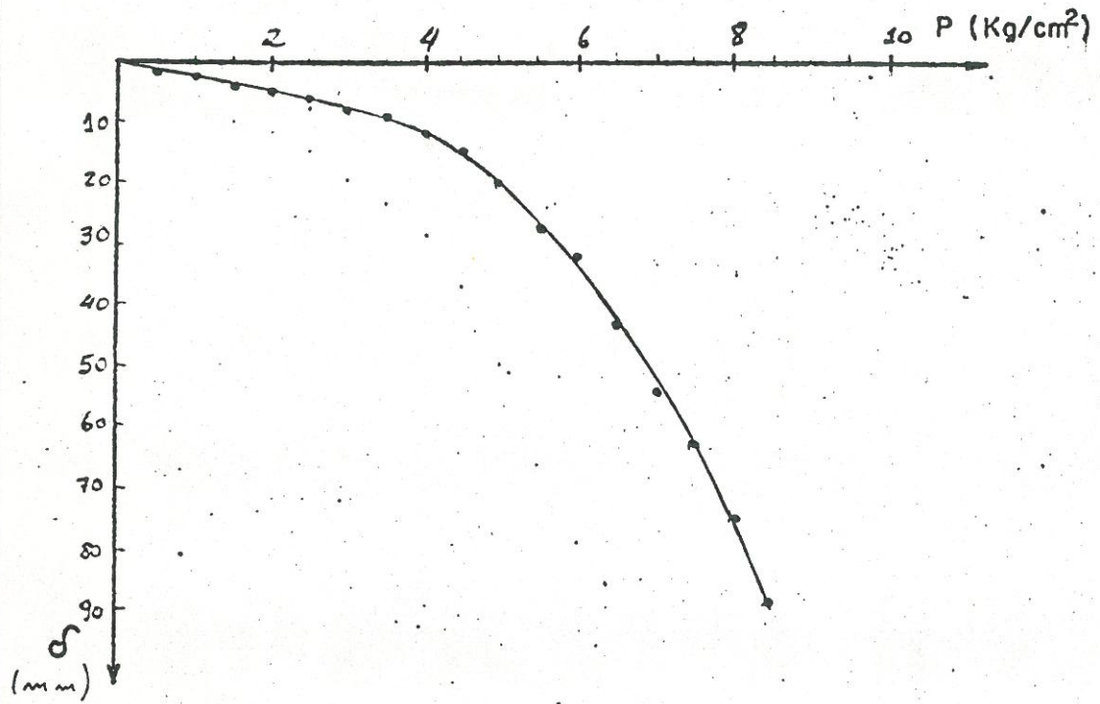
Victor F. B. de Mello

ENG. MARIO CEPOLLINA

anexo: 15 desenhos
MC/LR/ms

SP-SC-14

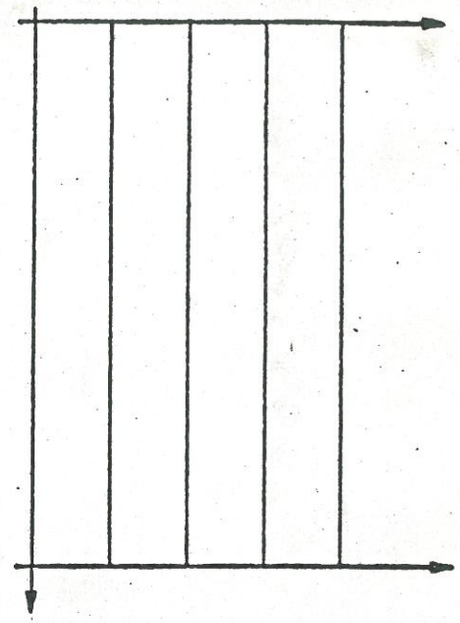
RECALQUE (δ) x CARGA



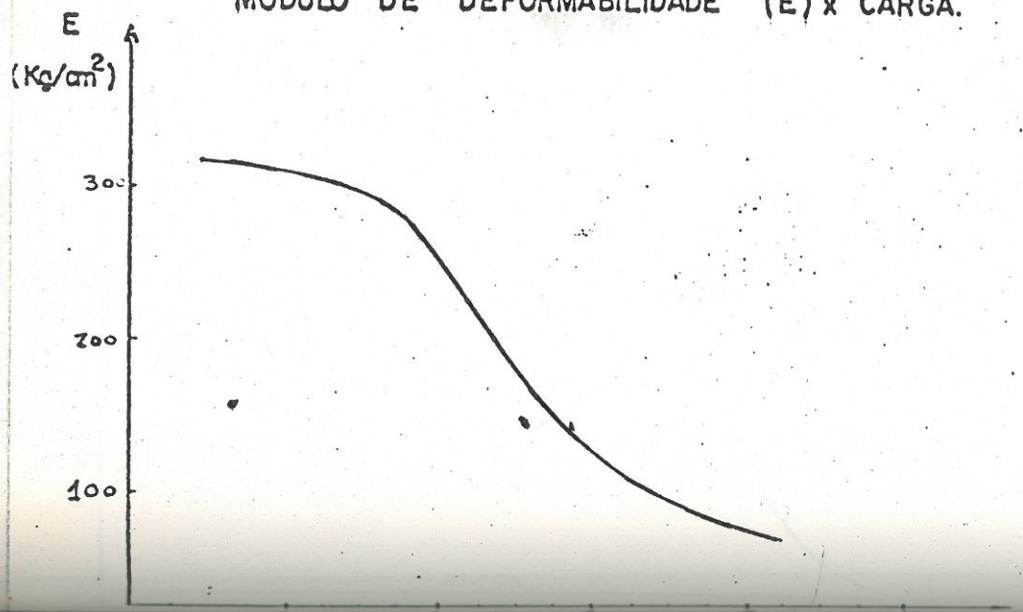
SPT-



EPE-



MODULO DE DEFORMABILIDADE (E) x CARGA.



LOCALIZAÇÃO DA PROVA DE CARGA PC-03 BILLET-MILL

N- 7.727.806,000

E- 631.404,505

LOCAL- BILLET-MILL

Ø PLACA- 80 cm

DIMENSÕES DA CAVA-

CARGA APLICADA- 42,5 ton

TAXA APLICADA AO SOLO- 8,5 Kg/cm²

INICIO DA PROVA- 20/4/79

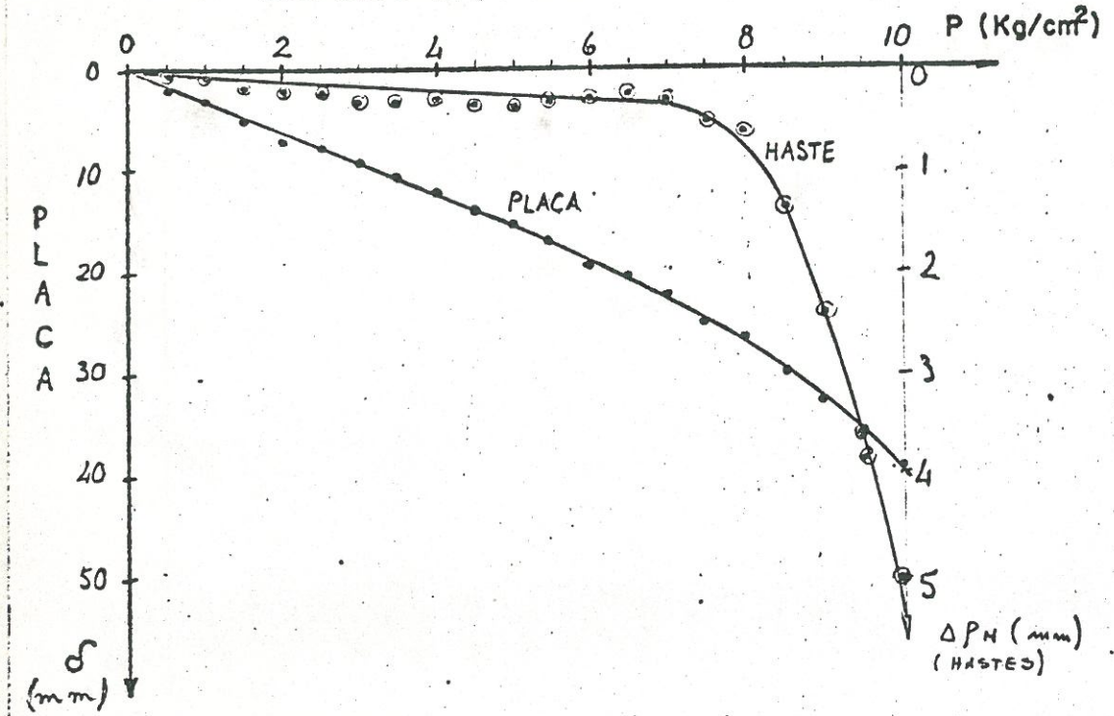
FIM DA PROVA- 21/4/79

ALTURA DE CORTE ≈ 10 m

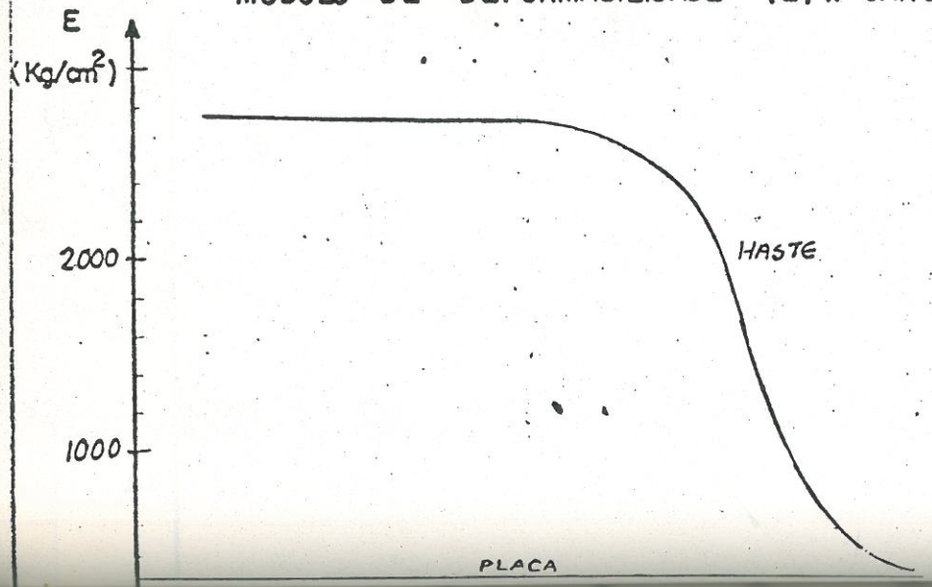
VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda.

FOLHA - RESUMO DE RESULTADOS E ANÁLISE DE

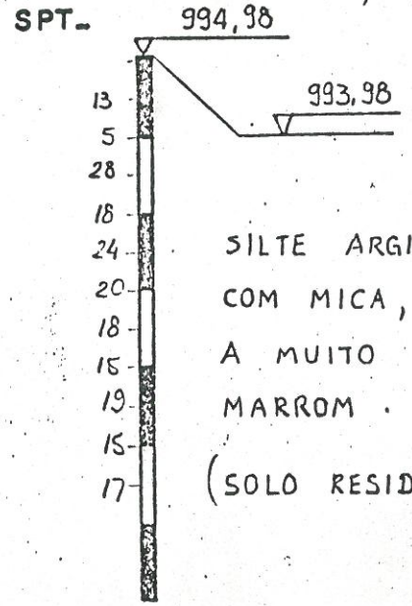
RECALQUE (δ) x CARGA

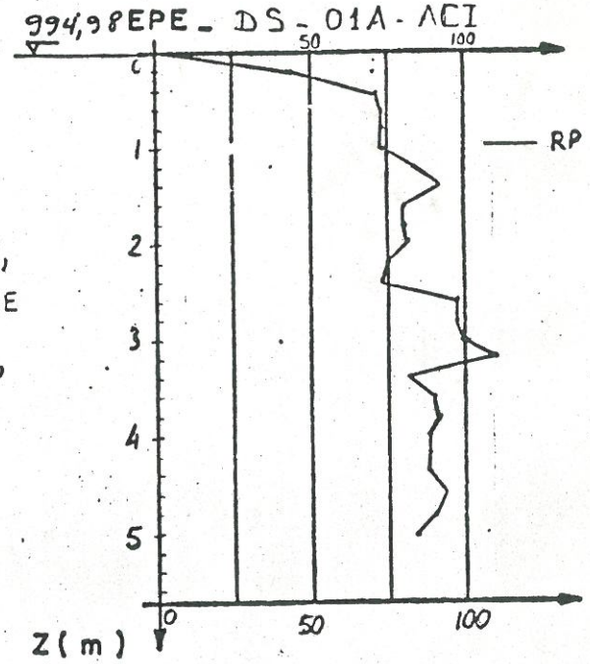


MODULO DE DEFORMABILIDADE (E) x CARGA.



SP - 619A - ACI / 13,2



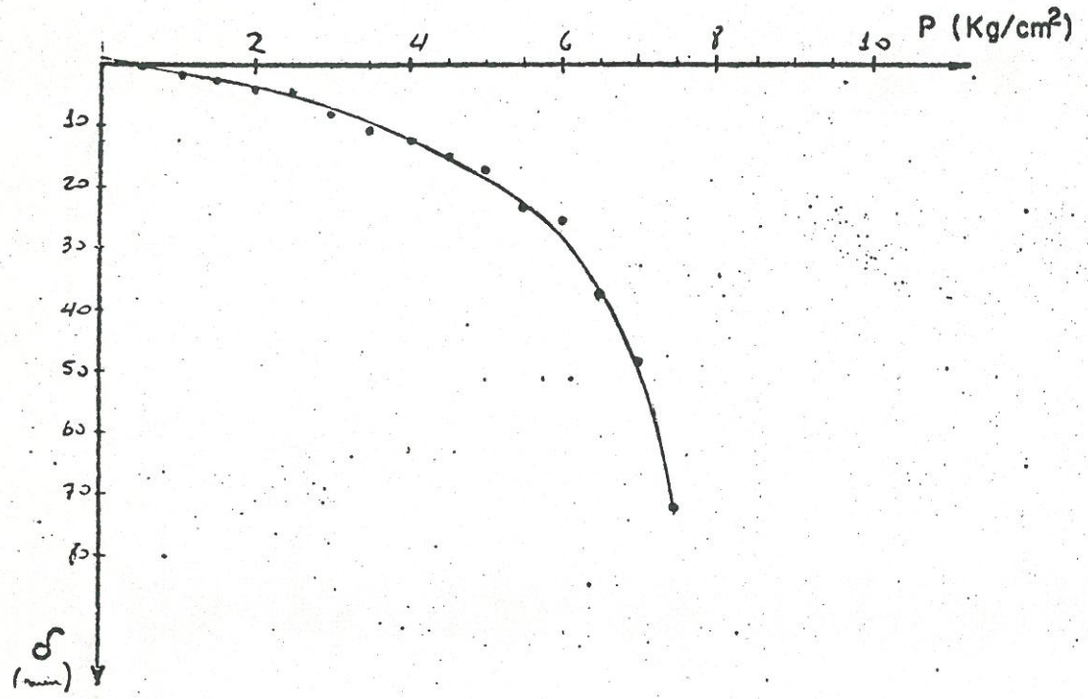


LOCALIZAÇÃO DA PROVA DE CARGA PC-1A-AC
N - 7.727.844,516
E - 630.574,696
LOCAL - ACIARIA
Ø PLACA - 80 cm
DIMENSÕES DA CAVA -
CARGA APLICADA - 50 t
TAXA APLICADA AO SOLO - 10 Kg/cm²
INICIO DA PROVA - 16/01/79 9:30 hs
FIM DA PROVA - 17/01/79 22:38 hs

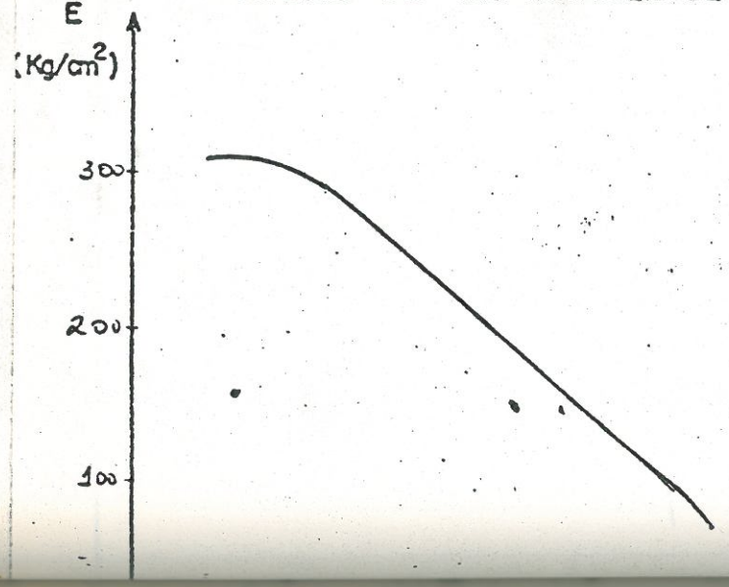
OBS: ALTURA DE CORTE ≃ 25 m

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda.

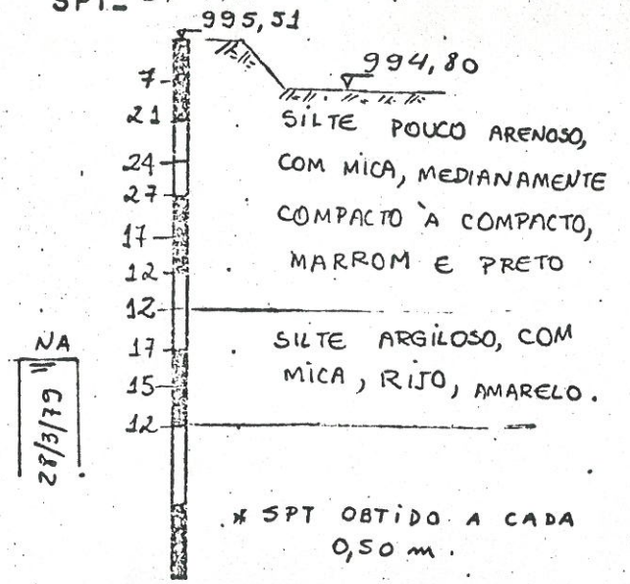
RECALQUE (δ) x CARGA



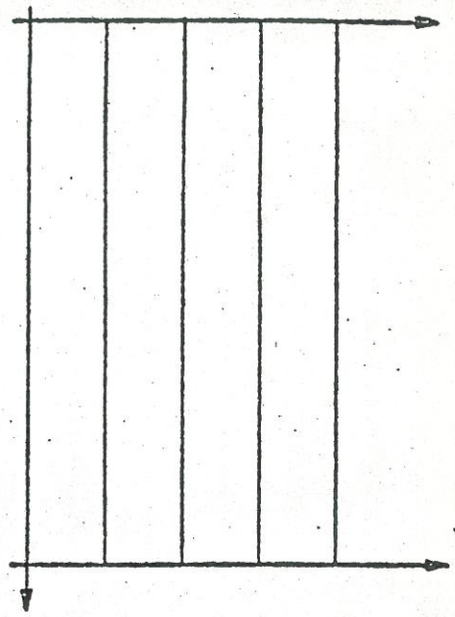
MODULO DE DEFORMABILIDADE (E) x CARGA.



SPT- SP-ACI-A3-04



EPE -



LOCALIZAÇÃO DA PROVA DE CARGA PC-03-ACI

N- 7.727.497,000

E- 630.395,850

LOCAL- ACIARIA

Ø PLACA- 80 cm

DIMENSÕES DA CAVA-

CARGA APLICADA- 37,5 ton

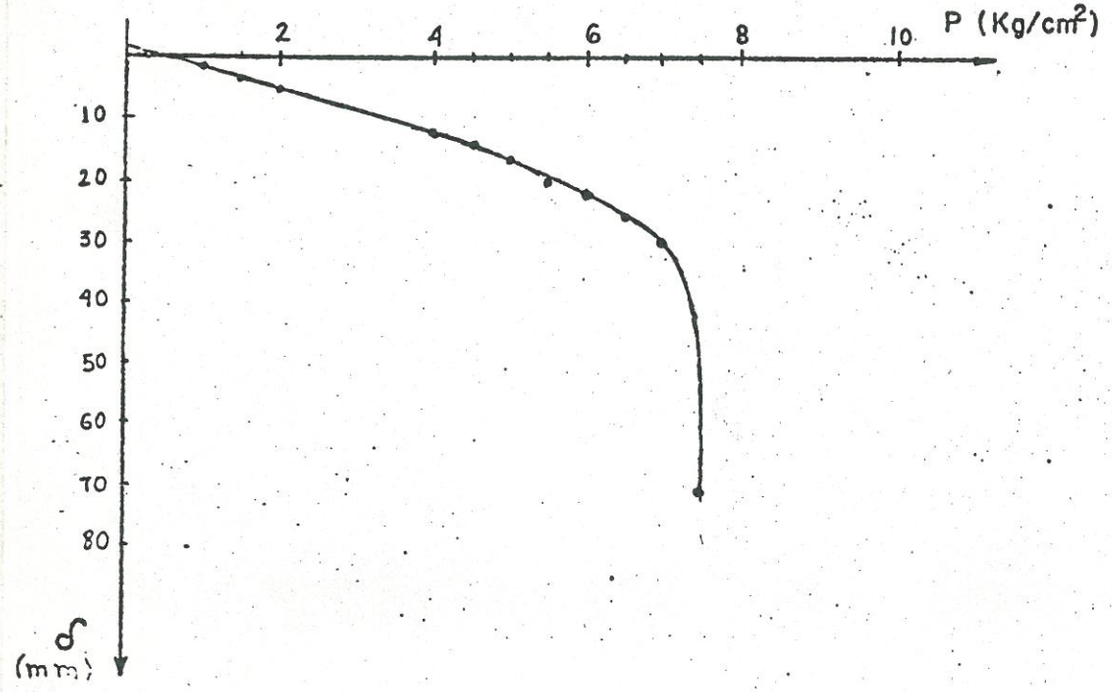
TAXA APLICADA AO SOLO- 7,5 Kg/cm²

INICIO DA PROVA- 30/5/79

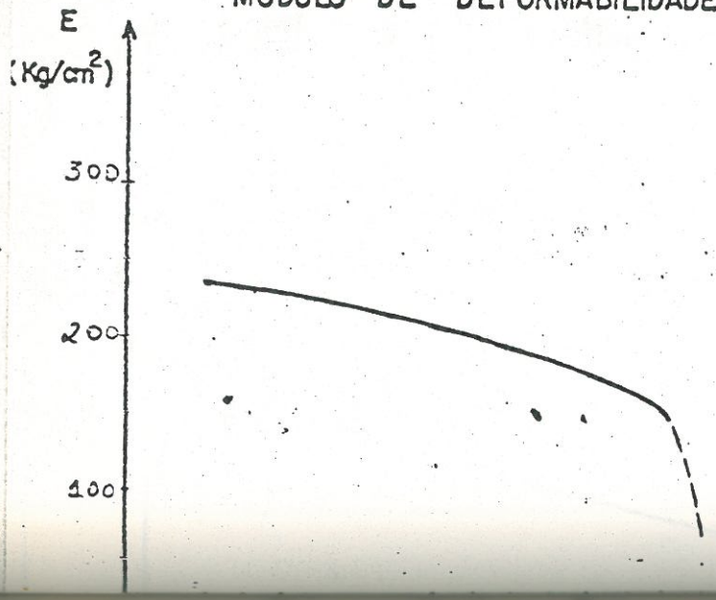
FIM DA PROVA- 31/5/79

ALTURA DE CORTE ≈ 25 m.

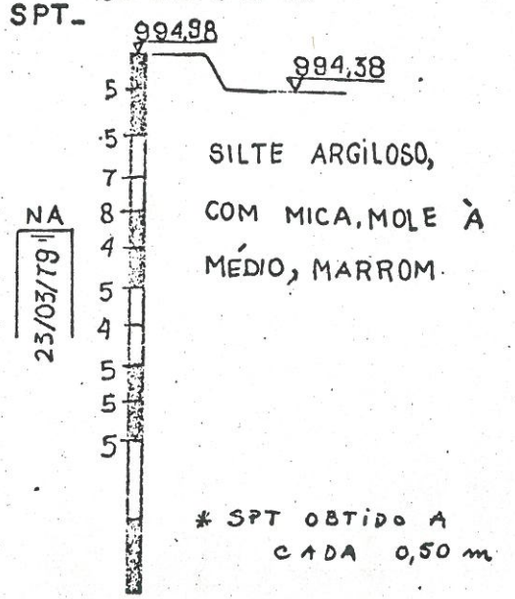
RECALQUE (δ) x CARGA

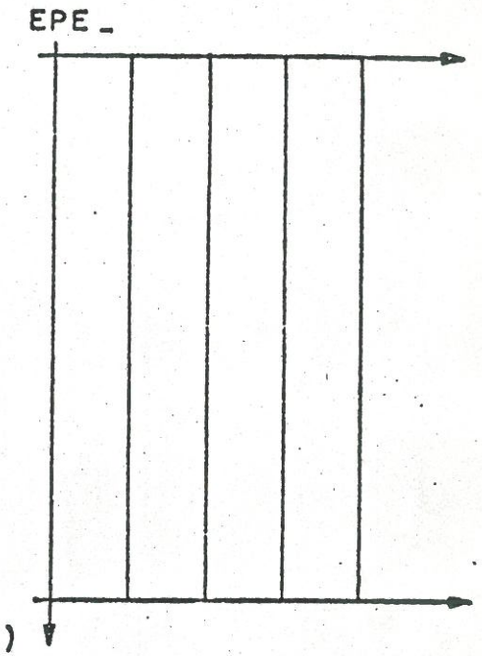


MODULO DE DEFORMABILIDADE (E) x CARGA.



SP-ACI/A5-09





LOCALIZAÇÃO DA PROVA DE CARGA PC-ACI/A5-09

N- 7.727.446,549

E- 630.520,088

LOCAL- ACIARIA

Ø PLACA- 80 Cm

DIMENSÕES DA CAVA-

CARGA APLICADA- 37.5 ton

TAXA APLICADA AO SOLO- 7.5 Kg/cm²

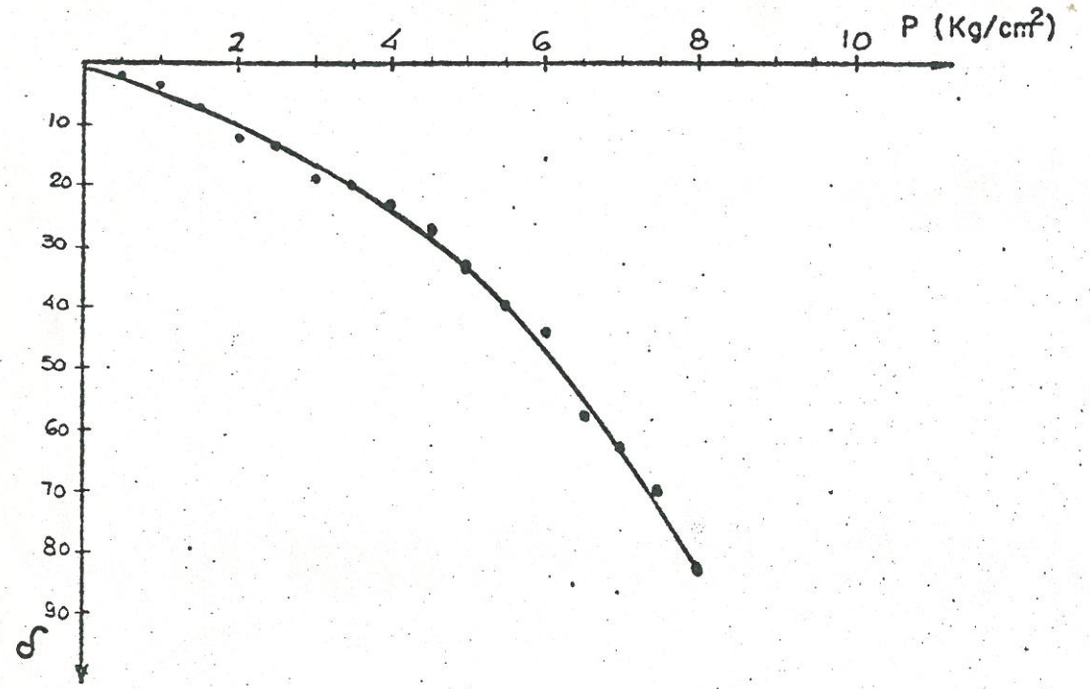
INICIO DA PROVA- 25/04/79

FIM DA PROVA- 25/04/79

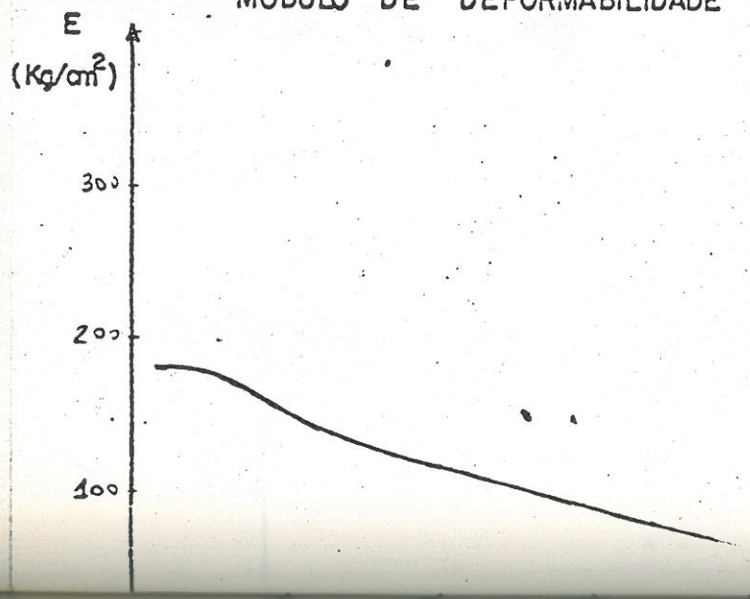
ALTURA DE CORTE ≈ 25 m

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda.

RECALQUE (δ) x CARGA

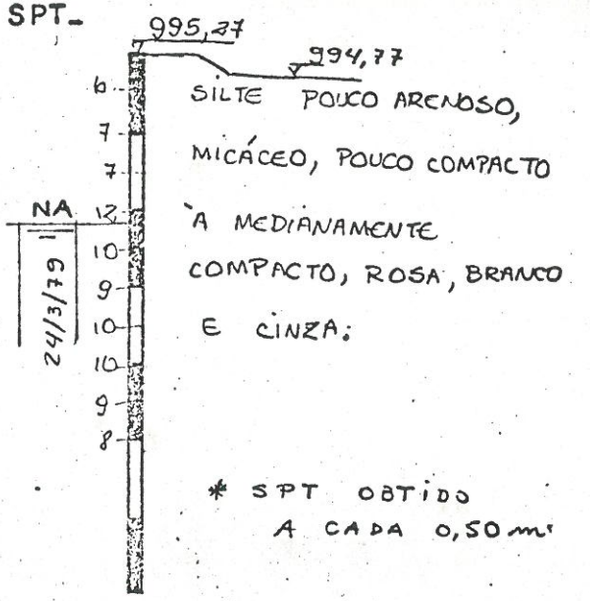


MODULO DE DEFORMABILIDADE (E) x CARGA.

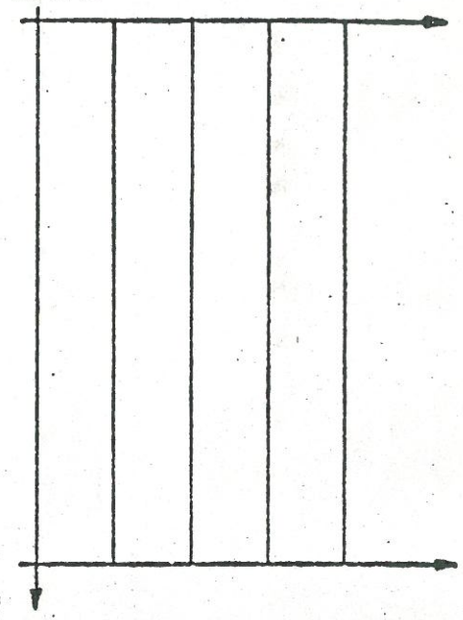


SP-ACI/A5-12

SPT-

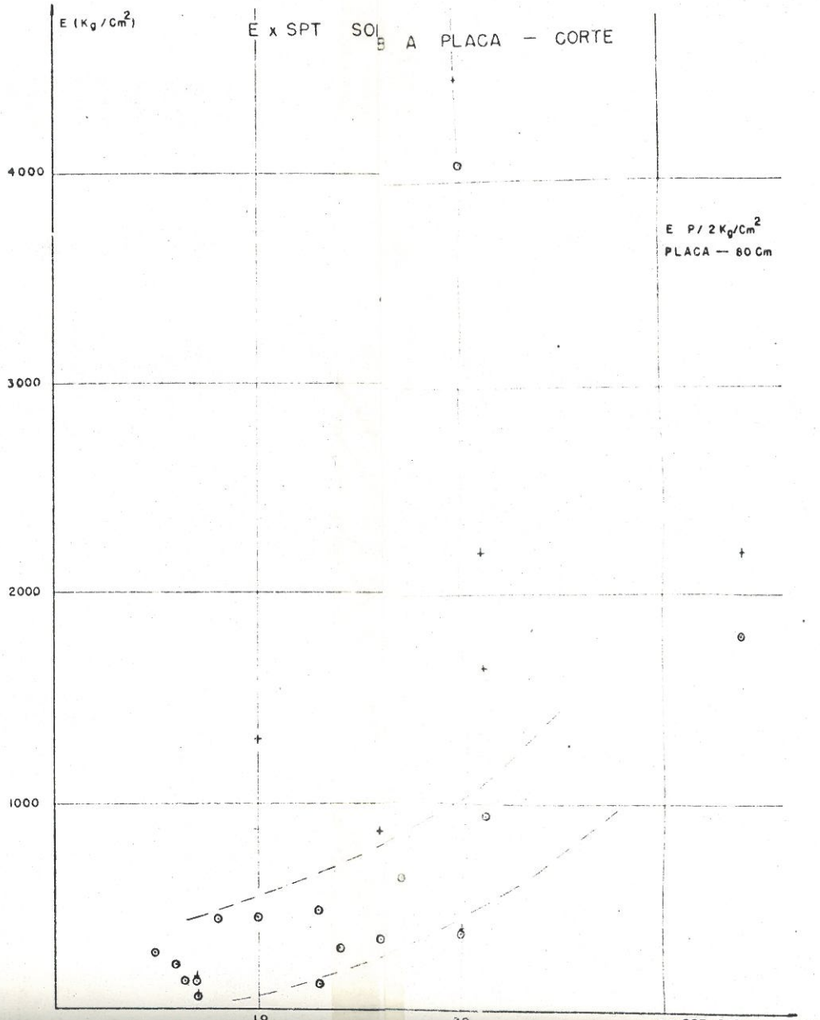


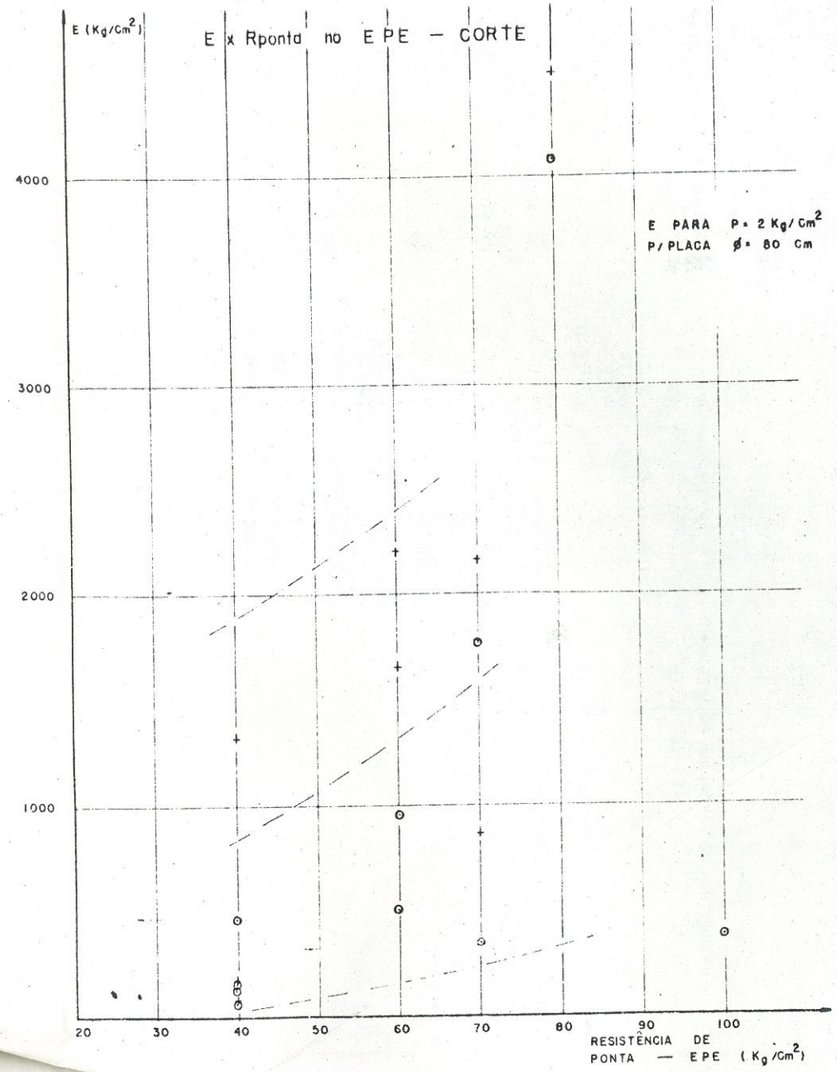
EPE-



LOCALIZAÇÃO DA PROVA DE CARGA PC-ACI-12
N- 7.727.497,902
E- 630.608,094
LOCAL- ACIARIA
Ø PLACA- 80 cm
DIMENSÕES DA CAVA-
CARGA APLICADA- 40 tom
TAXA APLICADA AO SOLO- 8,0 Kg/cm²
INICIO DA PROVA- 17/4/79
FIM DA PROVA- 19/4/79

ALTURA DE CORTE ≈ 10 m





LEGENDA:

⊙ E_{placa} – MÓDULO DE DEFORMABILIDADE CALCULADO A PARTIR DOS RECALQUES OBTIDOS PARA A PLACA

\+ E_{haste} – MÓDULO DE DEFORMABILIDADE CALCULADO A PARTIR DO DIFERENCIAL DE RECALQUES OBTIDO PARA AS HASTES

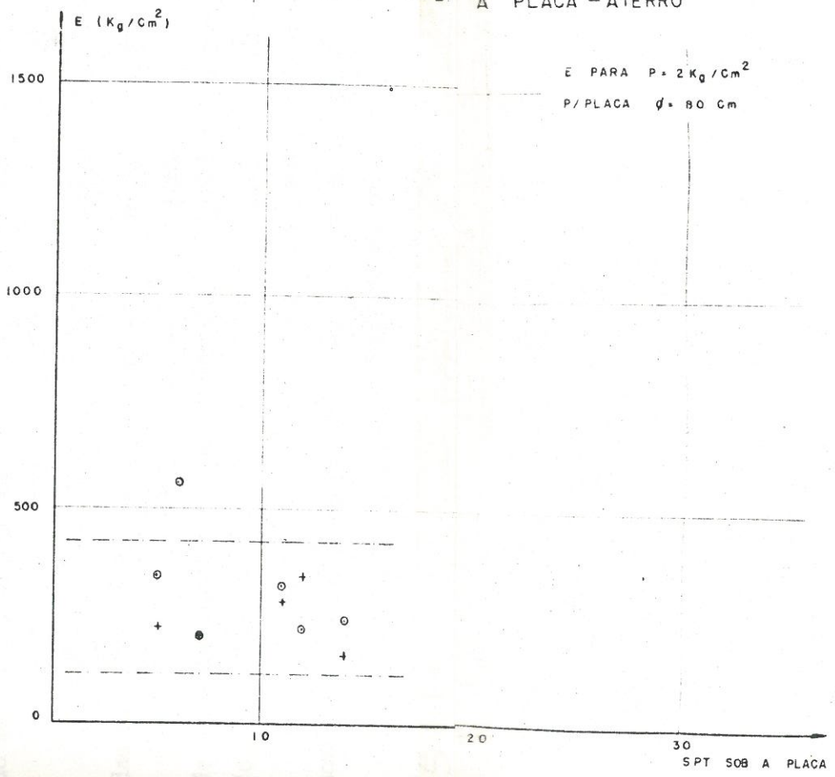
OBS:

1. A RESISTÊNCIA DE PONTA NO E P E PLOTADA FOI CONSIDERADA APROXIMADAMENTE EM UM PONTO MÉDIO NO BULBO DE TENSÕES CRIADO PELA PROVA DE CARGA

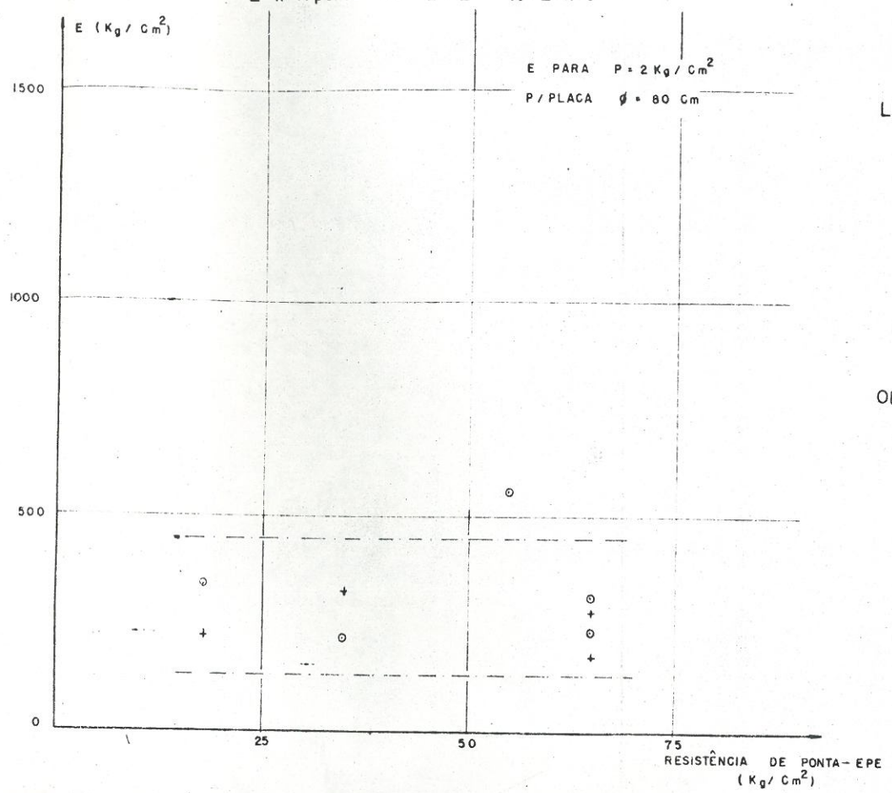
2. AS FIGURAS APRESENTAM TENTATIVAS DE CORRELAÇÃO PARA OS DADOS OBTIDOS

VICTOR F B DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda			
Interessado: ACOMINAS			
INTERPRETAÇÃO DAS PROVAS DE CARGA — ÁREAS DE CORTE			
Data: 10/07/79	Desenhado: TADASHI	Figura: 6	Código: ACO – 0907 79

E x SPT SOB A PLACA – ATERRO



E x Rponta no EPE – ATERRO



LEGENDA:

⊙ E_{placa} – MÓDULO DE DEFORMABILIDADE CALCULADO A PARTIR DOS RECALQUES OBTIDOS PARA A PLACA

\+ E_{haste} – MÓDULO DE DEFORMABILIDADE CALCULADO A PARTIR DO DIFERENCIAL DE RECALQUES OBTIDO PARA AS HASTES

OBS:

1. A RESISTÊNCIA DE PONTA NO EPE PLOTADA FOI CONSIDERADA APROXIMADAMENTE EM UM PONTO MÉDIO NO BULBO DE TENSÕES CRIADO PELA PROVA DE CARGA

2. AS FIGURAS APRESENTAM TENTATIVAS DE CORRELAÇÃO PARA OS DADOS OBTIDOS

VICTOR F.B DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda

Interessado: AÇOMINAS

INTERPRETAÇÃO DAS PROVAS DE CARGA – ÁREAS DE ATERRO

Data	Desenhado	Figura	Código
10/07/79	TADASHI	7	ACO-6-090779

IEEC

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-C-100779

São Paulo, 10 de Julho de 1979

17 JUL 1979 R 022523

ANEXO COM

TESTEMUNHAM CÓPIAS

IEE | IEEC | IEA

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: Material Recebido IEE-C-1385/79
Exame expedito - Comentários iniciais
Providências imediatas.

Prezados Senhores,

Tendo em mãos material de diferentes áreas da obra, recebidos através da remessa IEE-C-1385/79, passamos a uma rápida análise do material recebido, posicionando sempre que possível nossas recomendações e sugestões iniciais, assim como solicitando providências de V.Sas, quando se fizer necessário.

1. MEMO IOC/T-159/79

Presumimos que tais sondagens mistas tenham sido solicitadas pela Projetista para estimar o comprimento de estacas escavadas.

Recomendaríamos a V.Sas solicitar da Projetista o memorial de cálculo relacionando os resultados das sondagens mistas com a previsão do comprimento e com o comprimento real obtido das estacas escavadas.

2. Os demais ítens abaixo relacionados foram incorporados aos nossos estudos em andamento ou aos nossos arquivos para uso oportuno:

2.1- RESUMO DA REUNIÃO DE 20.06.79

2.2- DESENHO: IC00000-D-4042-C

2.3- MEMOS: IOC/T-160/79
161/79
162/79
163/79
164/79
165/79
IEA-C-005/79

6915
IEE-C
E-N/ARQUIVO

RECEBIDO
17 JUL 1979

Explicou Flávio p/ andamento providências 18/07/79

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente
VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

MC/CA/ms

CTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-120779

São Paulo, 12 de Julho de 1979

ANEXO COM

REJEDERAM COPIAS

IEE | IEEC | IEA

AQUMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

JUL 1979

Nº 6905

IEEC

IEE-N/ARQUIVO

Ref.: Material Recebido IEE-C-1433/79
Exame expedito - Comentários iniciais
Providências imediatas.

Prezados Senhores,

Tendo em mãos material de diferentes áreas da obra, recebidos através da remessa IEE-C-1433/79, passamos a uma rápida análise do material recebido, posicionando sempre que possível nossas recomendações e sugestões iniciais, assim como solicitando providências de V.Sas, quando se fizer necessário.

1.- CARTA ENGEVIX DE 28.06.79 - ref.: BH-3461

Será comentada se necessário, após a reunião do dia 12.07.79 entre V.Sas e este Escritório.

2.- Os ítens que seguem abaixo relacionados foram incorporados aos nossos estudos em andamento ou aos nossos arquivos para uso oportuno.

2.1- RELATÓRIOS: Geop/037/79
Geop/041/79
Geop/052/79
Geop/053/79

2.2- MEMOS: IOC/T-167/79
168/79
170/79
171/79
172/79
173/79
174/79
175/79

Eng. Flávio Lúcio
p/ conhecimento e providências
18/07/79

CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

176/79
180/79
181/79
182/79

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

P.S. No que se refere ao Memo IOC/T-167/79, solicitaríamos informações da programação existente sobre Provas de Carga em estacas pré-moldadas.

LG/CA/ms

IEZC

TOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-230779

São Paulo, 23 de Julho de 1979

27 JUL 1513 R 023849

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

F 317
RQ
-N/ARQUIVO

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

ANEXO COM
RECEBERAM CÓPIAS
IEZC IEZC IEP-D

Ref.: Torres de Combustão
Gasômetro - Pacote D-02

Prezados Senhores,

Conforme combinado em nossa reunião com V.Sas e Engevix, com referência ao assunto acima, entramos em contacto com a Estacas Franki, que nos forneceu os resultados de provas de carga a tração que encaminho anexo.

Fomos informados também que o que condiciona a adoção de carga de trabalho a tração é o comportamento da estaca como elemento estrutural, através da necessidade de limitação de fissuração do concreto, e não o comportamento do solo. O aumento de ferragem para diminuir a fissuração causa dificuldades de execução da estaca. Com isto, não é recomendado atingir as cargas de trabalho à tração que mencionamos na reunião (60t).

Em vista disto, poderá ser mais econômica a solução por estacas metálicas (que já dispõe de prova de carga a tração na área), ou tubulões.

Solicitamos a V.Sas que enviem cópias dos resultados anexos à Engevix, bem como da prova de carga a tração em estaca metálica.

Colocando-nos a disposição de V.Sas subscrevemo-nos mui

RECEBIDO
27 JUL 1979
ISE
SECRETARIA

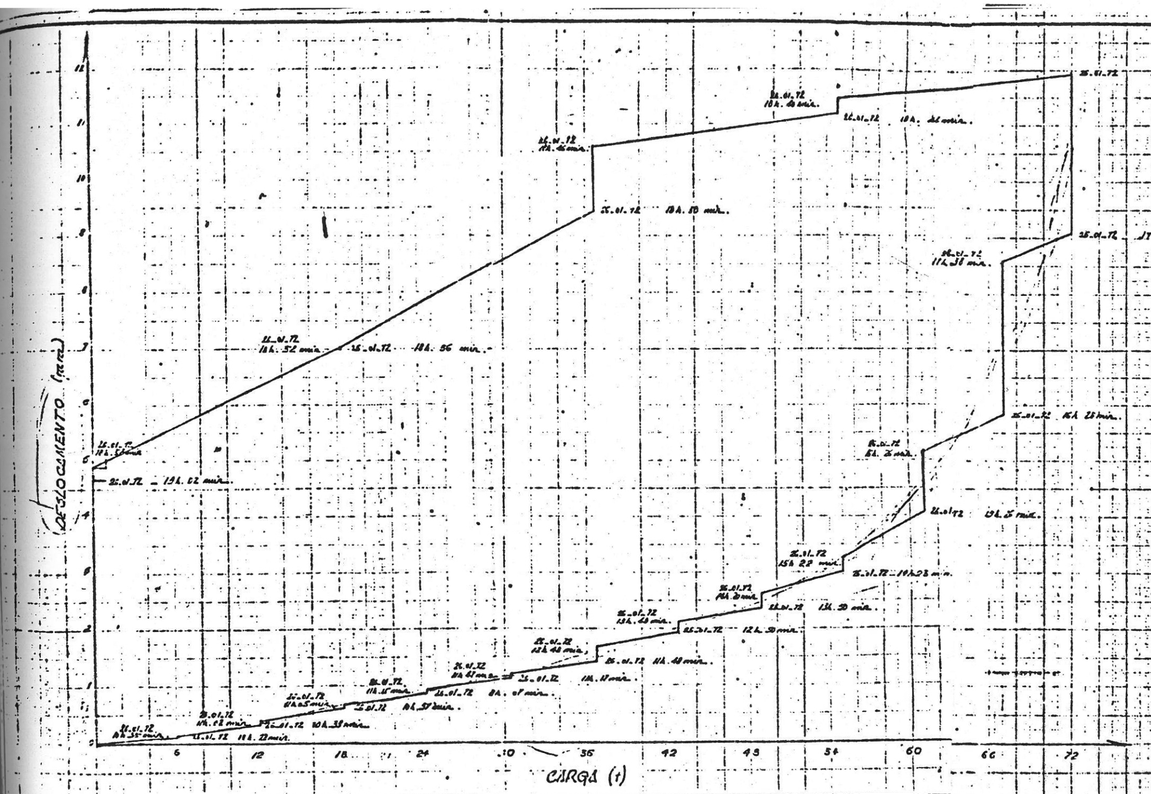
cópia
IEP-D
IOC-C
020 | BH
00020

Atenciosamente.

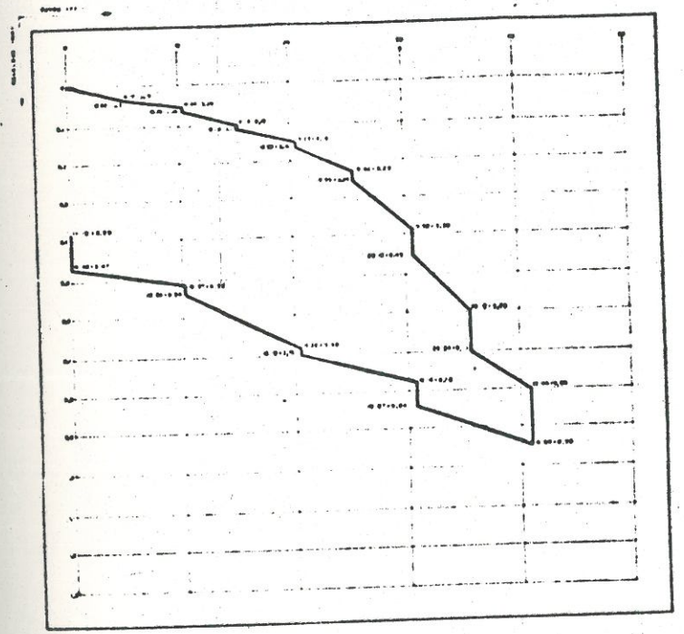
VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

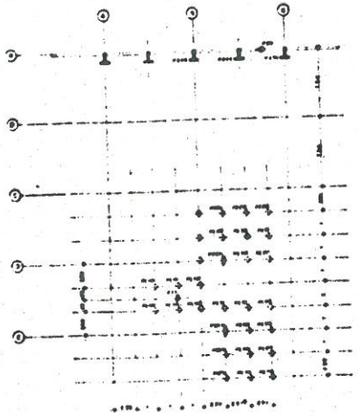
ENG. MARIO CEPOLLINA

Anexos: 4 cópias xerox de provas de carga.
MC/ms

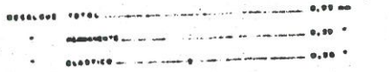

DESLOCAMENTO (mm.)
CARGA (t)
0
6
12
18
24
30
36
42
48
54
60
66
72
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39

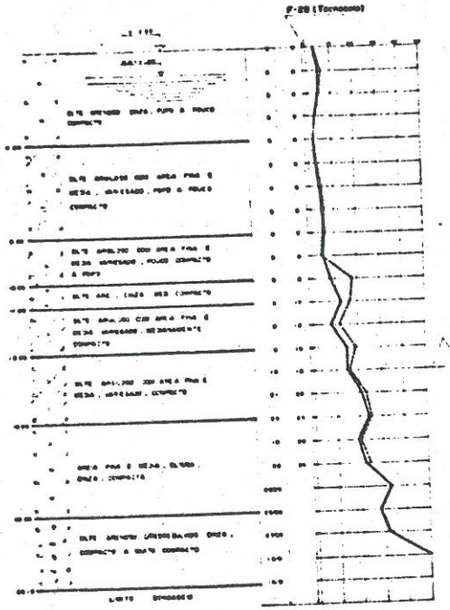
PROVA DE CARGA VERTICAL À TRAÇÃO



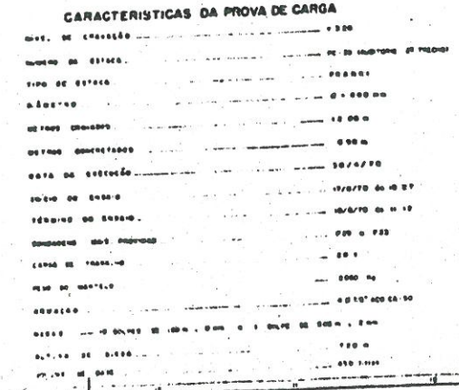


PLANTA DE LOCAÇÃO PC-30

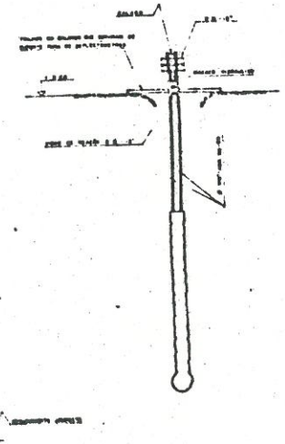


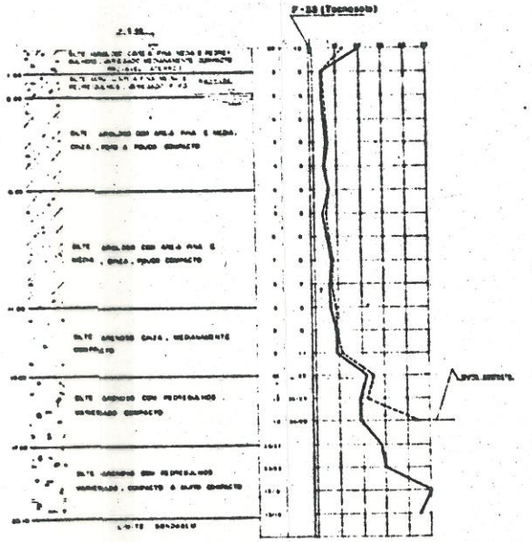


CARACTERISTICAS DA PROVA DE CARGA

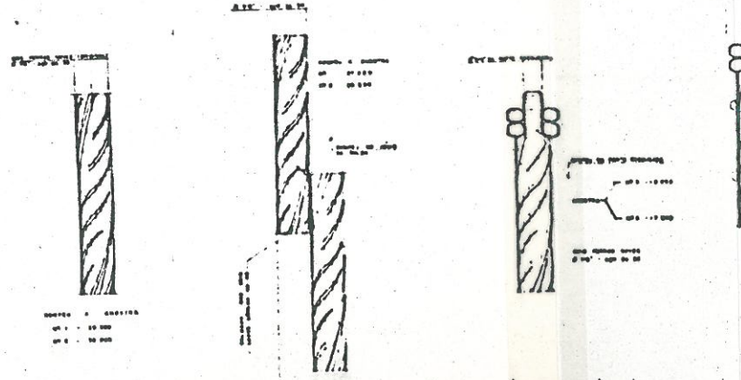


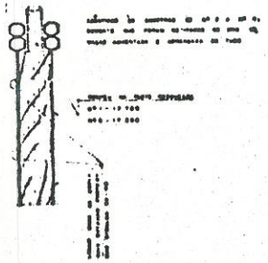
ESQUEMA DE MONTAGEM PC-30





ENSAIO DOS VERGALHÕES À TRAÇÃO PC-30





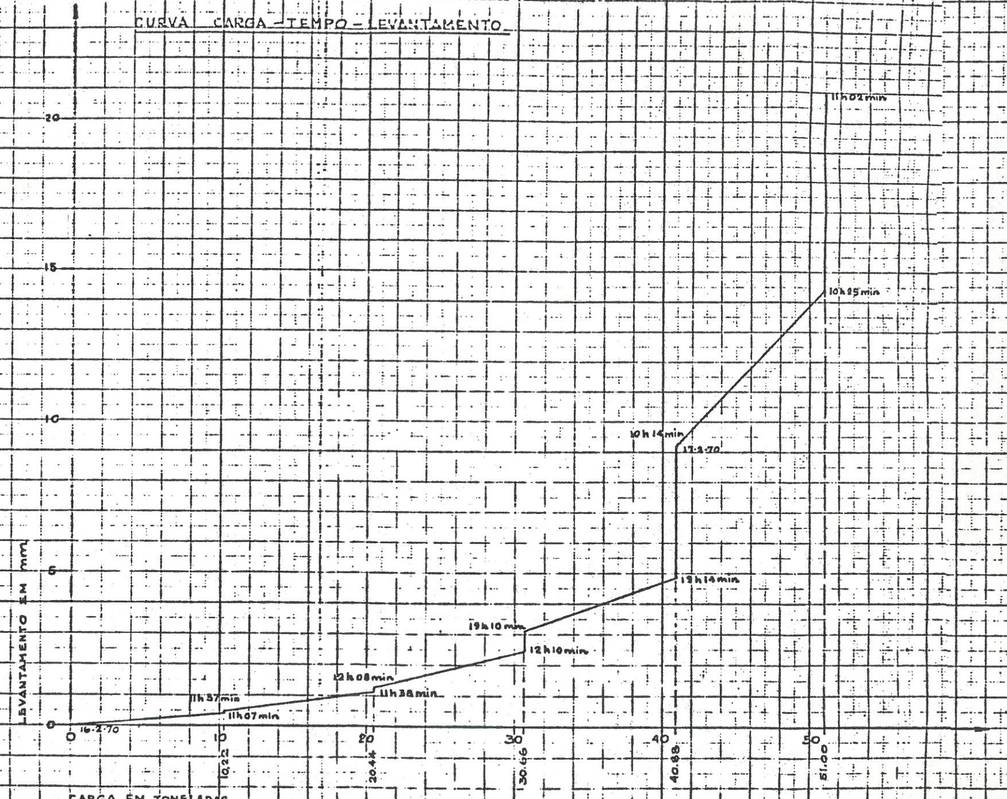
CENTRO DE EXPOSIÇÕES E CONVENÇÕES PERNAMBUCO — Desenho 376 002

PROVA DE CARGA PC-30 - AUDITÓRIO 2º TRECHO — Escala 1/50 — Folha 29056

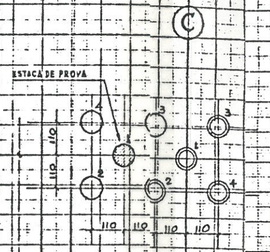
EMPRESA DE OBRAS PÚBLICAS DO ESTADO DE PERNAMBUCO

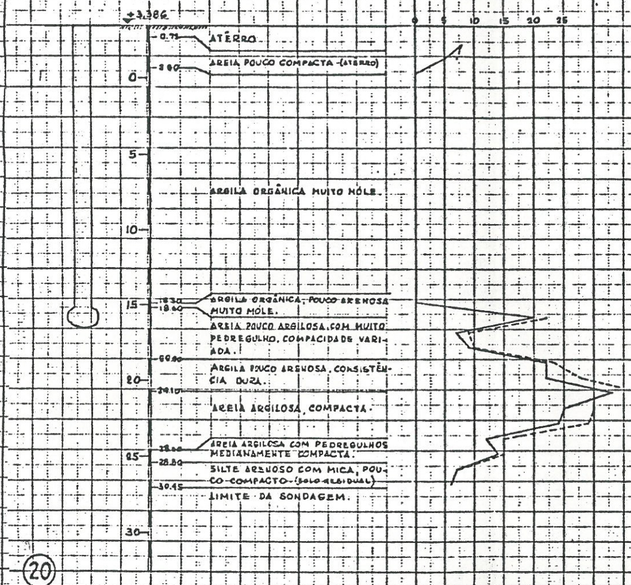
FRANKI

CURVA CARGA – TEMPO – LEVANTAMENTO



LOCAÇÃO DA ESTACA EM RELAÇÃO A SONDAGEM MAIS PROXIMA





20

DADOS TÉCNICOS

ESTACA FRANKI ϕ 520 mm – CRAVADA PARA TESTE
EXECUTADA em: 10-11-69.
METROS CRAVADOS: 18,50 m
BATE: 750 kilos
TRAÇO DO CONCRETO:

	CIMENTO (PARAISO)	50 kg.
	AREIA	96 Litros
	PEDRA 1	53 "
	PEDRA 2	53 "

NEGAS: 10 golpes de 1,00 m. – 15 mm
" " 2,00 m. – 10 mm
PESO DO PILÃO: 4.000 kg

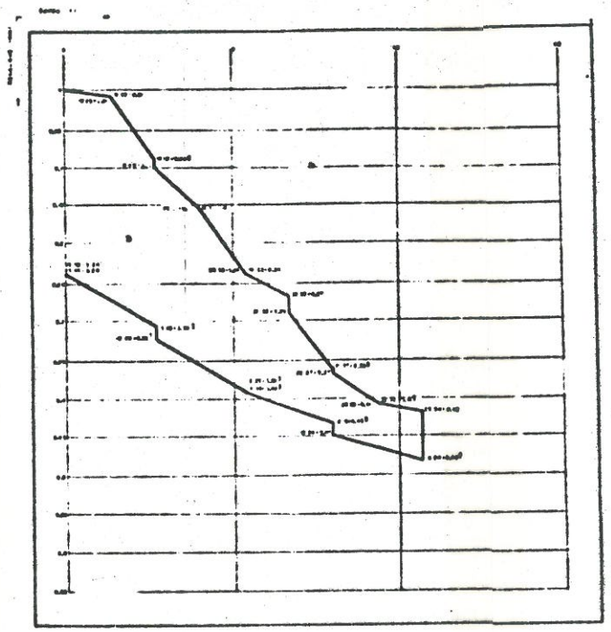
PROVA DE CARGA

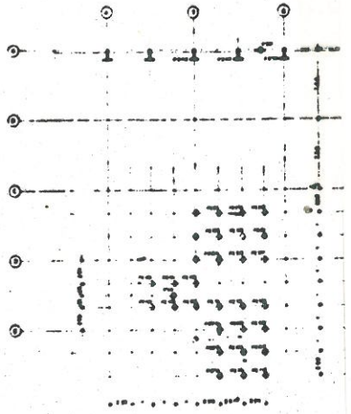
CARGA DE ENSAIO (TRAÇÃO): 51 t
INÍCIO 6-2-70 às 11h 07 min
FIM 17-2-70 às 11h 02 min
DURAÇÃO: 234,55 min.
LEVANTAMENTO: 20,98 mm.

CENTRAL ELÉTRICA DE FURNAS S.A.
TERMOELÉTRICA DE SANTA CRUZ
PROVA DE TRAÇÃO NA ESTACA "F1"

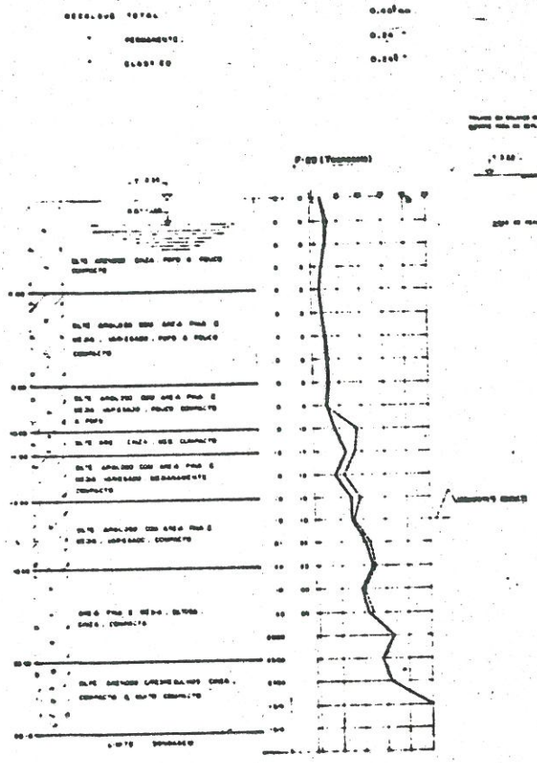
ESTACAS "FRANKI" Ltda.
OBRA GB. 1/3891 FOLHA 20.498
26-2-70

PROVA DE CARGA VERTICAL À TRAÇÃO





PLANTA DE LOCAÇÃO PC-66

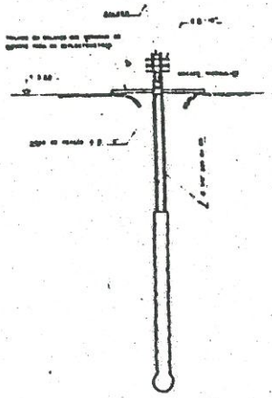


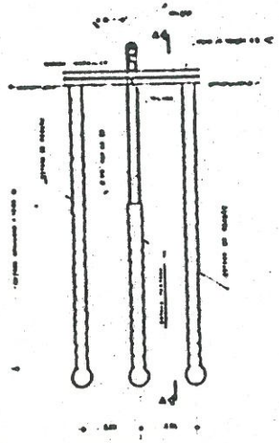
CARACTERISTICAS DA PROVA DE CARGA

ESQUEMA DE MONTAGEM PC-66

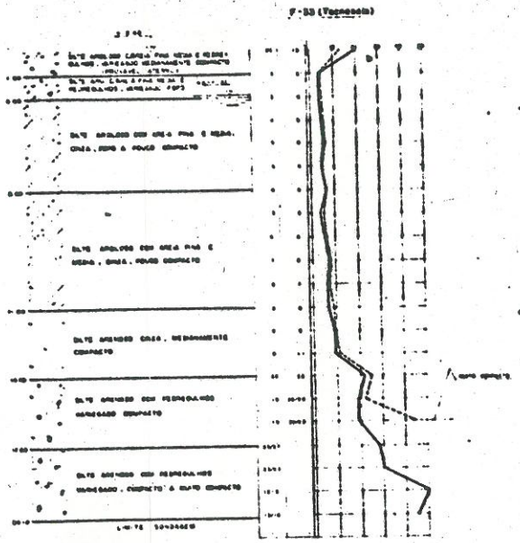
CORTE A-A

ELEVAÇÃO

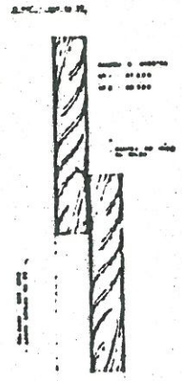


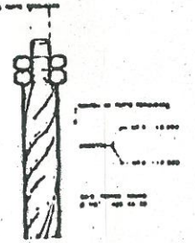


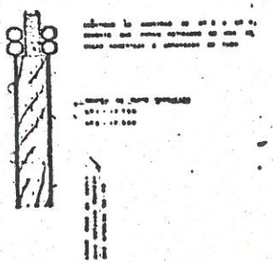
ENSAIO DOS VERGALHÕES À TRAÇÃO PC-66











OBRA: CENTRO DE EXPOSIÇÕES E CONVENÇÕES PERNAMBUCO	FOLHA: 376 808
TÍTULO: PROVA DE CARGA PC-66 - AUDITÓRIO 2º TRECHO	21065
PROJETO EMGEPE - EMPRESA DE OBRAS PÚBLICAS DO ESTADO DE PERNAMBUCO	

FRANKI

R F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA. AÇO-C-310779

São Paulo, 31 de Julho de 1979

ANEXO COM

REJEITARAM COPIAS

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

Nº 7566
IEEC

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: Material Recebido IEE-C-1834
Exame Expedito - Comentários iniciais
Providências Imediatas.

RECEBIDO
7 AGO 1979

Prezados Senhores,

Tendo recebido material de diferentes áreas da Usina, apressamo-nos a um exame expedito do mesmo, servindo-nos do presente para encaminhar a V.Sas. nossas recomendações iniciais assim como solicitar providências que se façam necessárias.

1. RELATÓRIOS:

1.1- BH-ACI-PC-191/78-20
BH-ACI-PC-191/78-21
BH-ACI-PC-191/78-22

Questionamos a finalidade destas 3 provas de carga (parte de que programa de ensaios seriam) uma vez que todas elas foram realizadas sobre uma camada de aterro de pequena espessura (≈ 1,5m). Teriam sido executadas para estudo das fundações dos pisos da Aciaria? Neste caso quais seriam os critérios de compactação da camada de aterro ensaiada?

Por que não foram utilizadas hastes embutidas no bulbo de tensões (conforme Programa Genérico) para melhor interpretação dos dados de ensaios?

2. MEMO IOC/T/238/79 - prova de carga sobre estaca Franki nº 99 - Turbo Sopradores.

Estamos preparando relatório síntese de prova de carga em estaca Franki que enviaremos em breve.

3. Os demais ítens desta remessa foram incluídos em nossos estudos em andamento ou aos nossos arquivos para uso oportuno.

3.1- Relatórios:

BH-LFB-SP-250/79
BH-GAS-SP-272/79-1
BH-LAM-SR-129/79-27
BH-SIN-SP-131/78-26
BH-PCV-PC-245/78-11
BH-ACI-SP-191/78-23
T- 12- A-AT-187/78-Junho/79
T- 09- B-AT-187/78-Junho/79
T- 21- AT-187/78-Junho/79

3.2- Desenhos:

1B02C06-G-4001-A
1B02C06-G-4000-C

3.3- Memos:

IOC/T/222/79
223/79
233/79
234/79
235/79
236/79
237/79
239/79
240/79

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente.

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

MC/CA/ms

F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA. AÇO-G-020879

São Paulo, 02 de Agôsto de 1979

7[illegible] 15362 024567

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

ANEXO COM
-5E
RECEBERAM CÓPIAS
5E | EEC | IEE

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: Ensaios de laboratório-Programa Genérico

Prezados Senhores,

De acordo com V. correspondência ISU-EE-1078, autorizando a executar os ensaios de laboratório nas amostras indeformadas provenientes das provas de carga do programa genérico, solicitamos ao IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A. que procedesse aos ensaios.

Damos agora em mãos os resultados apresentados por meio do Certificado Nº 570.921, que enviamos em anexo para V.Sas. em duas vias.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente.

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CEPOLLINA

RECEBIDO
- 7 AGO 1979
IEE
SECRETARIA

Nº 7567
IEEC
IEE-N/ARQUIVO

MC/ms

C
Dra

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

IPT

Certificado Nº 570.921

Material Entregue: Amostras deformadas e indeformadas tipo bloco, de solos provenientes da região de Ouro Branco - M.G.

Natureza do Trabalho: Ensaios de caracterização, compactação, adensamento e triaxiais lentos.

Interessado: Victor F.B.de Mello & Associados S/C Ltda.

Apresentam-se neste Certificado os resultados de ensaios geotécnicos de laboratório, realizados sobre as amostras discriminadas na Tabela I, anexa, onde se apresentam também os valores das massas específicas aparentes e umidades, das amostras indeformadas.

I. ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO

A preparação das amostras, os limites de Atterberg e as distribuições granulométricas, foram executados de acordo com os métodos MB-27, MB-30, MB-31 e MB-32 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), dos quais se apresentam cópias em anexo.

As densidades dos grãos foram determinadas de acordo com o método MB-28 da ABNT, à exceção dos ítens 2c), 2e), 2f) e 4j). Os picnômetros utilizados tinham capacidade de 1000ml, o termômetro era graduado em 0,1°C e a balança permitia pesar 1,6kg, sensível a 0,01 g. A determinação do peso de solo seco (P_s), foi realizada antes do ensaio, através da determinação do peso de solo úmido e respectiva umidade.

Apresentação dos Resultados

Nos desenhos de nºs 1 e 2, anexos, apresentam-se as curvas granulométricas e os demais resultados obtidos.

II. ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO

Os ensaios de compactação foram realizados sem secagem prévia nem reuso do material, de acordo com a metodologia descri

ta em anexo.

Apresentação dos Resultados

Nos desenhos de nºs 3 a 7, anexos, apresentam-se as curvas de compactação obtidas e os valores da massa específica aparente seca máxima e umidade ótima.

III. ENSAIOS DE ADENSAMENTO

Foram realizados 5 (cinco) ensaios de adensamento, de acordo com a metodologia descrita em anexo.

Apresentação dos Resultados

Os resultados obtidos encontram-se nos desenhos de nºs 8 a 12, anexos, nos quais se apresentam as curvas de variação do índice de vazios em função do logarítmo das pressões, bem como tabelas com os índices físicos iniciais dos corpos de prova.

Na Tabela II, anexa, apresentam-se os valores dos índices físicos finais de cada corpo de prova.

IV. ENSAIOS TRIAXIAIS LENTOS

Foram realizadas 5 (cinco) séries de ensaios triaxiais lentos, nas pressões confinantes de 98, 294 e 490 kN/m^2 (1,0; 3,0 e 5,0 kg/cm^2), segundo a metodologia apresentada em anexo.

Apresentação dos Resultados

Nos desenhos de nºs 13 a 17, anexos, apresentam-se:

- gráficos de acréscimo de pressão axial em função da deformação específica axial;
- círculos de Mohr em termos de pressões totais (efetivas), para os pontos de máximo acréscimo de pressão axial;

AV. PROF. ALMEIDA PRADO, 532 — TELS. 268-2211 - 268-2212 — CEP 05508 — CIDADE UNIVERSITÁRIA — SÃO PAULO
AV. CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

ta em anexo.

Apresentação dos Resultados

Nos desenhos de nºs 3 a 7, anexos, apresentam-se as curvas de compactação obtidas e os valores da massa específica aparente seca máxima e umidade ótima.

III. ENSAIOS DE ADENSAMENTO

Foram realizados 5 (cinco) ensaios de adensamento de acordo com a metodologia descrita em anexo.

Apresentação dos Resultados

Os resultados obtidos encontram-se nos desenhos de nºs 8 a 12, anexos, nos quais se apresentam as curvas de variação do índice de vazios em função do logarítmo das pressões, bem como tabelas com os índices físicos iniciais dos corpos de prova.

Na Tabela II, anexa, apresentam-se os valores dos índices físicos finais de cada corpo de prova.

IV. ENSAIOS TRIAXIAIS LENTOS

Foram realizadas 5 (cinco) séries de ensaios triaxiais lentos, nas pressões confinantes de 98, 294 e 490 kN/m^2 (1,0; 3,0 e 5,0 kg/cm^2), segundo a metodologia apresentada em anexo.

Apresentação dos Resultados

Nos desenhos de nºs 13 a 17, anexos, apresentam-se:

- gráficos de acréscimo de pressão axial em função da deformação específica axial;
- círculos de Mohr em termos de pressões totais (efetivas), para os pontos de máximo acréscimo de pressão axial;

199-30.000-4/77

- índices físicos iniciais dos corpos de prova; e
- croquis dos corpos de prova após a ruptura.

Na tabela III, anexa, apresentam-se os valores dos índices físicos finais de cada corpo de prova.

São Paulo, 31 de julho de 1.979.

DIVISÃO DE ENGENHARIA CIVIL
Agrupamento de Geotecnia

JOSÉ LUIZ R. ROCHA
Engenheiro Responsável

FAIÇAL MASSAD
Chefe

Rim.199-30.000-4/77

TABELA 1

IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS

AMOSTRA	PROVA DE CARGA	TIPO DE AMOSTRA	PROF. (m)	UMIDADE NATURAL* (%)	MASSA ESPECÍFICA APARENTE NATURAL * (g/cm^3)
BL-AC-05	PC-02-AC	INDEFORMADA	0,50-0,75	18,5	1,932
BL-AC-16	PC-04-AC		1,30-1,55	34,8	1,899
BL-AC-14	PC-05-AC		1,30-1,55	37,4	1,864
BL-AC-09	PC-08-AC		0,50-0,75	35,1	1,821
BL-SIN-02	PC-01-AC		1,30-1,55	33,8	1,748
AC-05	-	DEFORMADA	-	-	-
AC-16	-		-	-	-
AC-14	-		-	-	-
AC-09	-		-	-	-
SIN-02	-		-	-	-

* Os valores da umidade natural e massa específica aparente natural, são as médias de quatro determinações.

Continuação do Certificado Nº 570.921

A CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

TABELA II

ÍNDICES FÍSICOS FINAIS - ENSAIOS DE ADENSAMENTO

Amostra	Determinação	h (%)	γ_n (g/cm^3)	e	S (%)
BL - AC - 05	I	13,20	1,892	0,609	58
	II	12,97	1,898	0,601	58
BL - AC - 16	I	27,38	1,953	0,898	89
	II	27,35	1,967	0,884	90
BL - AC - 14	I	29,47	1,945	0,950	91
	II	32,10	1,925	1,011	93
BL - AC - 09	I	28,32	1,982	0,819	97
	II	28,43	1,949	0,852	94
BL-SIN-02	I	26,59	1,925	0,894	86
	II	27,24	1,953	0,876	90

n.199-30.000-4/77

TABELA III

Índices Físicos Finais - Ensaios Triaxiais Lentos

AMOSTRA	pressão confinante (kg/cm2)	DETERMINAÇÃO	h (%)	γ_n (g/cm^3)	e (-)	S (%)
BL-AC-05	1,0	I	Furou a membrana			
		II				
	3,0	I	19,28	1,946	0,649	80
		II	18,49	1,951	0,634	78
	5,0	I	15,10	1,953	0,584	70
		II	18,54	1,971	0,618	81
BL-AC-16	1,0	I	Furou a membrana			
		II				
	3,0	I				
		II				
	5,0	I	29,45	1,922	0,960	89
		II	30,25	1,906	0,989	89
BL-AC-14	1,0	I	38,52	1,827	1,221	92
		II	37,42	1,828	1,203	91
	3,0	I	33,86	1,872	1,095	91
		II	35,29	1,848	1,145	90
	5,0	I	29,93	1,889	1,015	86
		II	31,15	1,867	1,058	86
BL-AC-09	1,0	I	28,63	1,901	0,901	89
		II	32,08	1,891	0,963	94
	3,0	I	Furou a membrana			
		II				
	5,0	I				
		II				
BL-SIN-02	1,0	I	46,56	1,709	1,468	91
		II	36,93	1,826	1,160	92
	3,0	I	39,05	1,767	1,265	89
		II	32,02	1,795	1,118	82
	5,0	I	26,94	1,896	0,928	84
		II	28,04	1,891	0,950	85

nm.199-30.000-4/77

Temas P-NB-27/77

Preparação de Amostras de Solo para Ensaio Normal de Compactação e Ensaios de Caracterização

MÉTODO BRASILEIRO

MB – 27

OBJETIVO

1. *a*) Este Método fixa o modo pelo qual se procede a preparação das amostras de solos para o ensaio normal de compactação e os seguintes ensaios de caracterização: análise granulométrica e determinação dos limites de liquidez, plasticidade e contração e da massa específica dos grãos do solo.

APARELHAGEM

2. A aparelhagem necessária é a seguinte:

a) almofariz e mão recoberta de borracha;

b) repartidor de amostras;

c) balança que permita pesar 5 kg, sensível a 5 g;

d) balança que permita pesar 1 kg, sensível a 0,1 g;

e) peneiras de 4,8, de 2,0 e 0,42 mm, de acôrdo com a especificação para "Peneiras de malhas quadradas para análise granulométrica de solos" (EB-22).

AMOSTRA PARA ENSAIO NORMAL DE COMPACTAÇÃO

3. Com o material recebido opera-se da seguinte forma:

a) seca-se ao ar, desmancham-se os torrões e, em seguida, homogeneiza-se cuidadosamente;

b) reduz-se todo o material, com o auxílio do repartidor de amostras ou pelo quarteamento, até se obter u'a amostra representativa de cêrca de 3 kg de material que passa na peneira de 4,8mm;

c) passa-se essa amostra na peneira de 4,8mm, tomando-se a precaução de desmanchar todos os torrões que ainda existam eventualmente, de modo a assegurar a retenção na peneira sòmente de grão maiores que a abertura da malha;

d) lava-se a parte retida na peneira de 4,8mm a fim de eliminar o material fino ainda aderente e seca-se em estufa a 105°-110°C até constância de pêso. Pesa-se com aproximação de 5 g;

e) homogeneiza-se cuidadosamente o material que passa na peneira de 4,8mm e tomam-se cêrca de 50g para a determinação de sua umidade higroscópica. Pesa-se essa amostra, seca-se em estufa até constância de pêso e pesa-se novamente; essas pesadas deverão ser feitas com aproximação de 0,1g.

AMOSTRA PARA ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO

4. *Operações preliminares.* Com o material recebido opera-se da seguinte forma:

a) seca-se ao ar, desmancham-se os torrões e, em seguida, homogeneiza-se cuidadosamente;

b) reduz-se todo o material, com o auxílio do repartidor de amostras ou pelo quarteamento, até se obter u'a amostra representativa com o pêso necessário para se executarem os ensaios desejados;

c) pesa-se esta amostra com aproximação de 5g e anota-se como pêso da amostra sêca ao ar;

d) passa-se esta amostra na peneira de 2,0mm, tomando-se a precaução de desmanchar, no almofariz, todos os torrões que ainda existam eventualmente, de modo a assegurar a rentenção na peneira sòmente dos grãos maiores que a abertura da malha;

e) tomam-se cêrca de 50g do material que passa na peneira de 2,0mm para a determinação da umidade higroscópica (1).

AMOSTRA PARA ANÁLISE GRANULOMÉTRICA E PARA DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS DE SOLOS

5. *a*) Lava-se a parte retida na peneira de 2,0mm, a fim de eliminar o material fino aderente, e seca-se em estufa a 105°-110°C, até constância de pêso. O material assim obtido servirá para a análise granulométrica.

b) Do material que passa na peneira de 2,0mm, (item 4-d) retira-se, com auxílio do repartidor de amostras ou pelo quarteamento, uma fração de cerca de 250g, que servirá para a análise granulométrica (material fino) e para a determinação da massa específica dos grãos de solos.

AMOSTRA PARA DETERMINAÇÃO DOS LIMITES DE LIQUIDEZ, PLASTICIDADE E CONTRAÇÃO

6. *a*) Passa-se a fração restante da operação indicada no item 5-b na peneira de 0,42 mm, tomando-se a precaução de desmanchar, no almofariz, todos os torrões que ainda existam eventualmente, de modo a assegurar a retenção na peneira sòmente dos grãos maiores que a abertura da malha.

b) Do material que passa na peneira de 0,42mm, retira-se, com o auxílio do repartidor de amostras ou pelo quarteamento, uma fração de cêrca de 200g, que constitui a amostra desejada.

---

(1) Determina-se a umidade pela fórmula:

$$h = \frac{P_h - P_s}{P_s} \times 100$$

em que h é o teor de umidade em porcentagem P_h é o pêso do material úmido e P_s, o do material sêco em estufa a 105°-110°C, até constância de pêso. Fazem-se as pesagens com aproximação de 0,1 g.

Seção de Especificações
I. P. T.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

SEDE: RIO DE JANEIRO, Av. Alm. Barroso, 54 gr. 1505 — ZC-37, GB. — DELEGACIAS: FORTALEZA, Av. da Universidade, 2486 — Grama; RECIFE, Av. Conde da Boa Vista, 423; CAMPINA GRANDE, Av. Aprigio Veloso, 862; SALVADOR, Av. Joana Angelica, 8 - 1.º s/5; BELO HORIZONTE, R. da Bahia, 1148 s/1007/11; SÃO PAULO, R. Marques de Itu, 88 - 5.º. CURITIBA, Caixa Postal, 1083; JOINVILLE, Av. Cel. Procopio Gomes, 880 PORTO ALEGRE, Av. Oswaldo Aranha, 271; GOIÁS, Rua 6, n.º 25.

Reprodução proibida

A CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

Determinação da Massa Específica de Grãos de Solos

MÉTODO BRASILEIRO

MB – 23

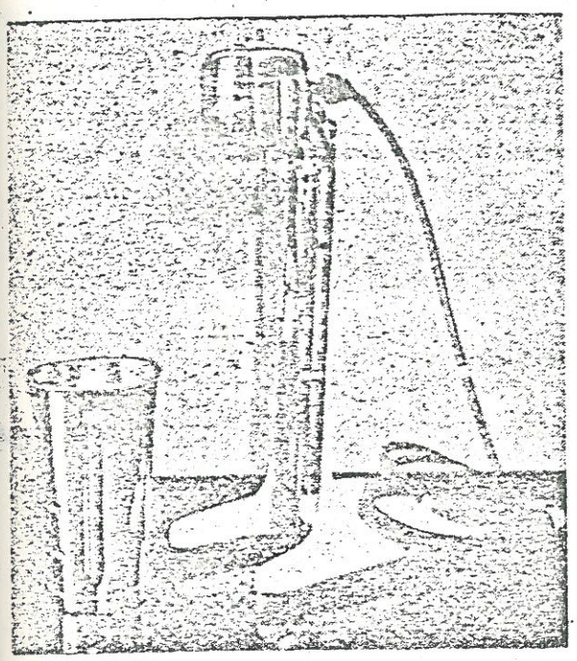
OBJETIVO

1. Êste Método fixa o modo pelo qual se procede à determinação da massa específica dos grãos de solos, por meio do picnômetro.

APARELHAGEM

2. A aparelhagem necessária é a seguinte:

a) estufa capaz de manter a temperatura entre 105° e 110°C;



b) aparelho de dispersão (fig. 1) com hélices substituíveis (fig. 2) e copo munido de chicanas (fig. 3), ou outro dispositivo capaz de produzir dispersão eficiente da amostra;

c) picnômetro de 500 ml calibrado a 20°C com a respectiva curva de calibração (variação do pêso do picnômetro cheio dágua em função da temperatura);

d) bomba de vácuo ou trompa para a remoção do ar aderente às partículas do solo;

e) termômetro graduado em 0,5°C de 0° a 50°C;

f) balança que permita pesar 1 kg sensível a 0,1 g.

AMOSTRA

3. Da amostra obtida de acôrdo com o item 5-b do método de "Preparação de amostras de solos para ensaio normal de compactação e ensaios de caracterização", tomam-se cêrca de 100g no caso de solos arenosos, ou cêrca de 100g no caso de solos arenosos, ou cêrca de 80g no de solos siltosos e argilosos.

ENSAIO

Solos siltosos e argilosos

4. *a)* Coloca-se a amostra em cápsula com água destilada em quantidade suficiente para se obter pasta fluida;

b) em seguida dipersa-se a pasta em aparelho adequado (para o aperelho referido neste Método o tempo de dispersão será de cêrca de 15 minutos);

c) transfere-se a amostra para o picnômetro e junta-se água destilada até aproximadamente metade de seu volume;

d) faz-se vácuo no picnômetro durante 15 minutos, no mínimo, para extrair o ar contido na amostra;

e) com o objetivo de verificar se o ar aderente às partículas foi satisfatòriamente removido na operação anterior, adiciona-se água destilada até ser atingida a base do gargalo e faz-se vácuo novamente; se o ar foi realmente removido, o nível dágua permanecerá constante ainda que apareçam bôlhas à sua superfície; havendo, porém, variação no nível dágua, será necessário tomar nova amostra e repetir as operações anteriores. A presença de matéria orgânica em alguns casos pode exigir, para a remoção do ar aderente às partículas, processo mais enérgico que o do vácuo. Deve-se então colocar o picnômetro em banho maria durante 30 minutos, no mínimo, adicionando-se água destilada para compensar a evaporação;

f) deixa-se em seguida o picnômetro em repouso, até que a temperatura do conteúdo se equilibre com a do ambiente;

g) enche-se o picnômetro com água destilada até próximo da marca de calibração e, com um conta-gotas, prossegue-se adicionando água destilada até que a base do menisco coincida com a referida marca;

h) enxuga-se a parte externa do picnômetro e a parte interna do gargalo acima do menisco; pesa-se o picnômetro com a aproximação de 0,1 e anota-se como P_{as};

i) determina-se logo a seguir, com aproximação de 0,5°C, a temperatura do conteúdo do picnômetro. Com êsse valor obtém-se, na curva de calibração, o pêso do picnômetro cheio d'água, P_a;

j) transfere-se, logo após, o conteúdo do picnômetro para uma cápsula e seca-se em estufa a 105°-110°C até constância de pêso; pesa-se, com aproximação de 0,1 g e anota-se como pêso do solo sêco em estufa, P_s.

Solos arenosos

5. *a)* Seca-se a amostra em estufa a 105°-110°C até constância de pêso, pesa-se com aproximação de 0,1 g e anota-se como pêso de solo sêco em estufa, P_s;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

SEDE: RIO DE JANEIRO, Av. Alm. Barroso, 54 gr. 1505 – ZC-37, GB. – DELEGACIAS: FORTALEZA, Av. da Universidade, 2486 – Grama; RECIFE, Av. Conde da Boa Vista, 428; CAMPINA GRANDE, Av. Aprigio Veloso, 862; SALVADOR, Av. Joana Angelica, 8 - 1.º s/5; BELO HORIZONTE, R. da Bahia, 1148 s/1007/11; SÃO PAULO, R. Marques de Itu, 88 - 5.º, CURITIBA, Caixa Postal, 1083; JOINVILLE, Av. Cel. Procopio Gomes, 880 PORTO ALEGRE, Av. Oswaldo Aranha, 271; GOIÁS, Rua 6, n.º 25.

Reprodução proibida

) efetuam-se as operações constantes do item 4. com ção das alíneas *a*, *b* e *j*.

CÁLCULO E RESULTADO

6 A massa específica dos grãos de solo calcula-se pela nula:

$$\delta = \frac{P_s}{P_s + P_e - P_{as}} \cdot \gamma T, \text{ em que:}$$

δ = massa específica dos grãos de solo, em g/cm³;

P_s = Pêso em g do solo sêco em estufa, a 105º-110ºC;

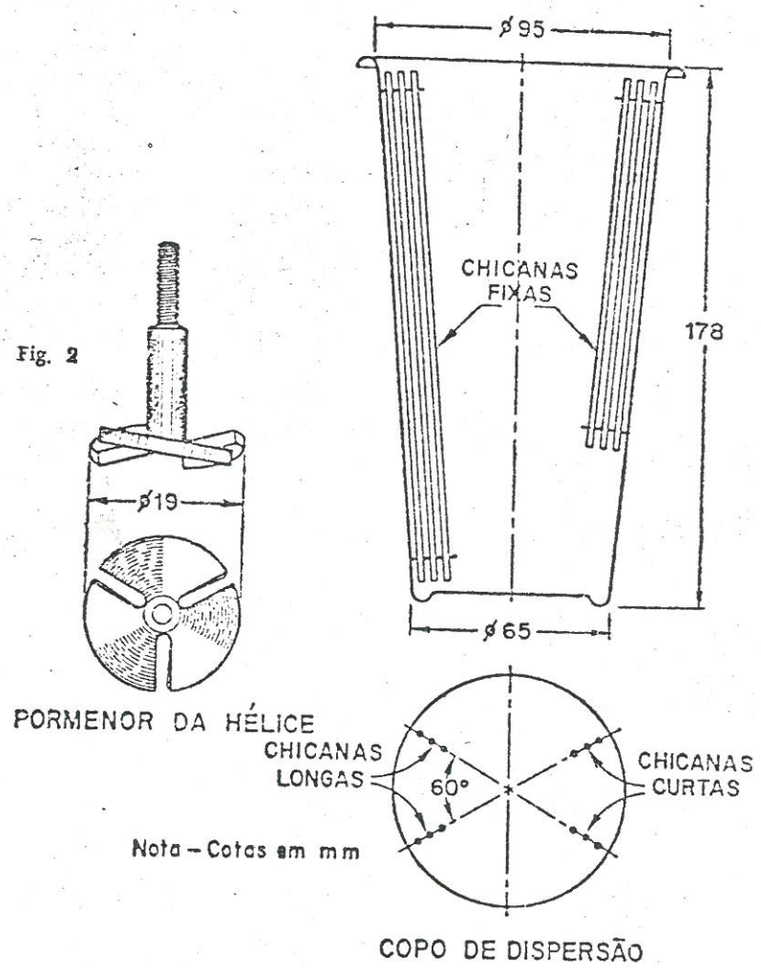
P_e = pêso em g do picnômetro cheio d'água à temperatura T;

P_{as} = pêso em g do picnômetro mais solo, mais água;

γT = massa específica da água (g/cm³) à temperatura do ensaio.

(Nos ensaios correntes, poder-se-á considerar $\gamma T = 1$ g/cm³).

Fig. 2



Determinação do Limite de Liquidez dos Solos

MÉTODO BRASILEIRO

MB – 30

OBJETIVO

1. Este Método fixa o modo pelo qual se procede à determinação do limite de liquidez de solos.

APARELHAGEM

2. A aparelhagem necessária é a seguinte:

a) cápsula de porcelana de cêrca de 12cm de diâmetro e 5cm de altura;

b) espátula com lâmina flexível de cêrca de 8cm de comprimento e 2cm de largura;

c) aparelho como os característicos e dimensões indicados nas figuras 1 e 2, calibrado (1) para que a altura de queda da concha seja de 1 cm;

d) cinzéis com os característicos e dimensões indicados na figura 2;

e) recipientes que permitiam guardar amostras sem perda de unidade;

f) balança que permita pesar 100 g, sensível a 0.01 g;

g) estufa capaz de manter a temperatura entre 105º e 110ºC.

AMOSTRA

3. Da amostra obtida de acôrdo com o item 6-b do método de "Preparação de amostras de solos para ensaio normal de compactação e ensaios de caracterização, tomam-se cêrca de 70 g.

ENSAIO

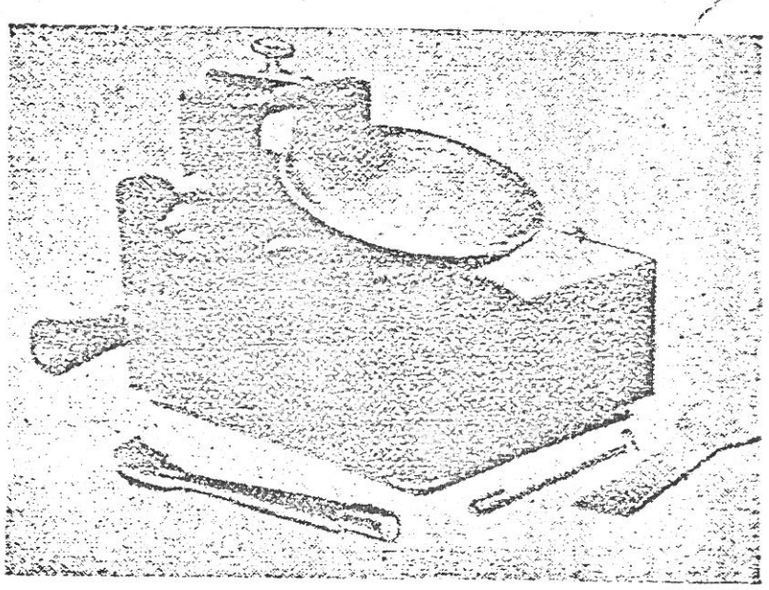
4. *a*) Coloca-se a amostra na cápsula e junta-se água destilada em quantidade suficiente para se obter massa plástica. Deve-se adicionar a água aos poucos, misturando-se continuamente com a espátula, até completa homogeneização da massa;

b) transfere-se com a espátula parte da massa assim obtida para a concha do aparelho, moldando-a conforme indicam as figuras 2 e 3, de tal maneira que na parte central sua espessura seja aproximadamente de 1 cm;

c) como um dos cinzéis (o julgado mais adaptável ao tipo de solo em ensaio), divide-se a massa de solo em duas partes, abrindo-se uma canelura em seu centro, normalmente à articulação da concha (figura 3);

d) Coloca-se cuidadosamente a concha no aparelho e logo a seguir golpeia-se acionando a manivela, à razão de duas voltas por segundo, até que as bordas inferiores da canelura se unam em 1 cm de comprimento; anota-se o número de golpes;

e) transfere-se imediatamente uma pequena quantidade do material de junto às bordas que se uniram, para um recipiente (item 2-e) e determina-se a umidade (2);



Especificações
T.

(1) Calibra-se o aparelho de forma que ponto da concha que entra em contato com a base se encontre a 1 cm desta quando aquela estiver no ponto mais alto de seu curso.

(2) Determina-se a umidade pela fórmula:

$$h = \frac{P_h - P_s}{P_s} \times 100$$

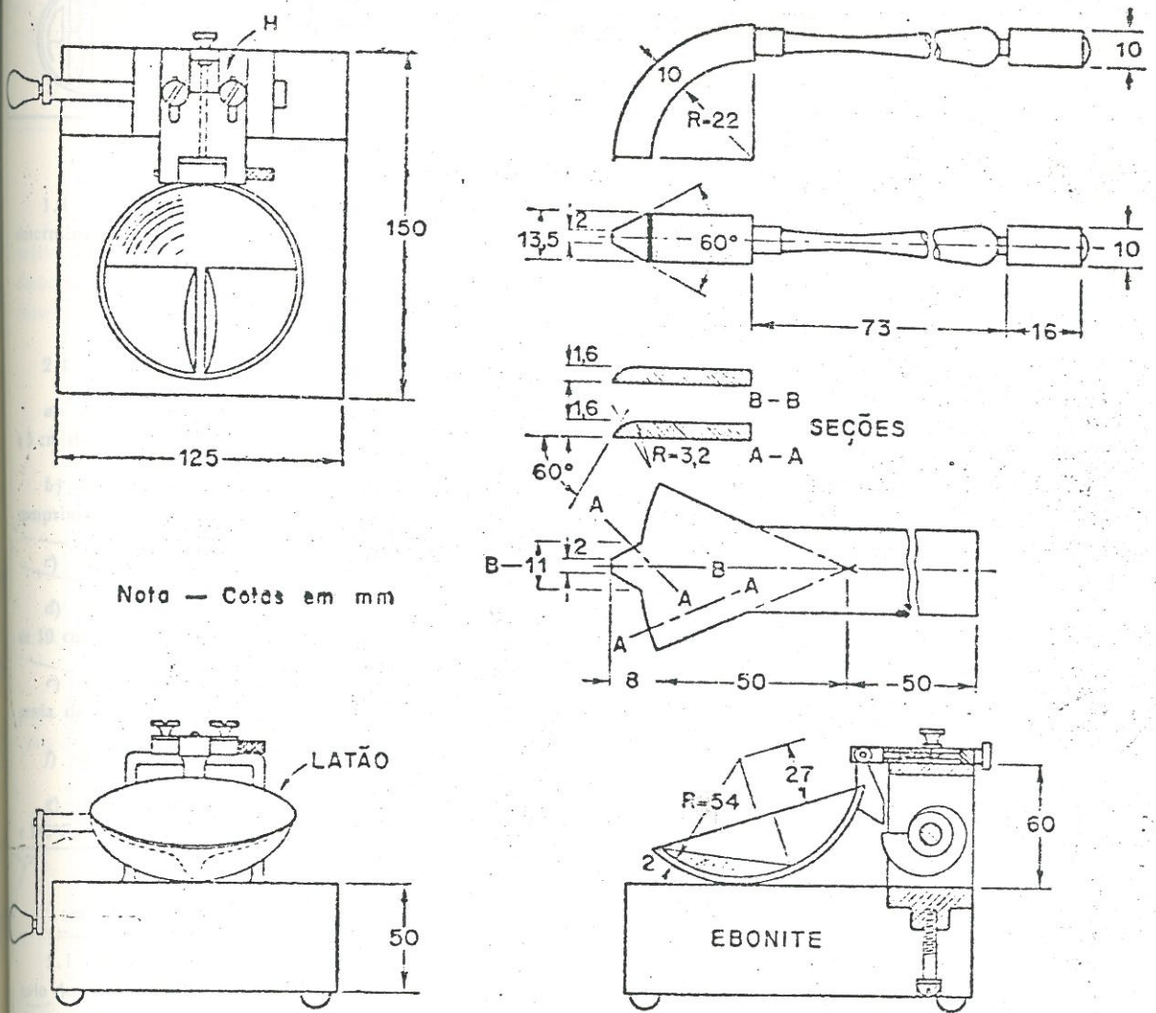
em que h é o teor de umidade em porcentagem, P_h é o pêso do material úmido e P_s, o do material sêco em estufa a 105º-110ºC, até constância de pêso. Fazem-se as pesagens com a aproximação de 0,01 g.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

SEDE: RIO DE JANEIRO, Av. Alm. Barroso, 54 gr. 1505 — ZC-37, GB. — DELEGACIAS: FORTALEZA, Av. da Universidade, 2486 — Grama; RECIFE, Av. Conde da Boa Vista, 428; CAMPINA GRANDE, Av. Aprigio Veloso, 862; SALVADOR, Av. Joana Angelica, 8 - 1.º s/5; BELO HORIZONTE, R. da Bahia, 1148 s/1007/11; SÃO PAULO, R. Marques de Itu, 88 - 5.º, CURITIBA, Caixa Postal, 1083; JOINVILLE, Av. Cel. Procopio Gomes, 880 PORTO ALEGRE, Av. Oswaldo Aranha, 271; GOIÁS, Rua 6, n.º 25.

Reprodução proibida

A CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

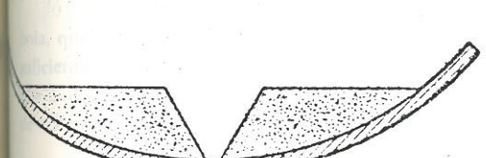


Nota — Cotas em mm

APARELHO DE CASAGRANDE PARA DETERMINAÇÃO DO LIMITE DE LIQUIDEZ



a) ANTES DO ENSAIO



b) DEPOIS DO ENSAIO

f) transfere-se o restante da massa para a cápsula e repetem-se as operações anteriores, com adições de água gradativamente crescentes e tais que os números de golpes necessários para unir as bordas da canelura, segundo a alínea *d*, sejam próximos de 50, 30, 20 e 10.

RESULTADO

5. Com os resultados obtidos constrói-se um gráfico, no qual as ordenadas (em escala logarítmica) são os números de golpes e as abcissas (em escala aritmética) são os teores de umidade correspondentes.

6. O limite de liquidez é expresso pelo teor de umidade correspondente à interseção da ordenada relativa a 25 golpes, com a linha dos pontos obtidos no gráfico acima referido.

Teros P-MB-31/71

Determinação do Limite de Plasticidade de Solos

MÉTODO BRASILEIRO

MB - 31

1. OBJETIVO

1.1 Este Método fixa o modo pelo qual se procede à determinação do limite de plasticidade de solos.

2. APARELHAGEM

2.1 A aparelhagem necessária é a seguinte:

a) cápsula de porcelana de cêrca de 12 cm de diâmetro e 5 cm de altura;

b) espátula com lâmina flexível de cêrca de 8 cm de comprimento e 2 cm de largura;

c) placa de vidro de superfície esmerilhada;

d) cilindro de comparação de 3 mm de diâmetro e cêrca de 10 cm de comprimento;

e) recipientes que permitam guardar amostras sem perda de umidade;

f) balança que permita pesar 100 g sensível a 0,01 g;

g) estufa capaz de manter a temperatura entre 105° e 110°C.

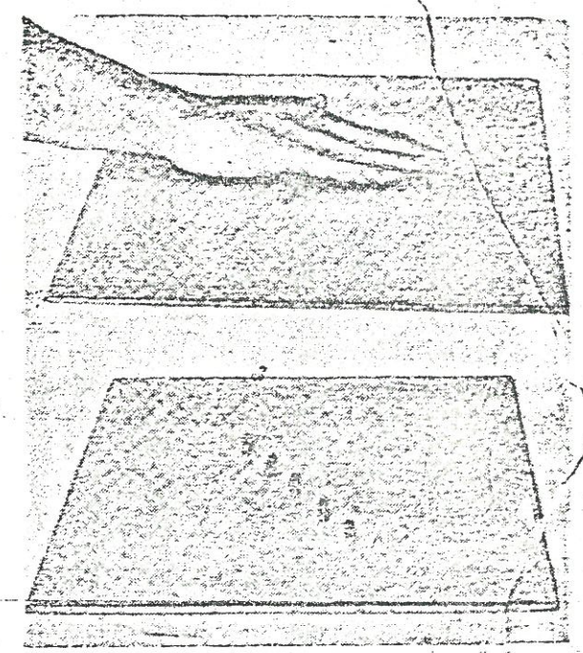
3. AMOSTRA

3.1 Da amostra obtida de acôrdo com o item 6-b do método de "Preparação de amostras de solos para ensaio normal de compactação e ensaios de caracterização", tomam-se cêrca de 50 g.

4. ENSAIO

4.1 *a*) Coloca-se a amostra na cápsula e junta-se água destilada em quantidade suficiente para se obter massa plástica. Deve-se adicionar a água aos poucos, misturando-se continuamente com a espátula até completa homogeneização da massa;

b) com a massa assim obtida, forma-se uma pequena bola, que deve ser rolada sôbre a placa de vidro com pressão suficiente da mão para lhe dar a forma de cilindro; atingindo êste o diâmetro de 3 mm (o que se verifica com o cilindro de comparação) sem se fragmentar, amassa-se o material e procede-se como anteriormente. Continua-se a operação até que, por perda de umidade, o cilindro se fragmente ao atingir o diâmtro de 3 mm (fig. 1):



c) ao se fragmentar o cilindro, transferem-se imediatamente vários de seus pedaços para um recipiente (item 2-e) e determina-se umidade (1);

d) repetem-se as operações anteriores até que se obtenham 3 valores que não difiram da respectiva média de mais de 5%.

5. RESULTADO

5.1 O limite de plasticidade é expresso pela média dos teores de umidade obtidos como foi indicado.

---

(1) Determina-se a umidade pela fórmula:

$$h = \frac{P_h - P_s}{P_s} \times 100$$

em que h é o teor de umidade em porcentagem, P_h é o pêso do material úmido e P_s o do material sêco em estufa a 105°-110°C, até constância de pêso. Fazem-se as pesagens com a aproximação de 0,01 g.

Seção de Especificações
I. P. T.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

SEDE: RIO DE JANEIRO, Av. Alm. Barroso, 54 gr. 1505 — ZC-37, GB. — **DELEGACIAS:** FORTALEZA, Av. da Universidade, 2486 — Grama; RECIFE, Av. Conde da Boa Vista, 428; CAMPINA GRANDE, Av. Aprígio Veloso, 862; SALVADOR, Av. Joana Angelica, 8 - 1.º s/5; BELO HORIZONTE, R. da Bahia, 1148 s/1007/11; SÃO PAULO, R. Marques de Itu, 88 - 5.º; CURITIBA, Caixa Postal, 1083; JOINVILLE, Av. Cel. Procopio Gomes, 880 PORTO ALEGRE, Av. Oswaldo Aranha, 271; GOIÁS, Rua 6, n.º 25.

Reprodução proibida

A CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

Especificações

Análise Granulométrica de Solos

MÉTODO BRASILEIRO

MB - 32

1. OBJETIVO

1.1 Êste Método fixa o modo pelo qual se procede à análise granulométrica de solos. A análise granulométrica descrita neste Método é uma combinação de análise por sedimentação e por peneiramento.

2. APARELHAGEM

2.1 A aparelhagem necessária é a seguinte:

a) recipientes que permitam guardar amostras sem perda de umidade;

b) balança que permita pesar 1 kg, sensível a 0,1 g;

c) estufa capaz de manter a temperatura entre 105° e 110°C.

d) aparelho de dispersão (fgi. 1), com hélices substituíveis (fig. 2) e copo munido de chicanas (fig. 3), ou outro dispositivo capaz de produzir dispersão eficiente da amostra;

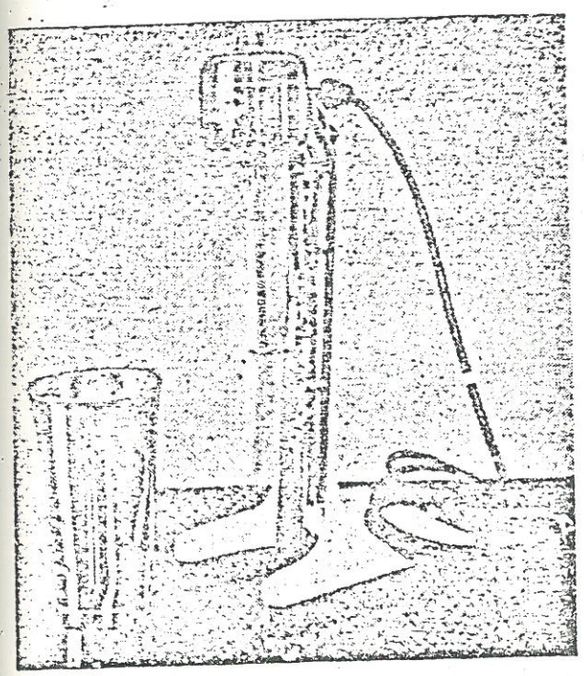


Fig. 1

e) proveta, de cêrca de 45 cm de altura e 6,5 cm de diâmetro, com traço indicando 1 000 ml a 20°C;

f) densímetro de bulbo simétrico, calibrado a 20°C/4°C e graduado em 0,001, de 0,995 a 1,050 (fig. 4);

g) termômetro graduado em 0,5°C de 0° a 50°C;

h) cronômetro;

i) banho no qual se possam colocar as provetas (1) de modo a conservar as dispersões em temperatura aproximadamente constante durante o período de sedimentação (fig. 5);

j) peneiras de 50 — 38 — 25 — 19 — 9,5 — 4,8 — 2,0 — 1,2 — 0,6 — 0,42 — 0,30 — 0,15 e 0,075 mm de acôrdo com a especificação de "Peneiras de malhas quadradas para análise granluométrica de solos".

3. AMOSTRA

3.1 A amostra para ensaio será obtida de acôrdo com o item 5 do método "Preparação de amostras de solos para ensaio normal de compactação e ensaios de caracterização" e constará das duas partes seguintes:

a) todo o material retido na peneira de 2,0 mm;

b) cêrca de 120 g, no caso de solos arenosos, ou cêrca de 70 g, no de solos siltosos e argilosos, do material que passa na peneira de 2,0 mm.

4. ENSAIO

Sedimentação

4.1 *Sedimentação*

4.1 *a*) Do material que passa na peneira de 2,0 mm, higroscópica (2);

b) pesa-se com aproximação de 0,1 g o material restante;

c) transfere-se êste material para um béquer de 250 ml e juntam-se, como defloculante, 125 ml de solução de hexametafosfato de sódio com a concentração de 45,7 g do sal por litro de solução (3), agitando-se até que todo o material

---

(1) Este banho é dispensável quando se dispõe de local com temperatura aproximadamente constante.

(2) Determina-se a umidade pela fórmula:

$$h = \frac{P_h - P_s}{P_s} \times 100$$

em que h é o teor de umidade em porcentagem, P_h é o pêso do material úmido e P_s, o do material séco em estufa a 105°-110°C, até constância de pêso. Fazem-se as pesagens com a aproximação de 0,01 g.

(3) *a*) A solução de hexametafosfato de sódio deverá ser tamponada com carbonato de sódio até que a solução atinja um pH entre 8 e 9, evitando assim a reversão da solução para ortofosfato de sódio;

b) Poderão ser usados outros dispersores, nas concentra-

Polifosfato de sódio com a concentração de 21,6 g/l de solução;

Trifosfato de sódio com a concentração de 18,8 g/l de solução;

Tetrafosfato de sódio com a concentração de 35,1 g/l de solução.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

SEDE: RIO DE JANEIRO, Av. Alm. Barroso, 54 gr. 1505 — ZC-37, GB. — DELEGACIAS: FORTALEZA, Av. da Universidade, 2486 — Grama; RECIFE, Av. Conde da Boa Vista, 428; CAMPINA GRANDE, Av. Aprígio Veloso, 862; SALVADOR, Av. Joana Angelica, 8 - 1.º s/5; BELO HORIZONTE, R. da Bahia, 1148 s/1007/11; SÃO PAULO, R. Marques de Itu, 88 - 5.º. CURITIBA, Caixa Postal, 1083; JOINVILLE, Av. Cel. Procopio Gomes, 880 PORTO ALEGRE, Av. Oswaldo Aranha, 271; GOIÁS, Rua 6, n.º 25.

Reprodução proibida

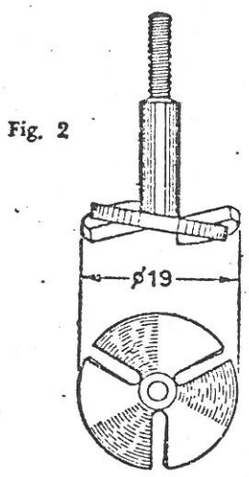
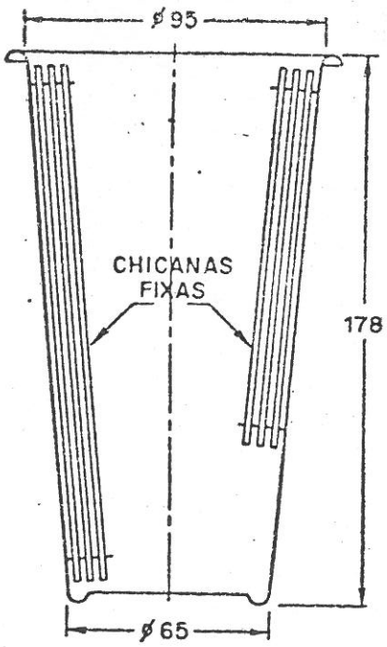
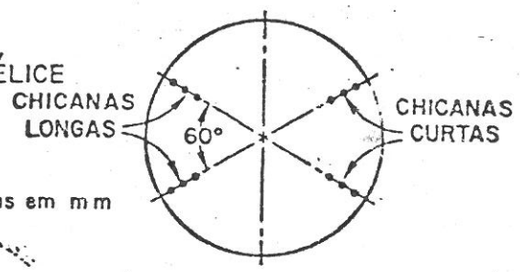


Fig. 2

PORMENOR DA HÉLICE

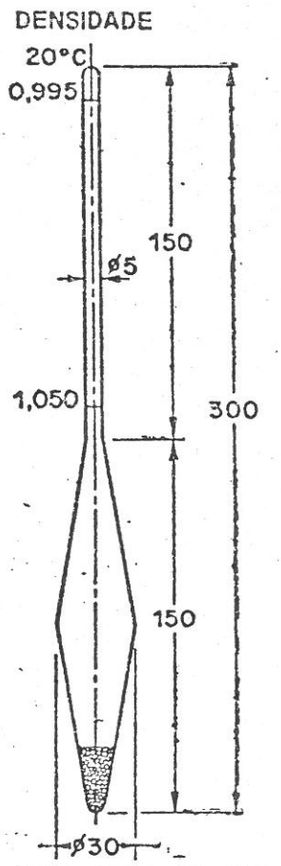




Nota – Cotas em mm

COPO DE DISPERSÃO

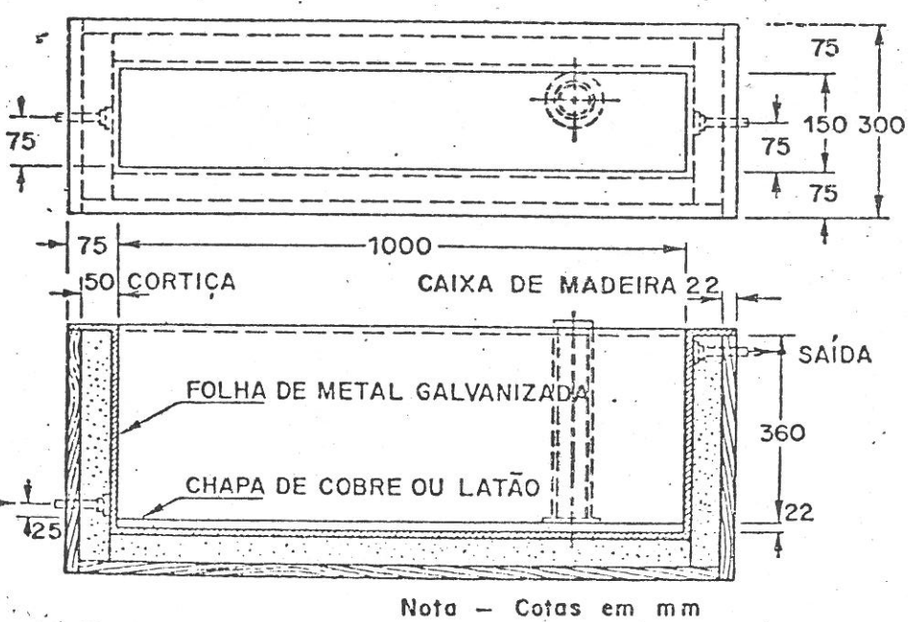
Fig. 3



Nota – Cotas em mm

DENSÍMETRO

Fig. 4



Nota – Cotas em mm

Fig. 5 – Tanque para banho de temperatura constante.

fique perfeitamente molhado, e deixa-se em repouso pelo tempo mínimo de 12 horas;

d) verte-se então a mistura no copo de dispersão, removendo-se com água destilada todo o material que tenha aderido ao béquer. Adiciona-se mais água destilada até que seu nível fique 5 cm abaixo das bordas do copo, e submete-se a mistura à ação do aparelho de dispersão. O tempo de dispersão poderá ser de 5, 10 ou 15 minutos, dependendo do índice de plasticidade do solo. Os solos com índice de plasticidade menor ou igual a 5 poderão ser dispersados em 5 minutos; os de índice de plasticidade entre 6 e 20, em 10 minutos; os índice de plasticidade maior que 20, em 15 minutos. Solos contendo grande porcentagem de mica podem ser dispensados em 1 minuto.

e) tranfere-se a dispersão para a proveta, removendo-se com água destilada todo o material que tenha aderido ao copo. Junta-se água destilada até atingir o traço correspondente a 1 000 ml; em seguida, coloca-se a proveta no banho descrito no item 2 ou em local de temperatura aproximadamente constante. Agita-se freqüentemente com uma bagueta para manter tanto quanto possível, as partículas em suspensão, Logo que a suspensão atinja a temperatura de equilíbrio, retira-se a proveta e tapando-lhe a bôca com uma das mãos executam-se, com o auxílio da outra, durante 1 minuto, movimentos enérgicos de rotação, pelos quais a bôca da proveta passe de cima para baixo e vice-versa;

f) imediatamente depois de terminada a agitação, coloca-se a proveta sôbre uma mesa, anota-se a hora exata do início da sedimentação e mergulha-se cuidadosamente o densímetro na suspensão. Fazem-se as leituras do densímetro (ver nota 6) correspondentes aos tempos de sedimentação, t, de 30 segundos, 1 e 2 minutos, conservando o densímetro na suspensão. Retira-se lenta e cuidadosamente o densímetro da suspensão e coloca-se a proveta no banho ou em local de temperatura constante onde permanecerá até a última leitura. Fazem-se leituras subseqüentes, a 4, 8, 15, 30 minutos, 1, 4 e 25 horas a contar do início da sedimentação. São facultativas as leituras correspondentes a 2, 8 e 50 horas. Por ocasião de cada leitura do densímetro anota-se a temperatura da suspensão com aproximação de 0,5°C;

g) após cada leitura, excetuadas as duas primeiras, retira-se lentamente o densímetro e mergulha-se em água à temperatura ambiente.

Cêrca de 15 a 20 segundos antes de cada leitura, mergulha-se lenta e cuidadosamente o densímetro na suspensão, fazendo-se as leituras na parte superior do menisco, com aproximação de 0,0002, após o densímetro ter ficado em equilíbrio.

4.2 *Peneiramento.*

a) Material proveniente do ensaio de sedimentação Terminadas as leituras feitas por ocasião do ensaio de sedimentação, verte-se e lava-se a suspensão com água potável, na peneira de 0,075 mm; remove-se, com excesso de água, todo o material que tenha aderido à proveta. Seca-se a parte retida, em estufa a 105°-110°C, até constância de pêso e passa-se nas peneiras de 1,2 — 0,6 — 0,42 — 0,30 — 0,15 e 0,075 mm, anotando-se, com aproximação de 0,1 g os pesos acumulados em cada peneira.

b) Material retido na peneira de 2,0 mm. Pesa-se o material retido na peneira de 2,0 mm (item 3) e anota-se êsse pêso. Passa-se êsse material nas peneiras de 50 — 38 — 25 — 19 — 9,5 — 4,8 e 2,0 mm anotando-se com aproximação de 1 g, os pesos acumulados em cada peneira.

5. CÁLCULOS

5.1 *Pêso total da amostra sêca.* Subtrai-se o pêso do material sêco retido na peneira de 2,0 mm, do pêso total da amostra sêca ao ar (item 4-*e* do método de "Preparação de amostras de solos para ensaio normal de compatação e ensaios de caracterização"); multiplica-se a diferença assim obtida pelo fator de correção $\frac{100}{100 + h}$, em que h é a umidade higroscópica (4) determinada como indica o item 4-c do método de "Preparação de amostras de solos para ensaio normal de compactação e ensaios de caracterização". Somando-se êsse resultado ao pêso do material retido na peneira de 2,0 mm (item 5-b), obtém-se o pêso total da amostra sêca.

5.2 *Pêso do material séco usado na suspensão.* É obtido multiplicando o seu pêso sêco ao ar (item 4-b) pelo fator de correção $\frac{100}{100 + h}$ em que h é a umidade higroscópica (item 4-a).

5.3 *Porcentagens de materiais que passam nas peneiras* de 50 — 38 — 25 — 19 — 9,5 — 4,8 e 2,0 mm. Calcula-se o pêso de material que passa em cada uma das peneiras acima referidas, subtranido-se, do pêso total da amostra sêca (item 5.2), o pêso do material acumulado em cada peneira e exprimen-se êsses resultados em porcentagem do pêso total da amostra.

5.4 *Porcentagem de material em suspensão.* Acham-se as porcentagens correspondentes a cada leitura do densímetro (5), referidas ao pêso total da amostra pela fórmula:

$$Q = N \frac{\delta}{\delta - 1} \times \frac{1000\,(L_c - 1)}{P_s}$$, em que:

Q — porcentagem de solo em suspensão no instante da leitura do densímetro;

N — porcentagem de material que passa na peneira de 2,0 mm (N = 100 — % de pedregulho);

P_s — pêso do solo sêco na suspensão (item 7), em g;

δ — massa específica dos grãos de solo, em g/cm³ (v. Método de "Determinação da massa específica dos grãos de solos");

L_c — leitura corrigida do densímetro ($L_c = L + R$, em que L é a leitura na parte superior do menisco e R a correção devida ao menisco e à variação de densidade do meio dispersor, proveniente da adição do defloculante e da variação de temperatura (ver Apêndice).

---

(4) O cálculo supõe que as partículas retidas na peneira de 2,0 mm e sêcas ao ar, não contenham umidade higroscópica.

(5) Aconselha-se a convenção de escrever, das leituras do densímetro e da correção, sòmente os algarismos à direita da vírgula, e de passar estas 3 casas para a direita; assim, a leitura L = 1,0154 e a correção R = + 0,0012 serão anotadas, respectivamente, L = 15,4 e R = + 1,2. Segundo esta convenção, a expressão 1 000 (L_c — 1) da fórmula é substituída pela soma L + R (no caso, 15,4 + 1,2 = 16,6).

5.5 *Diâmetro das partículas de solo em suspensão* (6).

5.5 *a)* Calcula-se o diâmetro máximo das partículas em suspensão, no momento de cada leitura do densímetro, pela fórmula (expressa da lei de Stokes ((7) ;

$$d = \sqrt{\frac{1\,800\,\eta}{\delta - \delta_a} \times \frac{a}{t}}, \text{ em que :}$$

d — diâmetro máximo das partículas em mm;

η — coeficiente de viscosidade do meio dispersor (água) em g.seg/cm²;

a — altura de queda das partículas, correspondente à leitura do densímetro, em cm (8), obtida na Curva de Calibração do densímetro (ver Apêndice);

t — tempo de sedimentação, em seg;

δ — massa específica dos grãos do solo, em g/cm³;

δ_a — densidade absoluta do meio dispersor, em g/cm³.

b) A tabela abaixo dá os diâmetros d correspondentes aos tempos t prescritos neste Método, admitidos os seguintes valores na fórmula de Stokes :

$a = 20$ cm;

$\eta = 1{,}03 \times 10^{-5}$ g.seg/cm² (água a 20°C) ;

$\delta = 2{,}65$ g/cm³ e $\delta_a = 1$ g/cm³ (água a 20°C).

TABELA I

t-minutos	*d*-mm	*t*-horas	*d*-mm
1,0	0,087	1	0,0079
0,5	0,061	2	0,0056
2,0	0,043	4	0,0039
4,0	0,031	8	0,0028
8,0	0,022	25	0,0016
15,0	0,016	50	0,0011
30,0	0,011		

c) Para alturas de queda diferentes de 20 cm, multiplicam-se os diâmetros obtidos nas tabela I pelo coeficiente :

$$K_a = \sqrt{\frac{a}{20}}$$

d) Para massas específicas dos grãos do solo, diferentes de 2,65 g/cm³, multiplicam-se os diâmetros obtidos na tabela 1 pelo coeficiente.

$$K\delta = \sqrt{\frac{1{,}65}{\delta - 1}}$$

e) Para viscosidades da água diferentes de $1{,}03 \times 10^{-5}$ g.seg/cm³, multiplicam-se os diâmetros obtidos na tabela I pelo coeficiente.

$$K\eta = \sqrt{\frac{\eta \times 10^{-5}}{1{,}03}}$$

f) A correção K_a pode ser obtida diretamente da figura 6, desenhada para cada densímetro e que relaciona as leituras do densímetro a esta correção. As correções Kδ e Kη podem ser obtidas com auxílio das figuras 7 e 8 (9).

5.6 *Porcentagem de materiais que passam nas peneiras* de 1,2 — 0,6 — 0,42 — 0,30 — 0,15 e 0,075 mm. Calcula-se o pêso do material que passa em cada uma das peneiras acima referidas subtraindo-se do pêso do material sêco usado na suspensão, os pesos acumulados em cada uma dessas peneiras. Êstes valores são expressos em porcentagem do pêso do material sêco usado na suspensão e referidos, em seguida, ao pêso total da amostra sêca multiplicando-se pela expressão:

$$\frac{100 - \%\text{ do material retido na peneira de 2,0 mm}}{100}$$

6. RESULTADOS

6.1 *a) Curva de distribuição granulométrica.* Desenha-se a curva de distribuição granulométrica, marcando-se em abcissas (escala logarítmica) os diâmetros das partículas e em ordenadas (escala aritmética) as porcentagens das partículas menores do que os diâmetros considerados.

b) Composição granulométrica. Considera-se como "Composição granulométrica do solo analisado o conjunto das porcentagens de partículas com diâmetro abaixo de 4,8 mm, 2,0 mm, 0,42 mm, 0,050 mm, 0,005 mm e 0,001 mm e outros diâmetros que por conveniência devem ser incluídos para bem definir a composição granulométrica.

APÊNDICE

CURVA DE CORREÇÃO DAS LEITURAS DO DENSÍMETRO

1. É necessário construir para cada densímetro uma curva de correção das leituras tendo em conta a formação do menisco e a variação da densidade do meio dispersor proveniente do defloculante e da temperatura.

---

(6) Os diâmetros das partículas, determinados pela lei de Stockes, são "diâmetros equivalentes", isto é, diâmetros de partículas esféricas de massa específica igual à do solo em suspensão que cairiam com as mesmas velocidades que as partículas do solo.

(7) O cálculo dos diâmetros pela lei de Stokes; pode ser feito pelo método gráfico de Casagrande, reproduzido no Apêndice ("Die Aräometer — Methode zur Bestimmung der Korngrösse von Böden und ander Materialem", Julius Springer, Berlin 1934).

(8) A altura de queda das partículas é medidas pela distância entre o centro de volume do densímetro e a superfície livre da suspensão.

(9) Exemplo de cálculo do diâmetro das partículas do solo em suspensão para as seguintes condições: $t = 10$ min; $a = 15{,}0$ cm; $\delta = 2{,}56$ g/cm³; T = 21°C. Obtém-se na tabela $d = 0{,}061$ mm.

Coeficientes para correção de d: $K_a = 0{,}87$; Kδ = 1,03; Kη = 0,99; donde o seguinte diâmetro corrigido:
$d = 0{,}061 \times 0{,}87 \times 1{,}03 \times 0{,}99 = 0{,}054$ mm.

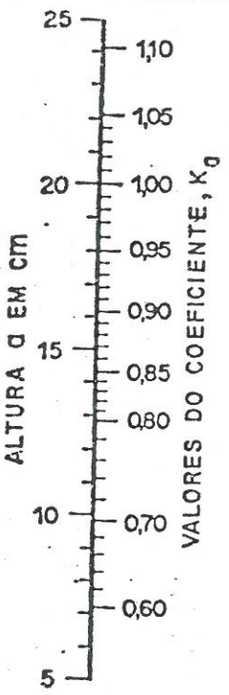


Fig. 6

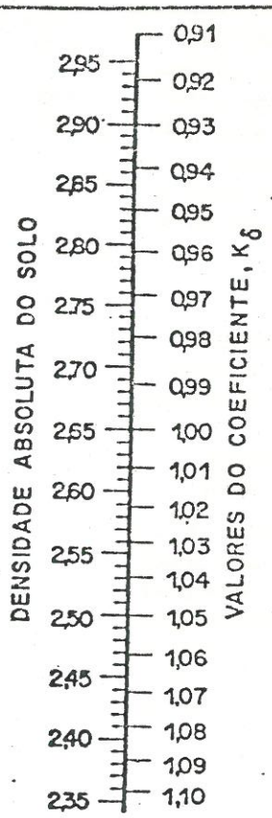


Fig. 7

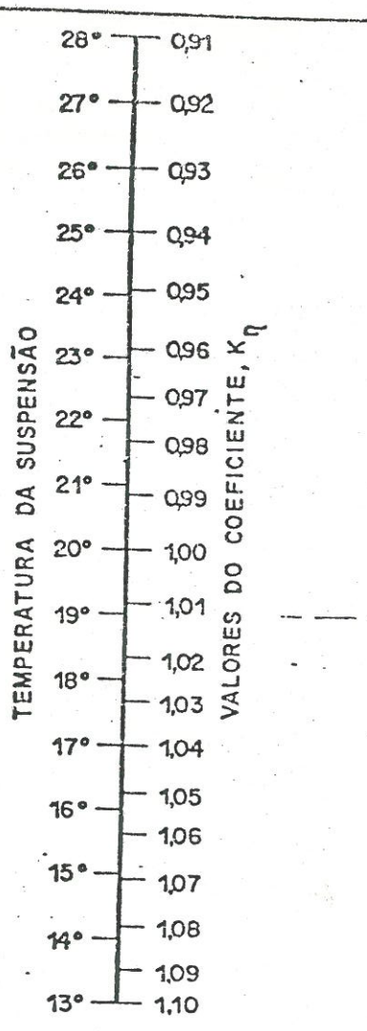


Fig. 8

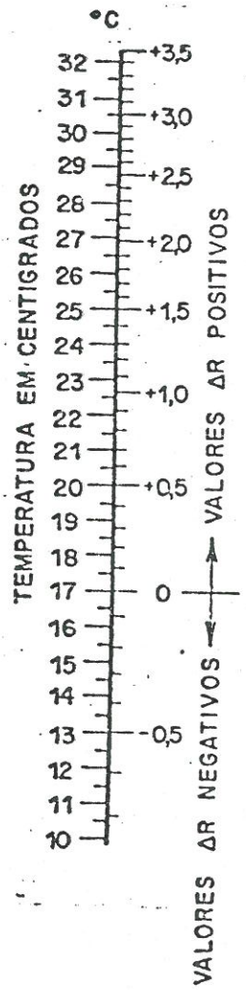


GRÁFICO DE CORREÇÕES DAS LEITURAS DO DENSIMETRO

Fig. 9

a) Diluem-se 125 ml de uma solução de hexametafosfato de sódio (com a concentração de 45,7 g de sol por litro de solução) em 875 ml de água e, em seguida, mergulha-se o densímetro, a diversas temperaturas, entre 10°C e 35°C e, para cada temperatura, anotam-se as leituras L, feitas na parte superior do menisco. A correção R será:

$$R = 1 - L \quad (10)$$

b) Os valores obtidos para várias temperaturas são desenhadas em gráfico, como está exemplificado na figura 9.

CURVA DE CALIBRAÇÃO DO DENSÍMETRO

2. A determinação do diâmetro das partículas, pela lei de Stokes, exige o conhecimento das alturas de queda correspondentes às leituras do densímetro. Para se obterem essas alturas de queda, usa-se uma curva de calibração para cada densímetro, em que se leva em conta o deslocamento vertical da superfície livre da suspensão ocasionado pela imersão do densímetro. Essa curva é obtida como segue:

a) Determinam-se as distância, a', de cada traço principal da graduação ao centro de volume do densímetro; e, para isso, medem-se as distâncias de cada traço principal da graduação do densímetro à base da haste e somam-se a essas distâncias metade da altura do bulbo (medida da base da haste à extremidade do bulbo);

(10) Quando a leitura fôr anotada como ficou indicado na nota (5), a fórmula acima fica reduzida a R = — L, visto que o valor de L já foi subtraído de 1.

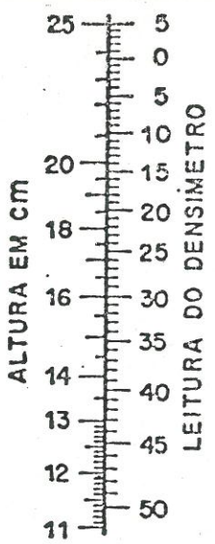


GRÁFICO DE CALIBRAÇÃO DO DENSIMETRO

Fig. 10

b) obtém-se, com aproximação satisfatória, o volume da parte imersa do densímetro, V_a, seja pesando-se o densímetro, seja imergindo-o em água em uma proveta graduada;

c) obtém-se a área da secção da coluna líquida A, admitida a forma cilíndrica regular para a proveta dividindo-se o volume 1000 ml pela distância medida entre o fundo da proveta e o traço correspondente a êsse volume;

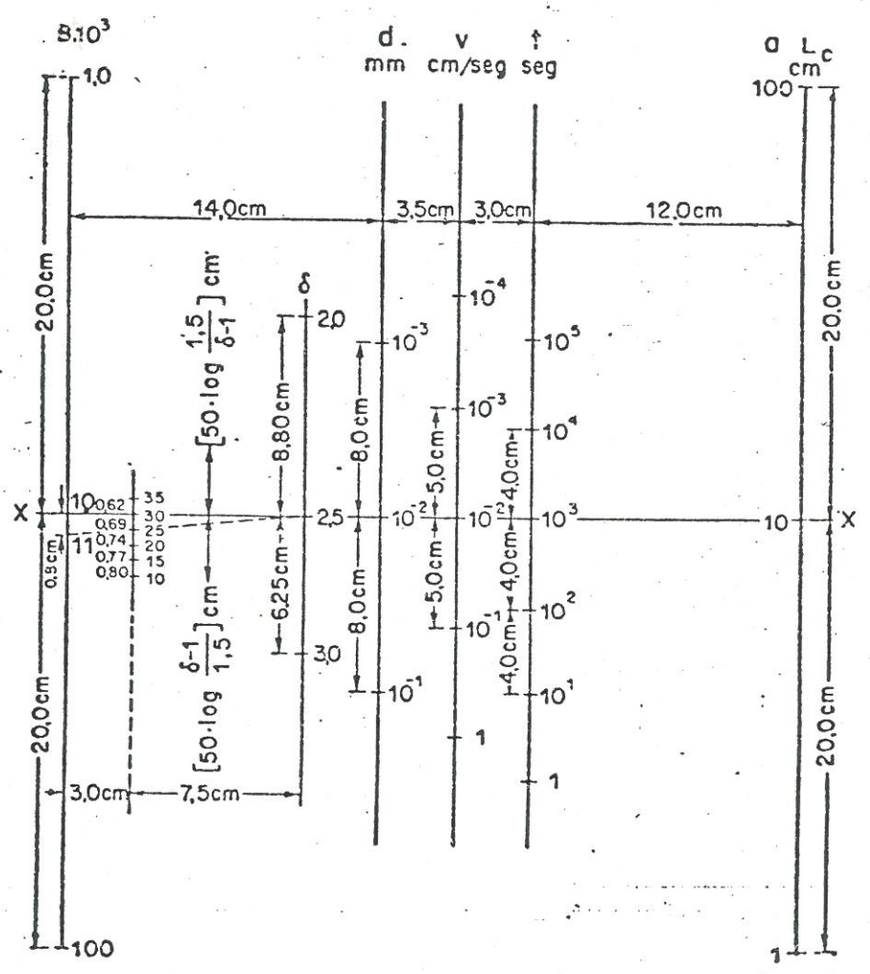
d) com os dados obtidos acima, calculam-se as alturas de queda, a, relativas a cada traço principal da graduação do densímetro, pela fórmula seguinte:

$$a = a' \frac{V_a}{2A}$$

Êsses valores permitem desenhar uma curva correlacionando as alturas de queda com as leituras do densímetro, como se exemplifica na figura 10.

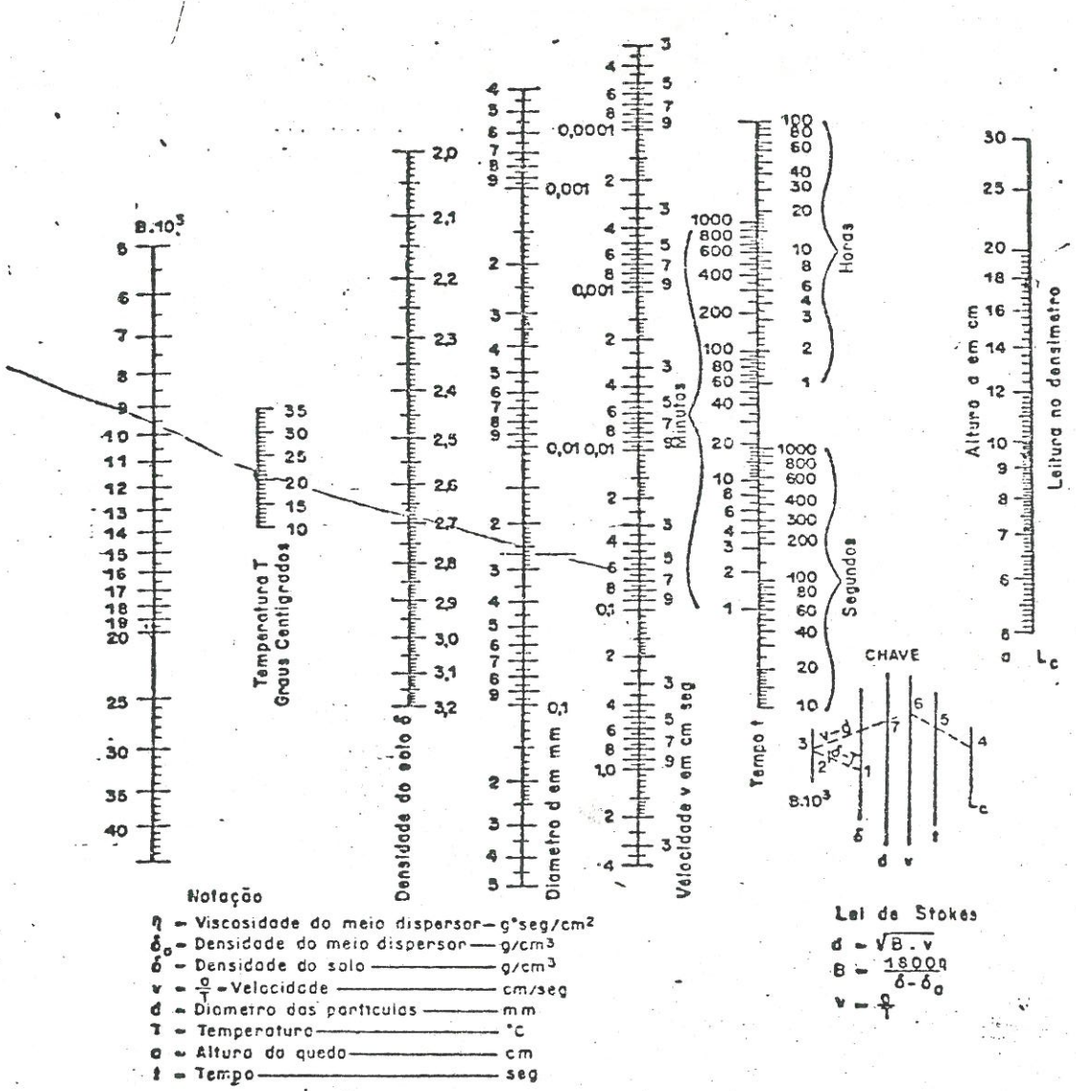
DIAMETRO DAS PARTÍCULAS PELO NOMOGRAMA DE A. CASAGRANDE

5. O cálculo dos diâmetros das partículas pela lei de Stokes, pode ser feito pelo nomograma construído por A. Casagrande. A figura 11 dá as indicações necessárias para sua construção e a figura 12 apresenta um nomograma já construído. O nomograma, sendo a representação gráfica da lei de Stokes, é adaptável a qualquer densímetro, desde que se tenha feito a correlação entre as alturas de queda e as leituras do densímetro. Esta correlação é feita no próprio nomograma, marcando-se na escala das alturas de queda, as leituras correspondentes do densímetro. O uso do nomograma é elucidado pelo exemplo abaixo:



MODO DE CONSTRUÇÃO DE NOMOGRAMA DE CASAGRANDE

Fig. 11



EXEMPLO DE NOMOGRAMA DE CASAGRANDE

A. Casagrande, Julho de 1929

Fig. 12

Dados obtidos no ensaio:

L_c — leitura do densímetro	34,0
a — altura de queda correspondente à leitura acima	15 cm
t — tempo de sedimentação	1 min
T — temperatura da suspensão	21°C
δ — massa específica dos grãos de solo	2,56 g/cm³

Modo de proceder. Ligam-se os valores 2,56 e 21 das respectivas escalas δ e T por uma reta que cortará a escala B no ponto 11,6. Outra reta ligando os valores de 15,0 cm e 1 minuto nas escalas a e t, determinará na escala V a velocidade de 2,5 cm/seg. Uma terceira reta, ligando êste valor ao ponto 11,6 sôbre a escala B cortará a escala d no ponto 0,054 mm, que é o diâmetro máximo procurado das partículas em suspensão, nessa ocasião.

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

I.. PREPARAÇÃO DA AMOSTRA

A preparação da amostra foi realizada com o solo na sua umidade "natural" e constou das seguintes fases:

a) Destorroamento do material;

b) Peneiramento na peneira de 4,8mm;

c) Quarteamento do material; e

d) Pesagem de 5 ou 6 porções de material, com cerca de 3,0 Kg cada uma.

II. COMPACTAÇÃO

A compactação foi realizada em molde cilíndrico, de aproximadamente 1.000cm^3 de volume e 10cm de diâmetro interno, colocando-se o material em três camadas iguais, aplicando-se uniformemente sobre a superfície de cada camada, 25 golpes de um soquete de 2,5kg, caindo de uma altura de 30,5cm.

O procedimento foi o seguinte:

a) Compactação do 1º ponto utilizando-se uma das porções preparadas anteriormente;

b) Após a compactação do 1º ponto e sempre utilizando as porções de material virgem preparadas anteriormente, compactaram-se os pontos seguintes, secando-se ao ar e (ou) umedecendo-se em cerca de 2% o material, de forma a definir a curva de compactação;

c) Após a compactação de cada ponto foi determinada a massa específica aparente úmida e respectiva umidade, que permitiram a obtenção da curva de compactação (umidade X massa específica aparente seca).

A CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

ENSAIO DE ADENSAMENTO

I. PREPARAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

Os corpos de prova foram talhados com aproximadamente 10,7cm de diâmetro e 4,0cm de altura, tendo as aparas resultantes da talhagem sido utilizadas para a determinação da umidade inicial.

Pesando-se os corpos de prova assim obtidos, juntamente com o anel de talhagem (com aproximação de 0,01g), determinaram-se as suas massas específicas aparentes e demais índices físicos iniciais.

II. MONTAGEM NA PRENSA E CARREGAMENTO

Após a talhagem, os corpos de prova foram montados na prensa de adensamento, com o sistema de anel fixo e carregados por estágios de pressão, com duração de pelo menos 24 horas cada um.

Os estágios de pressão foram os seguintes:

kN/m^2	13,0	26,0	52,0	103,9	205,9	411,8	833,3	1666,7	2500,0
Kgf/cm^2	0,133	0,265	0,530	1,06	2,10	4,2	8,5	17,0	25,5

Para cada estágio de pressão, foram efetuadas leituras da deformação vertical dos corpos de prova, nos seguintes intervalos de tempo:

Δ t (minutos)	1/8	1/4	1/2	1	2	4	8	15	30	60	120	240	480	1440

Após a estabilização das deformações no último estágio de carregamento, procedeu-se ao descarregamento dos corpos de prova, aplicando-se os seguintes estágios de pressão:

CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

kN/m^2	833,3	205,9	52,0	13,0
kgf/cm^2	8,5	2,1	0,530	0,133

Após o descarregamento, os corpos de prova foram retirados da prensa de adensamento e determinaram-se as suas umidades e massas específicas aparentes.

AV. CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

ENSAIO TRIAXIAL LENTO

I. PREPARAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

Os corpos de prova foram talhados com aproximadamente 3,57cm de diâmetro e 9,00cm de altura, tendo as aparas resultantes da talhagem sido utilizadas para a determinação da umidade inicial. Pesando-se os corpos de prova assim obtidos (com precisão de 0,01g), puderam ser determinadas as suas massas específicas aparentes e demais índices físicos iniciais.

II. MONTAGEM NA CÂMARA DE ENSAIOS TRIAXIAIS

Após a talhagem, os corpos de prova foram montados em câmaras de ensaios triaxiais. No topo e na base de cada corpo de prova foram colocadas pedras porosas com coeficiente de permeabilidade da ordem de 10^{-3} cm/s, tendo-se em seguida envolvido os corpos de prova com uma membrana de borracha.

III. ADENSAMENTO

Após a montagem dos corpos de prova nas câmaras de ensaios triaxiais, estas foram preenchidas com água destilada e submetidas à pressão confinante de ensaio. Após a aplicação dessa pressão, aguardou-se o adensamento de cada corpo de prova, sendo o final do mesmo observado pela estabilização dos níveis d'água nas buretas conectadas à base e ao topo.

IV. CARREGAMENTO

O carregamento dos corpos de prova foi realizado em prensa de carga controlada. O critério de carregamento foi estabelecido com base na experiência já adquirida neste Instituto e com

A CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

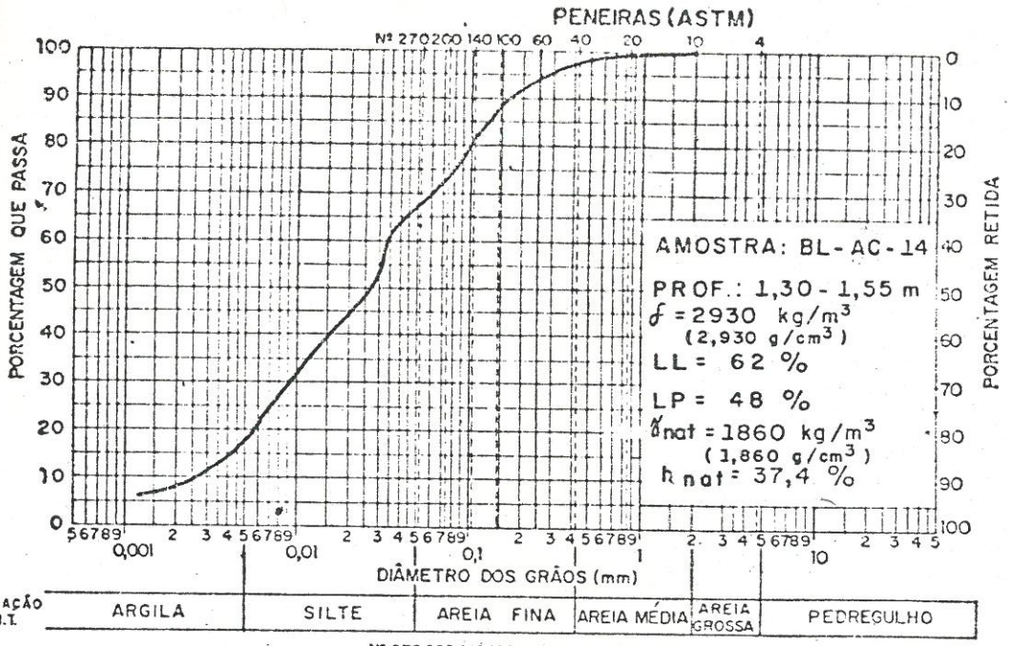
base numa estimativa da carga total na ruptura. Os incrementos de carga foram cerca de 2% da carga total na ruptura, aplicados 3 vezes ao dia nos primeiros estágios de carregamento. À medida que os corpos de prova se aproximavam da ruptura, os incrementos de carga foram diminuídos, de forma a possibilitar uma melhor definição da curva tensão-deformação.

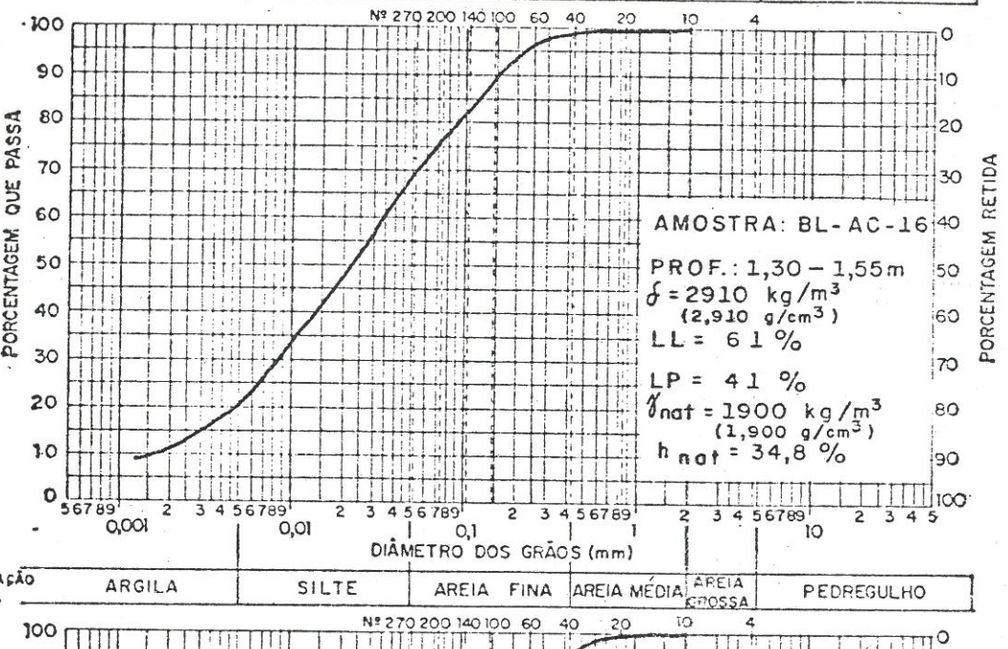
Durante todos os estágios de carregamento foi permitida a drenagem dos corpos de prova, medindo-se a variação de volume dos mesmos através das buretas conectadas ao topo e base.

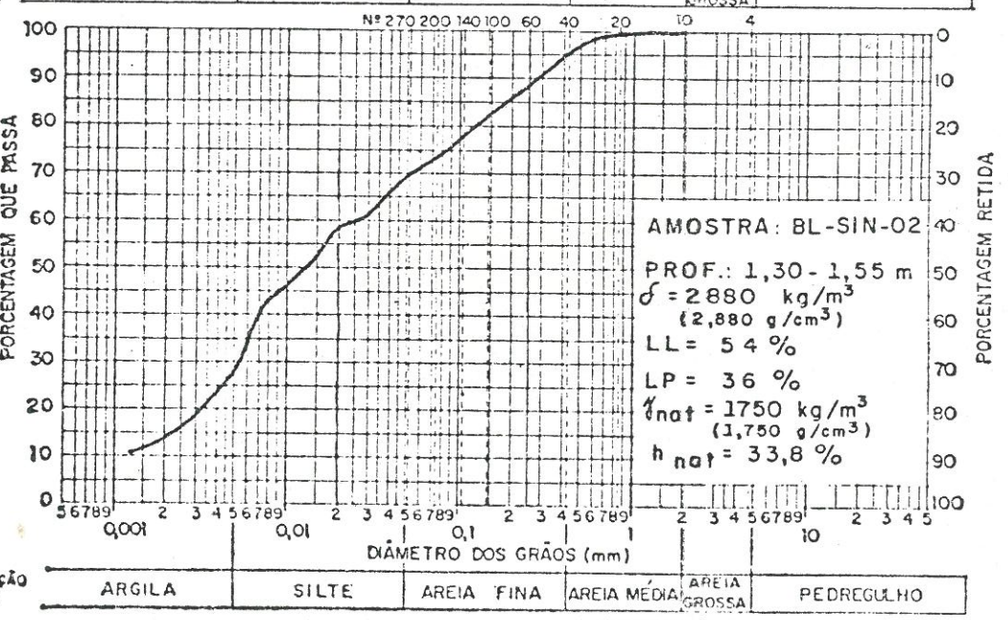
Após a ruptura, os corpos de prova foram retirados das câmaras de ensaios triaxiais e determinaram-se as suas umidades e massas específicas aparentes.

A CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

GRANULOMETRIA

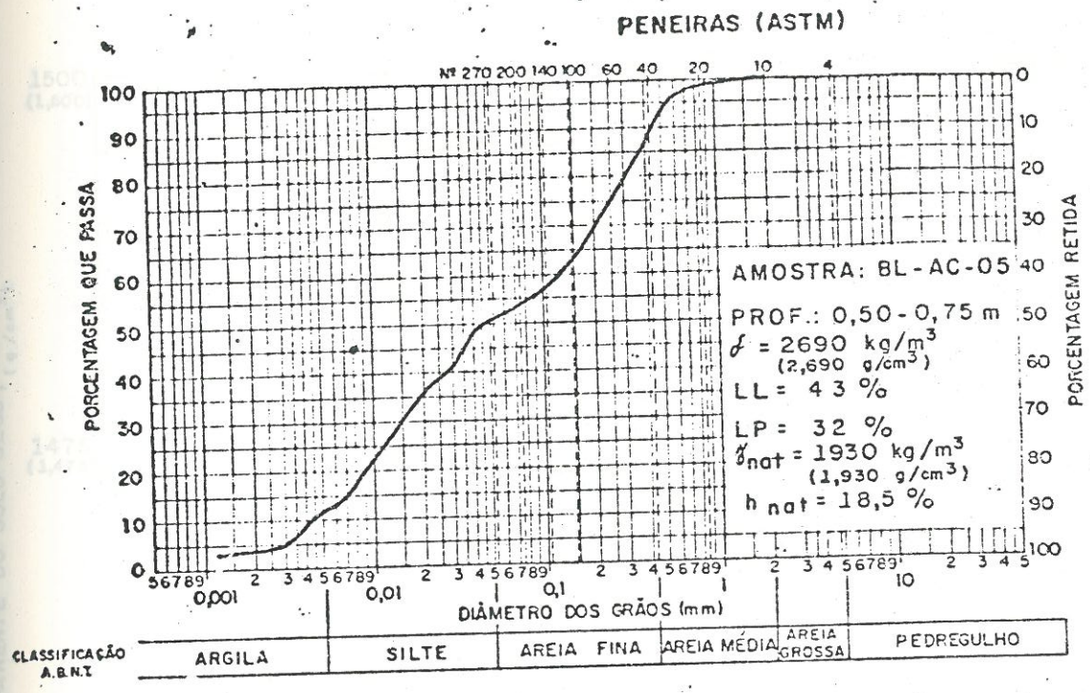


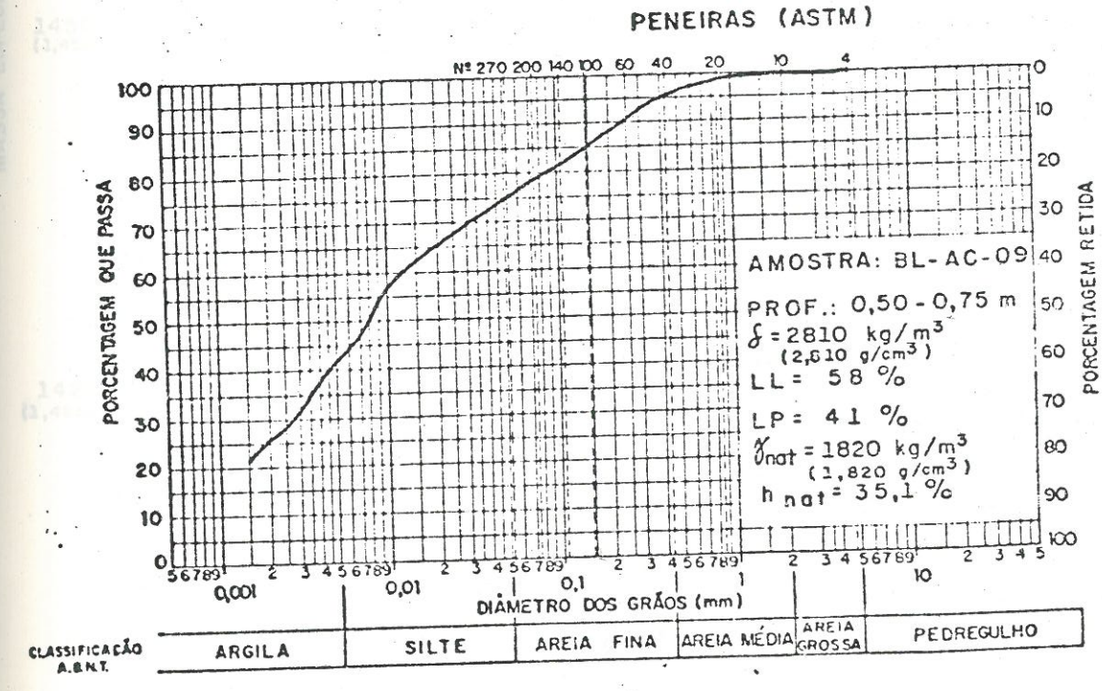




INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DIVISÃO DE ENGENHARIA CIVIL		
DATA: 08/03/79	ENGº	MECÂNICA DOS SOLOS
DES:	ENG CHEFE	
DES CHEFE		
VICTOR F. B. DE MELLO AÇO MINAS		1-C.570.921

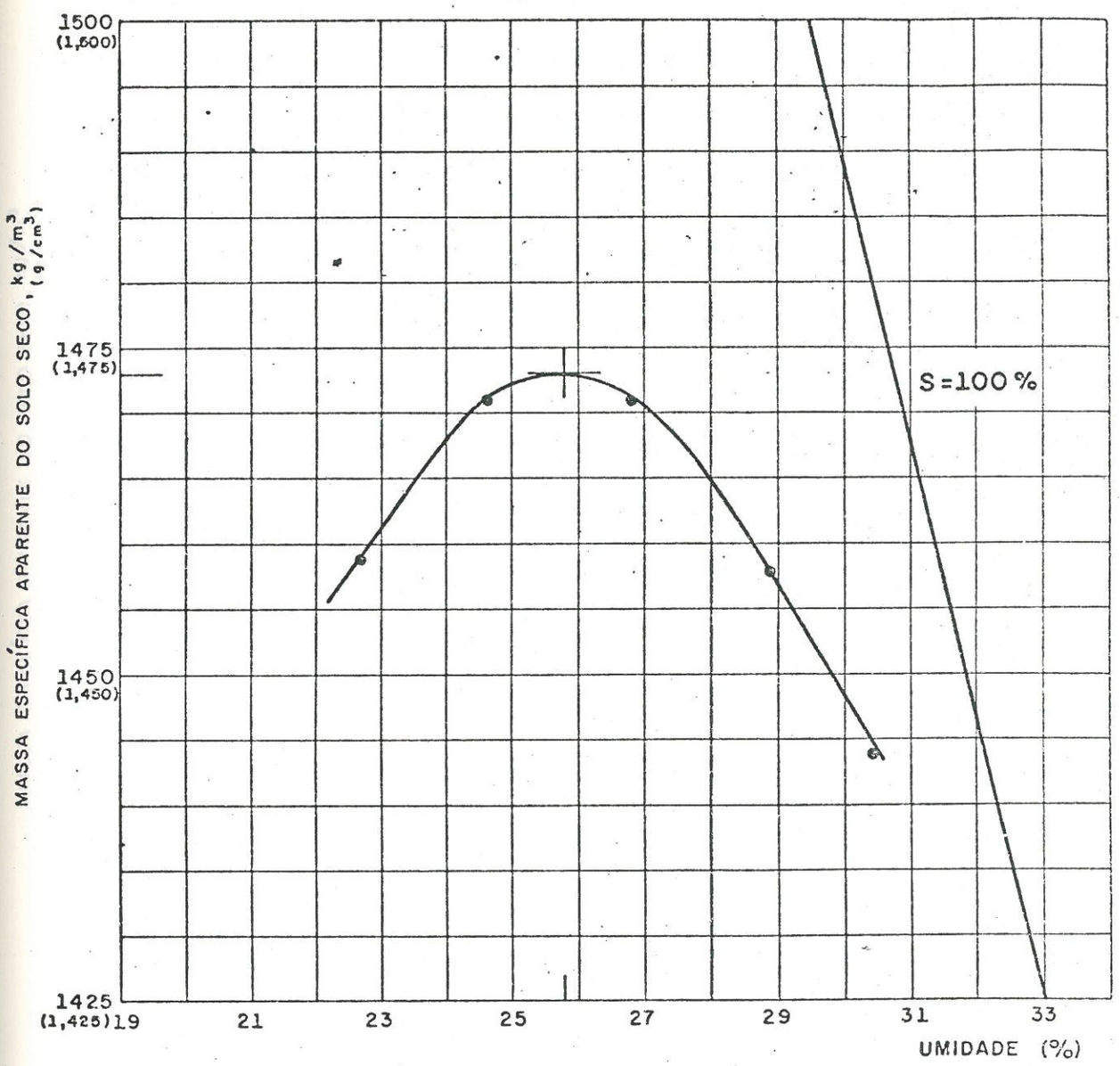
GRANULOMETRIA





INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DIVISÃO DE ENGENHARIA CIVIL		
DATA: 08/03/79	ENGº	MECÂNICA DOS SOLOS
DES:	ENG CHEFE	
DES CHEFE		
VICTOR F. B. DE MELLO AÇO MINAS		2-C.570.921

CURVA DE COMPACTAÇÃO



Umidade Ótima 25,8 %

Massa específica aparente seca máx. 1473 kg/m³ (1,473) (g/cm³).

PROCTOR NORMAL

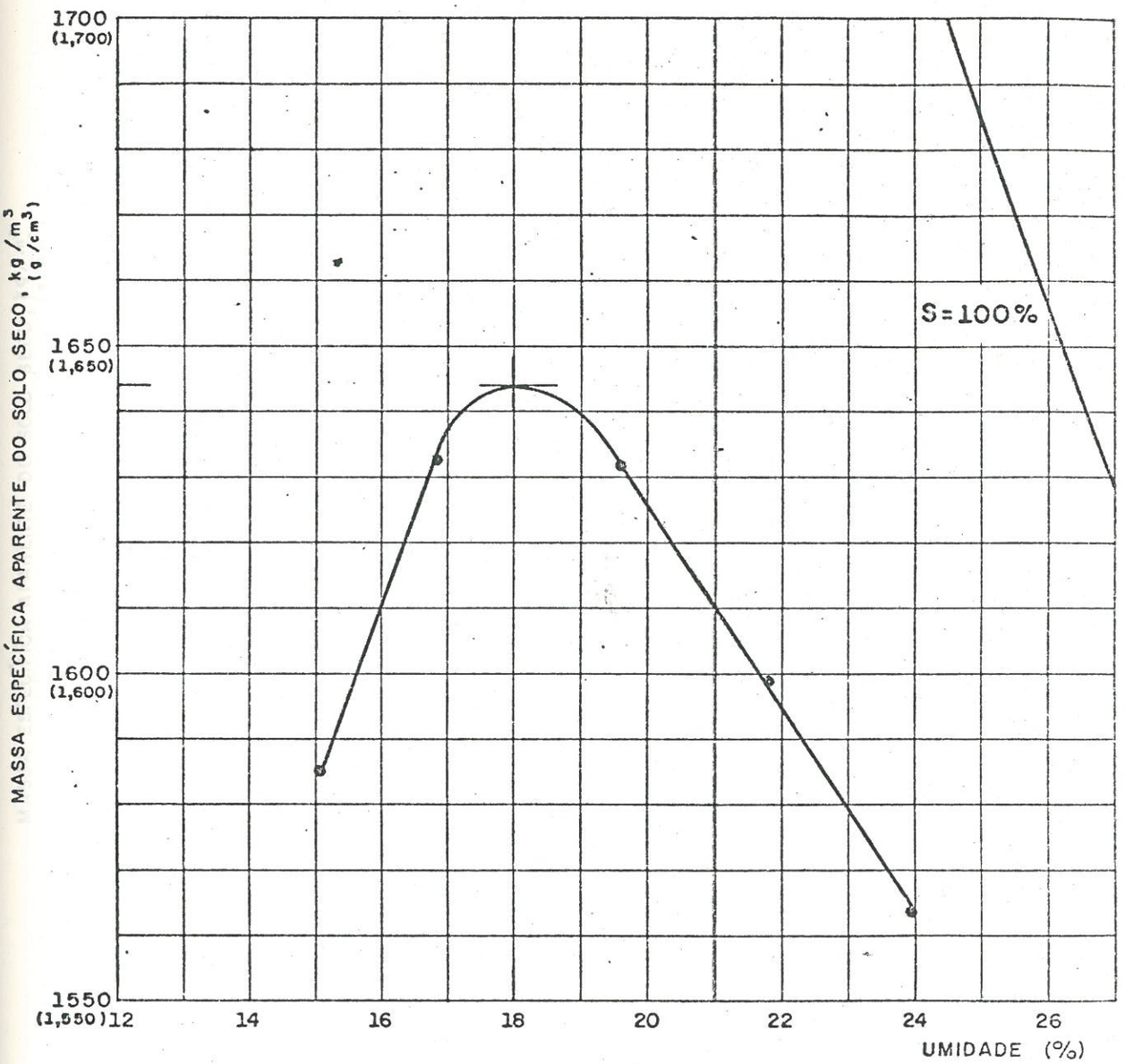
(SEM SECAGEM NEM REÚSO)

AMOSTRA : AC - 05

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS
DO ESTADO DE SÃO PAULO S/A — I.P.T.
DEC — AGR. DE GEOTÉCNICA

DATA: 08/03/79	ENGº	MECÂNICA DOS SOLOS
DES.	ENGº CHEFE	
DES. CHEFE		
VICTOR F. B. DE MELLO		
AÇO MINAS		3 - C. 570.921

CURVA DE COMPACTAÇÃO



Umidade Ótima 18,0 %

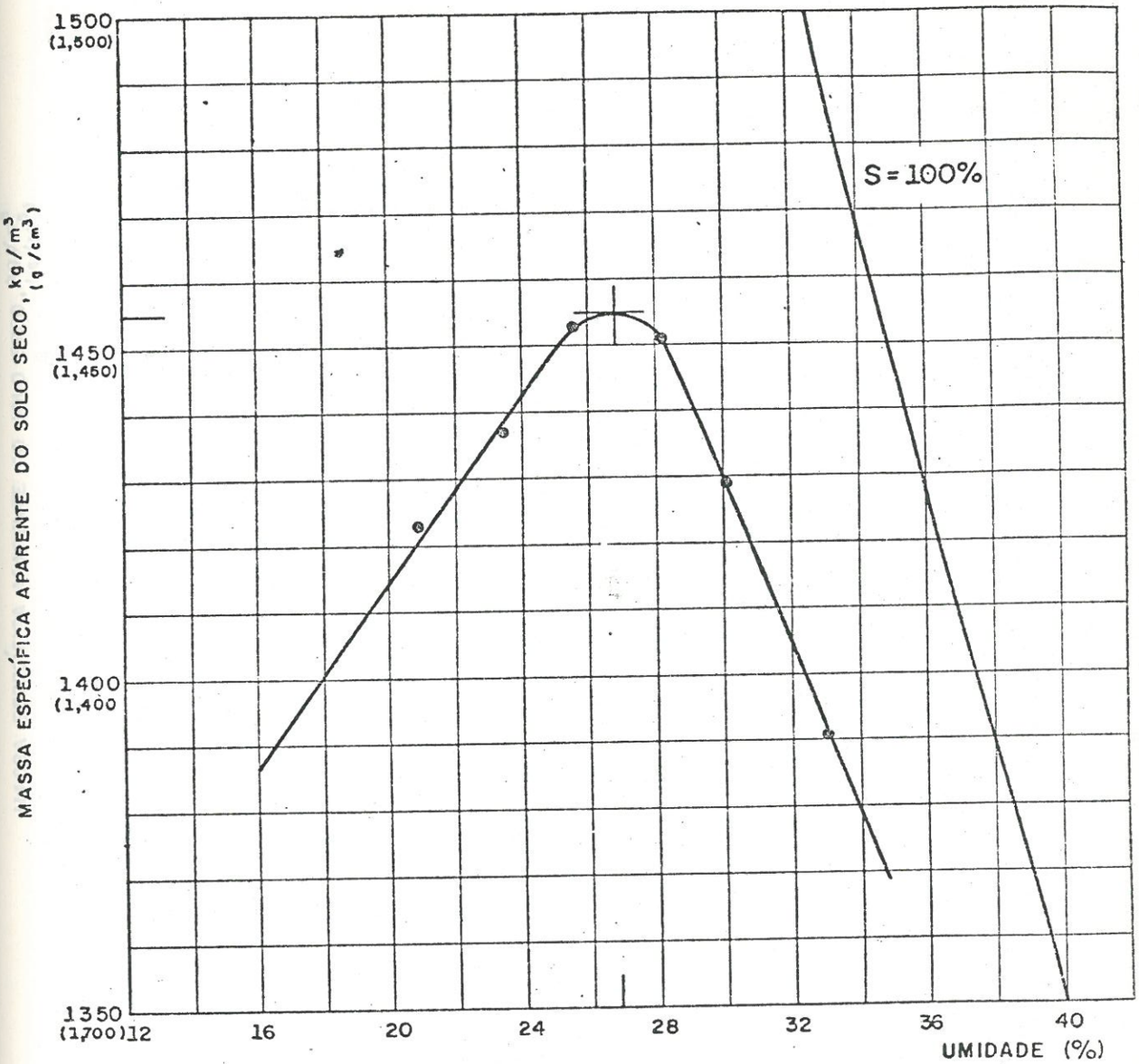
Massa específica aparente seca máx. 1644 kg/m³ (1,644) (g/cm³)

PROCTOR NORMAL
(SEM SECAGEM NEM REÚSO)

AMOSTRA : AC - 16

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S/A — I.P.T. DEC — AGR DE GEOTÉCNICA		
DATA: 08/03/79	ENGº	MECÂNICA DOS SOLOS
DES.	ENGº CHEFE	
DES. CHEFE		
VICTOR F. B. DE MELLO		4 - C. 570.921
AÇO MINAS		

CURVA DE COMPACTAÇÃO



Umidade Ótima 26,8 %

Massa específica aparente seca máx. 1455 kg/m³ (1,455) (g/cm³)

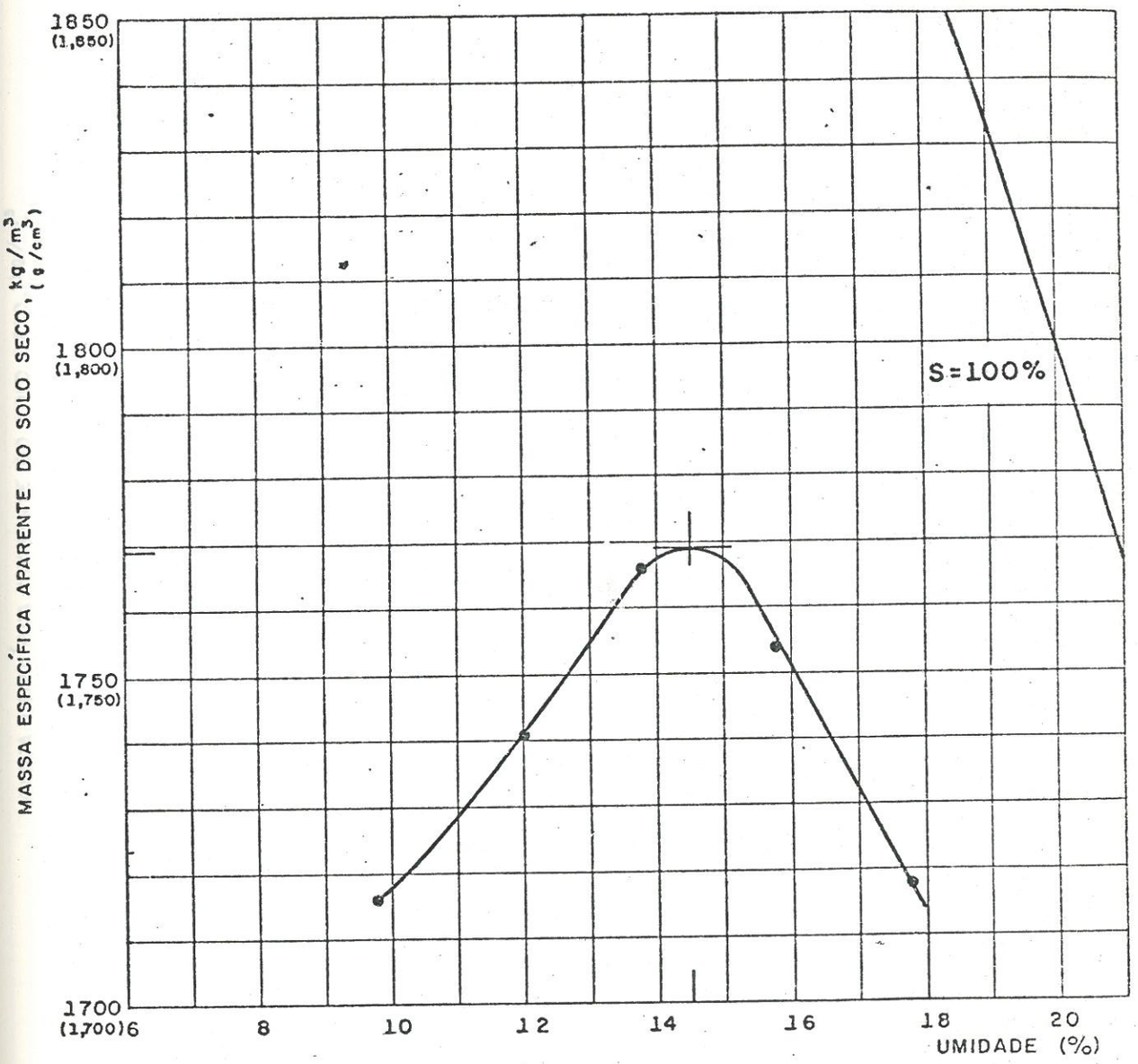
PROCTOR NORMAL

(SEM SECAGEM NEM REÚSO)

AMOSTRA : AC - 14

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLOGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S/A — I.P.T. DEC — AGR DE GEOTECNICA		
DATA: 02 / 05 / 79	ENG?	MECÂNICA DOS SOLOS
DES. ELIZA		
DES. CHEFE	ENG? CHEFE	
VICTOR F. B. DE MELLO		5 - C. 570 921
AÇO MINAS		

CURVA DE COMPACTAÇÃO



Umidade Ótima 14,5 %

Massa específica aparente seca máx. 1769 kg/m³ (1,769) (g/cm³)

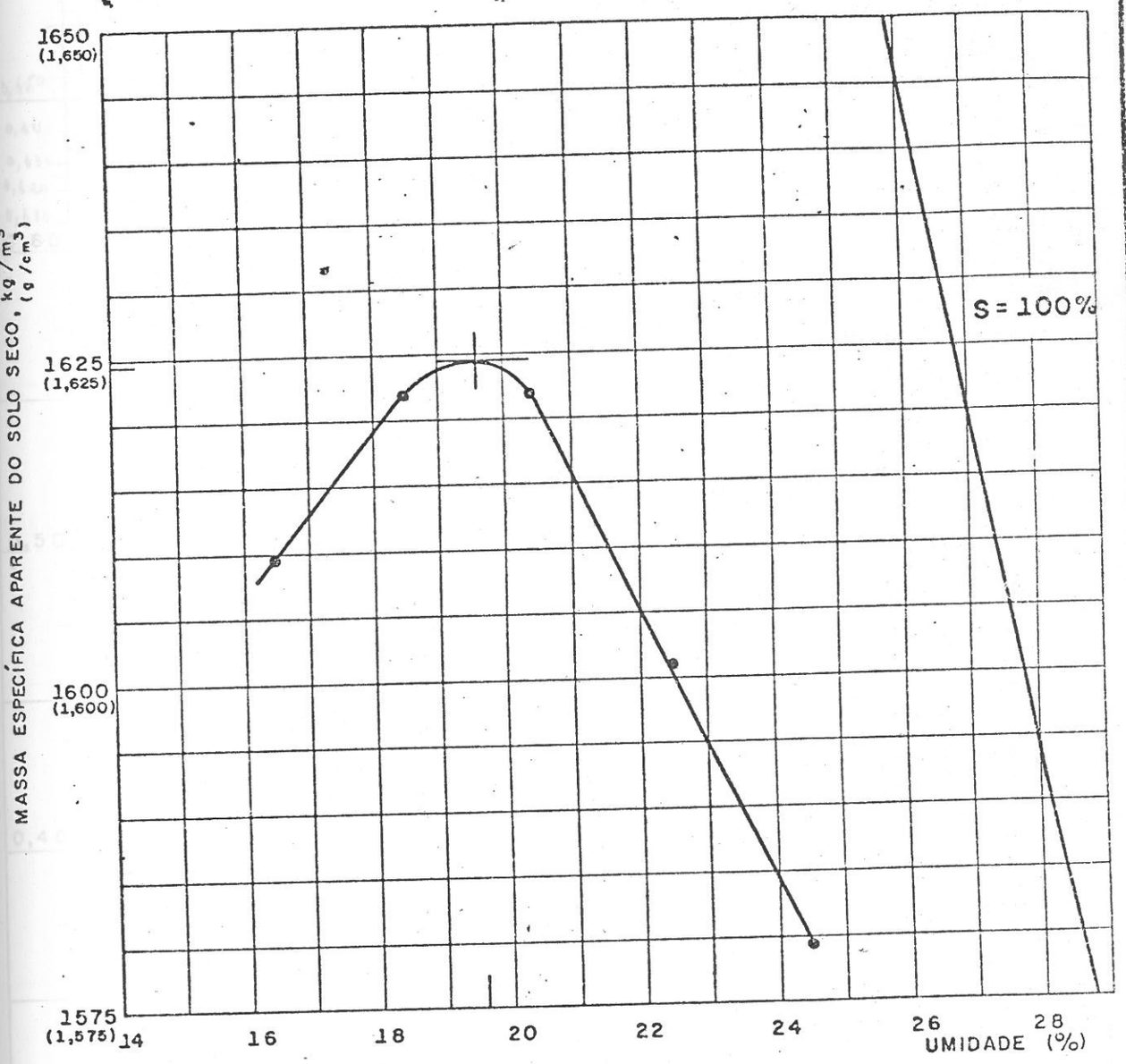
PROCTOR NORMAL
(SEM SECAGEM NEM REÚSO)

AMOSTRA : AC - 09

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS
DO ESTADO DE SÃO PAULO S/A — I.P.T.
DEC — AGR DE GEOTÉCNICA

DATA: 08/03/79	ENGº	MECÂNICA DOS SOLOS
DES.	ENGº CHEFE	
DES. CHEFE		
VICTOR F. B. DE MELLO		
AÇO MINAS		6 - C. 570.921

CURVA DE COMPACTAÇÃO



Umidade Ótima 19,6 %

Massa específica aparente seca máx. 1624 kg/m³ (1,624) (g/cm³).

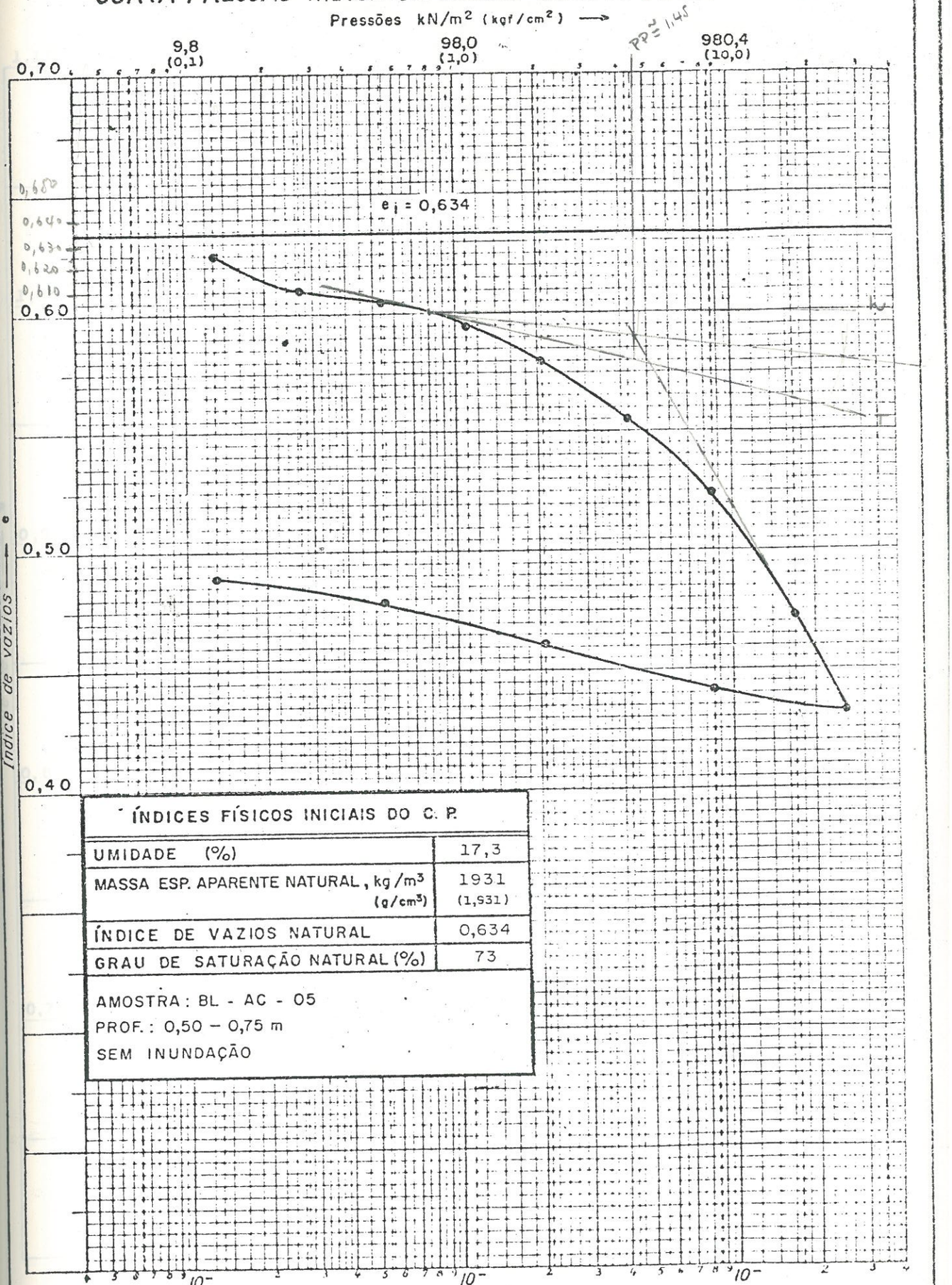
PROCTOR NORMAL

(SEM SECAGEM NEM REÚSO)

AMOSTRA : SIN - 02

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S/A — I.P.T. DEC — AGR DE GEOTÉCNICA		
DATA: 08/03/79	ENGº	MECÂNICA DOS SOLOS
DES.	ENGº CHEFE	
DES. CHEFE		
VICTOR F. B. DE MELLO		7 - C. 570 921
AÇO MINAS		

CURVA PRESSÃO-ÍNDICE DE VAZIOS-COEF. DE ADENSAMENTO



ÍNDICES FÍSICOS INICIAIS DO C. P.	
UMIDADE (%)	17,3
MASSA ESP. APARENTE NATURAL, kg/m³ (g/cm³)	1931 (1,931)
ÍNDICE DE VAZIOS NATURAL	0,634
GRAU DE SATURAÇÃO NATURAL (%)	73

AMOSTRA: BL - AC - 05
PROF.: 0,50 – 0,75 m
SEM INUNDAÇÃO

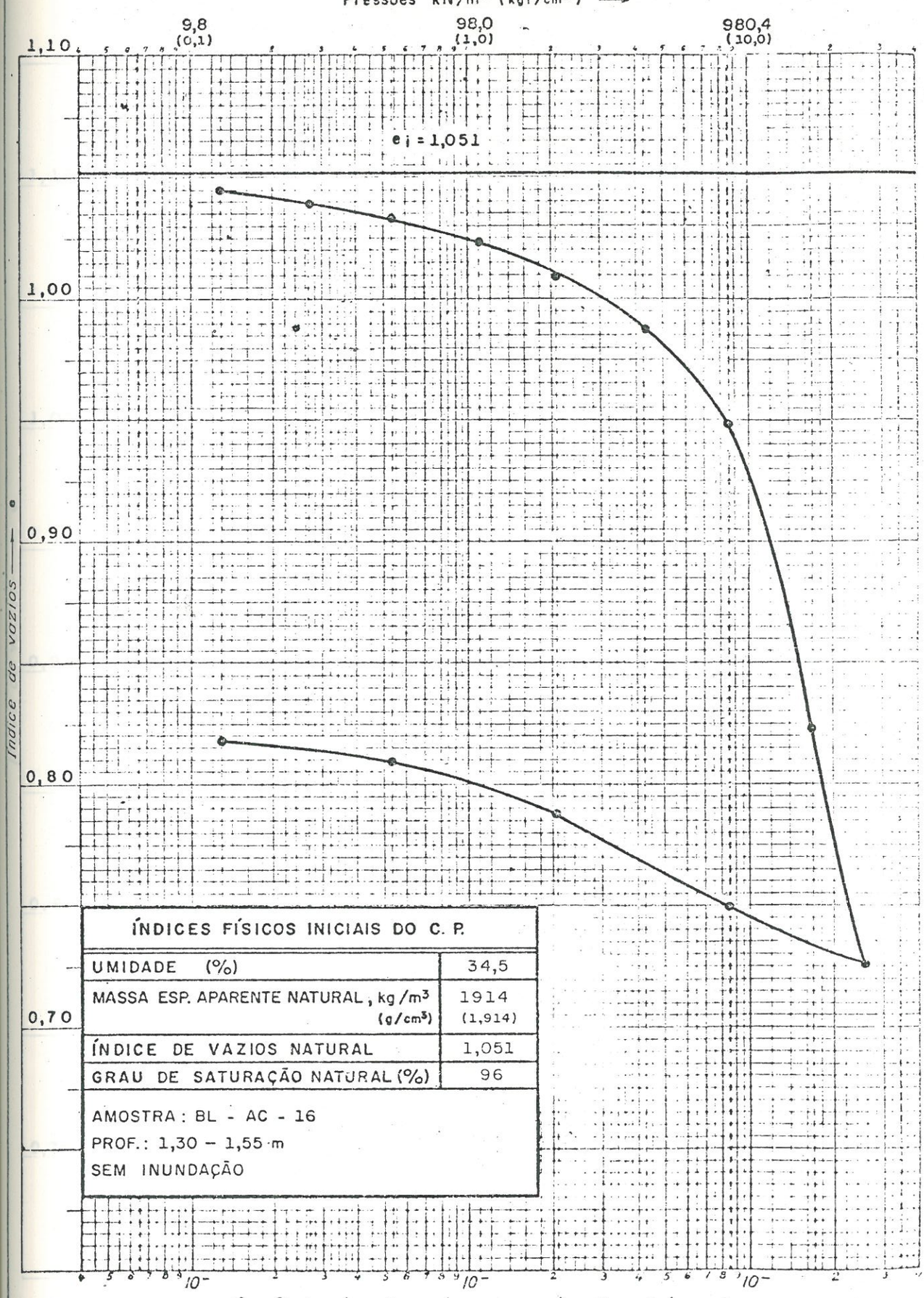
Pre-adensamento { Pressão ..... kgf/cm² Índice de compressão ...
Índice de vazios ..... Índice de expansão

Data 06/3/79
VICTOR F. B. DE MELLO
AÇO MINAS

I. P. T.
MEC. DOS SOLOS
8-C.570.921

Papel CANSON

CURVA PRESSÃO-ÍNDICE DE VAZIOS-COEF. DE ADENSAMENTO



ÍNDICES FÍSICOS INICIAIS DO C. P.	
UMIDADE (%)	34,5
MASSA ESP. APARENTE NATURAL, kg/m³ (g/cm³)	1914 (1,914)
ÍNDICE DE VAZIOS NATURAL	1,051
GRAU DE SATURAÇÃO NATURAL (%)	96

AMOSTRA : BL - AC - 16
PROF.: 1,30 – 1,55 m
SEM INUNDAÇÃO

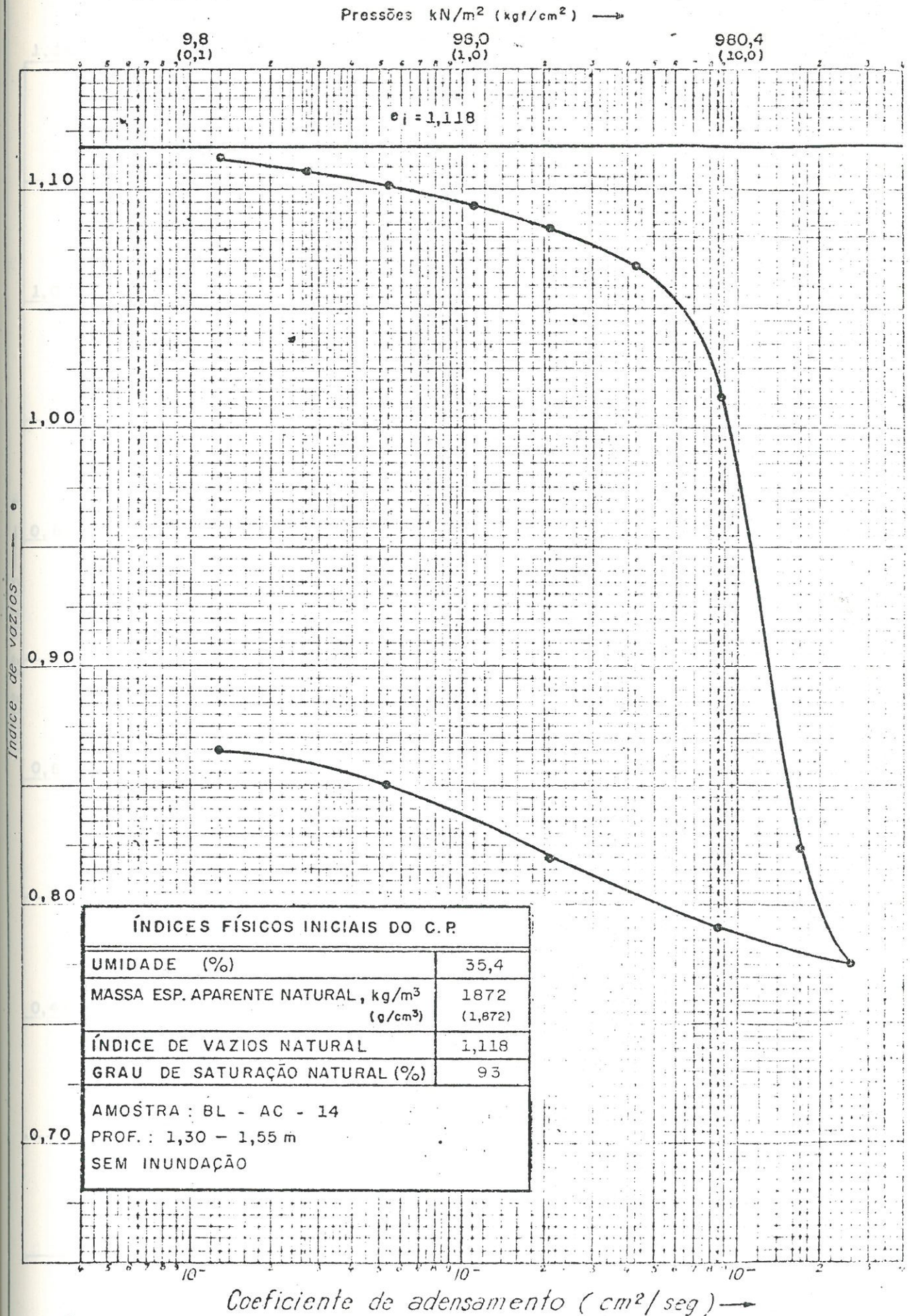
Pré-adensamento { Pressão ..... kgf/cm² Índice de compressão .....
Índice de vazios ..... Índice de expansão .....

Data 06/3/79
Desenho Paiva
VICTOR F. B. DE MELLO
AÇO MINAS

I. P. T.
MEC DOS SOLOS
9-C.570.921

Legítimo Papel CANSON

CURVA PRESSÃO-ÍNDICE DE VAZIOS-COEF. DE ADENSAMENTO



ÍNDICES FÍSICOS INICIAIS DO C.P.	
UMIDADE (%)	35,4
MASSA ESP. APARENTE NATURAL, kg/m³ (g/cm³)	1872 (1,872)
ÍNDICE DE VAZIOS NATURAL	1,118
GRAU DE SATURAÇÃO NATURAL (%)	93

AMOSTRA : BL - AC - 14
PROF. : 1,30 – 1,55 m
SEM INUNDAÇÃO

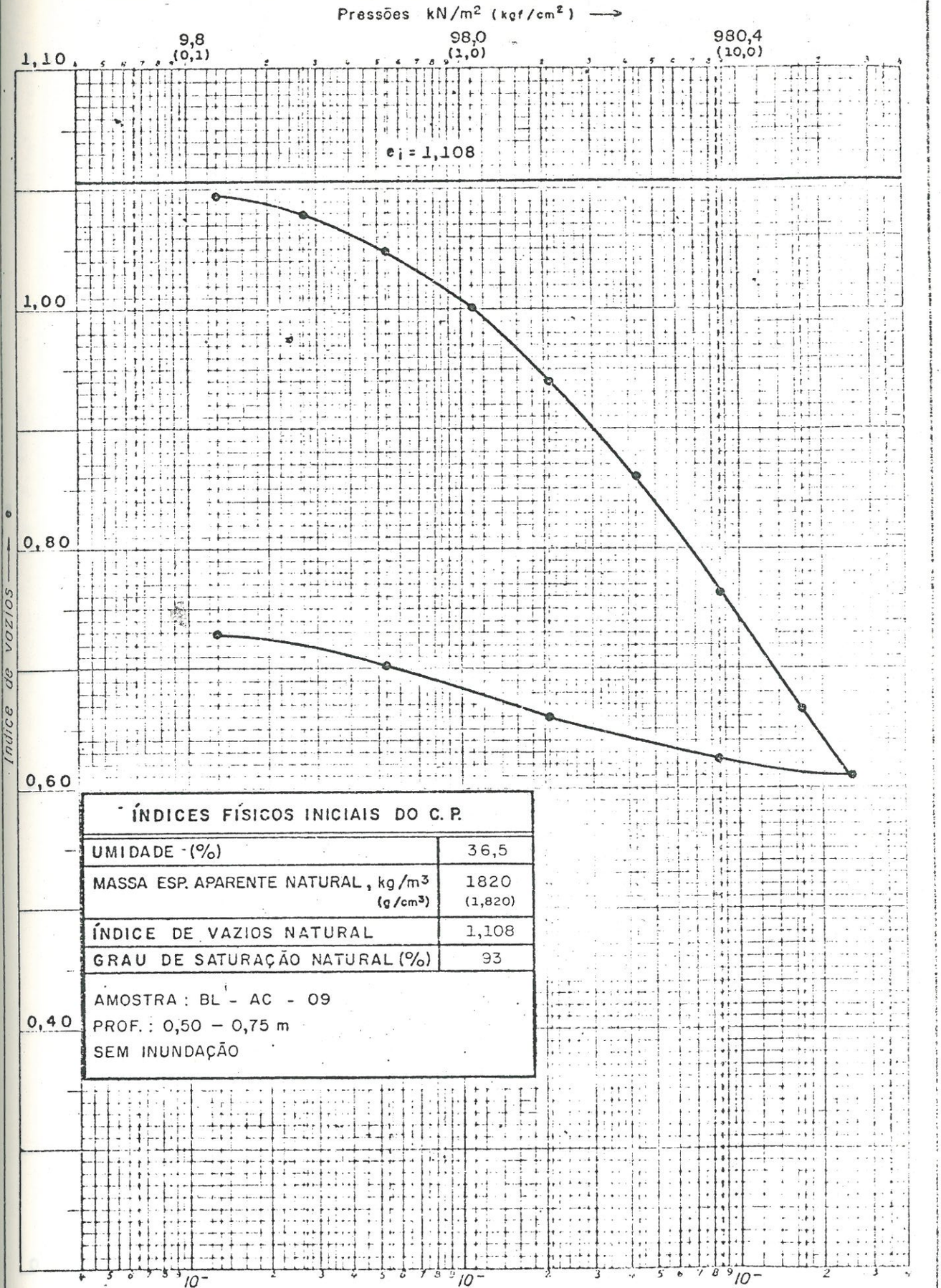
Pre-adensamento { *Pressão* ..... *Índice de compressão* / *Índice de vazios* ..... *Índice de expansão*

08/3/79
VICTOR F. B. DE MELLO
AÇO MINAS

I. P. T.
MEC. DOS SOLOS
10-C.570.921

Legítimo Papel CANSON

CURVA PRESSÃO-ÍNDICE DE VAZIOS-COEF. DE ADENSAMENTO



ÍNDICES FÍSICOS INICIAIS DO C. P.	
UMIDADE (%)	36,5
MASSA ESP. APARENTE NATURAL, kg/m³ (g/cm³)	1820 (1,820)
ÍNDICE DE VAZIOS NATURAL	1,108
GRAU DE SATURAÇÃO NATURAL (%)	93

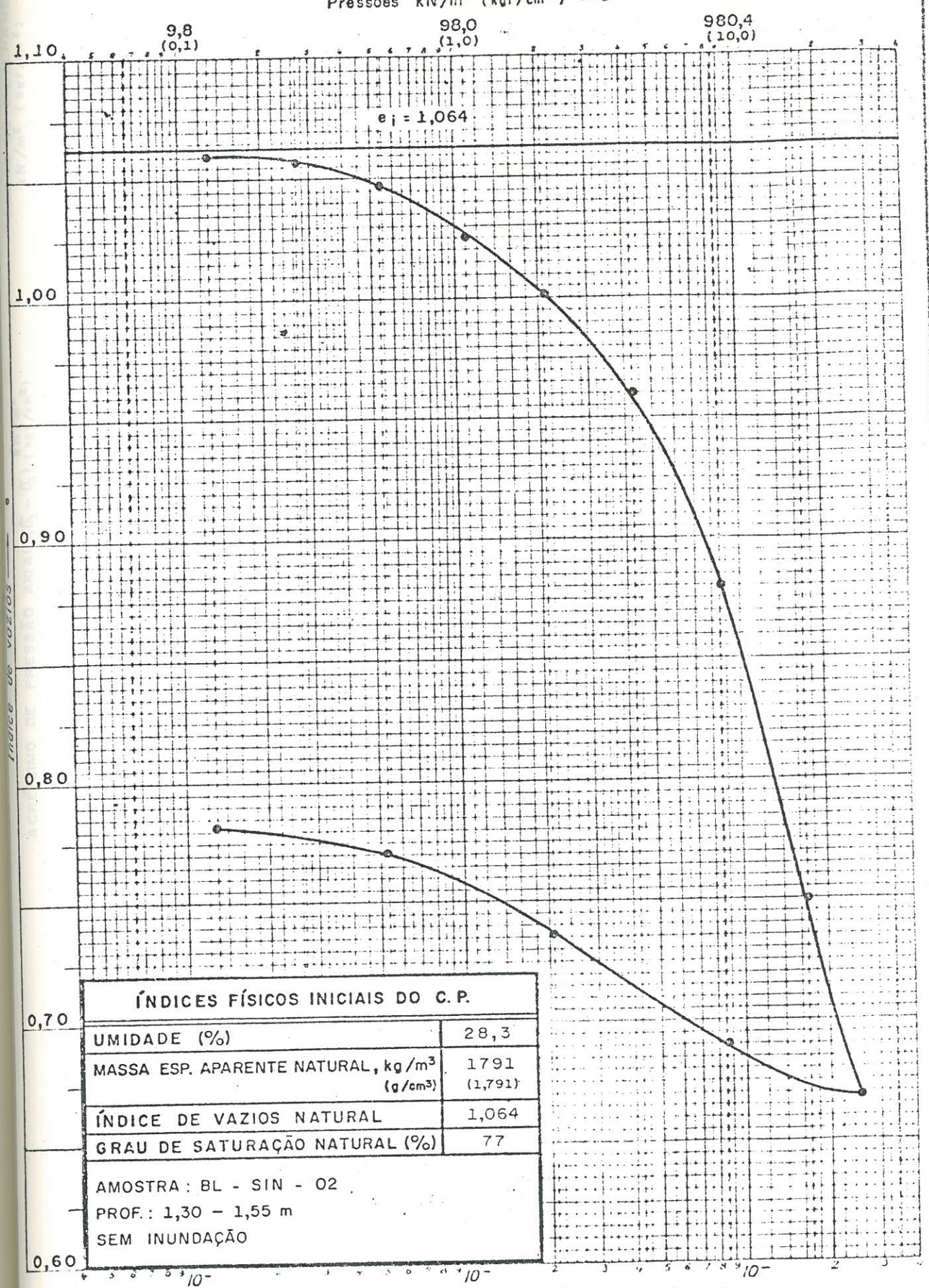
AMOSTRA : BL - AC - 09
PROF. : 0,50 – 0,75 m
SEM INUNDAÇÃO

Pre-adensamento { Pressão ..... kgf/cm² Índice de compressão
Índice de vazios ..... Índice de expansão

Data: 06/3/79	I. P. T.
Desenho: Pauper	MEC. DOS SOLOS
VICTOR F. B. DE MELLO AÇO MINAS	11-C.570.921

Legítimo Papel CANSON

CURVA PRESSÃO-ÍNDICE DE VAZIOS-COEF. DE ADENSAMENTO



ÍNDICES FÍSICOS INICIAIS DO C. P.	
UMIDADE (%)	28,3
MASSA ESP. APARENTE NATURAL, kg/m³ (g/cm³)	1791 (1,791)
ÍNDICE DE VAZIOS NATURAL	1,064
GRAU DE SATURAÇÃO NATURAL (%)	77

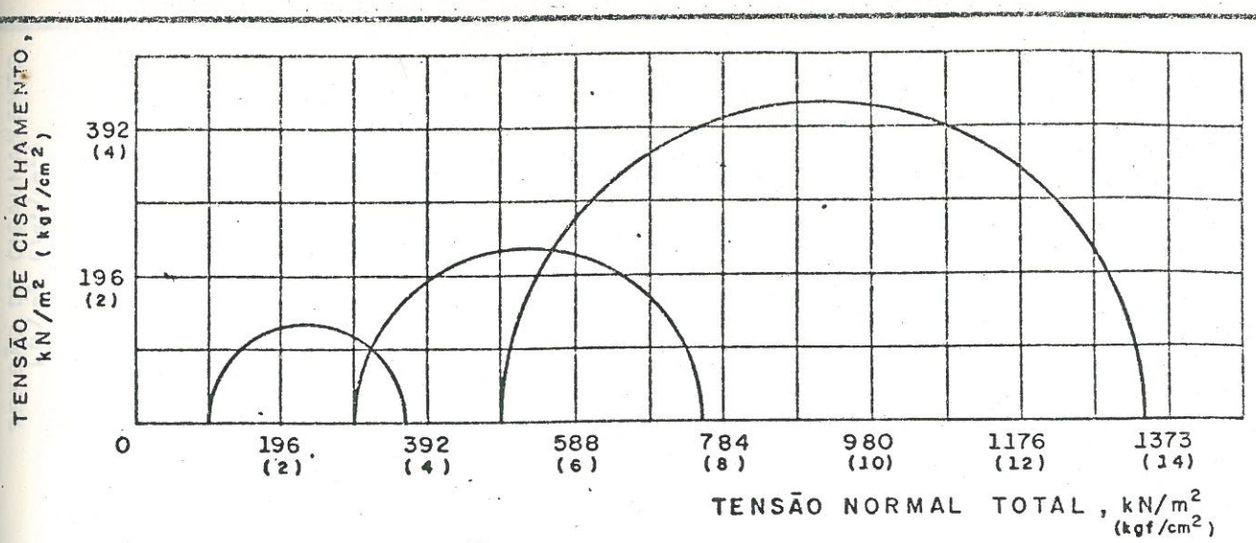
AMOSTRA : BL - SIN - 02
PROF.: 1,30 – 1,55 m
SEM INUNDAÇÃO

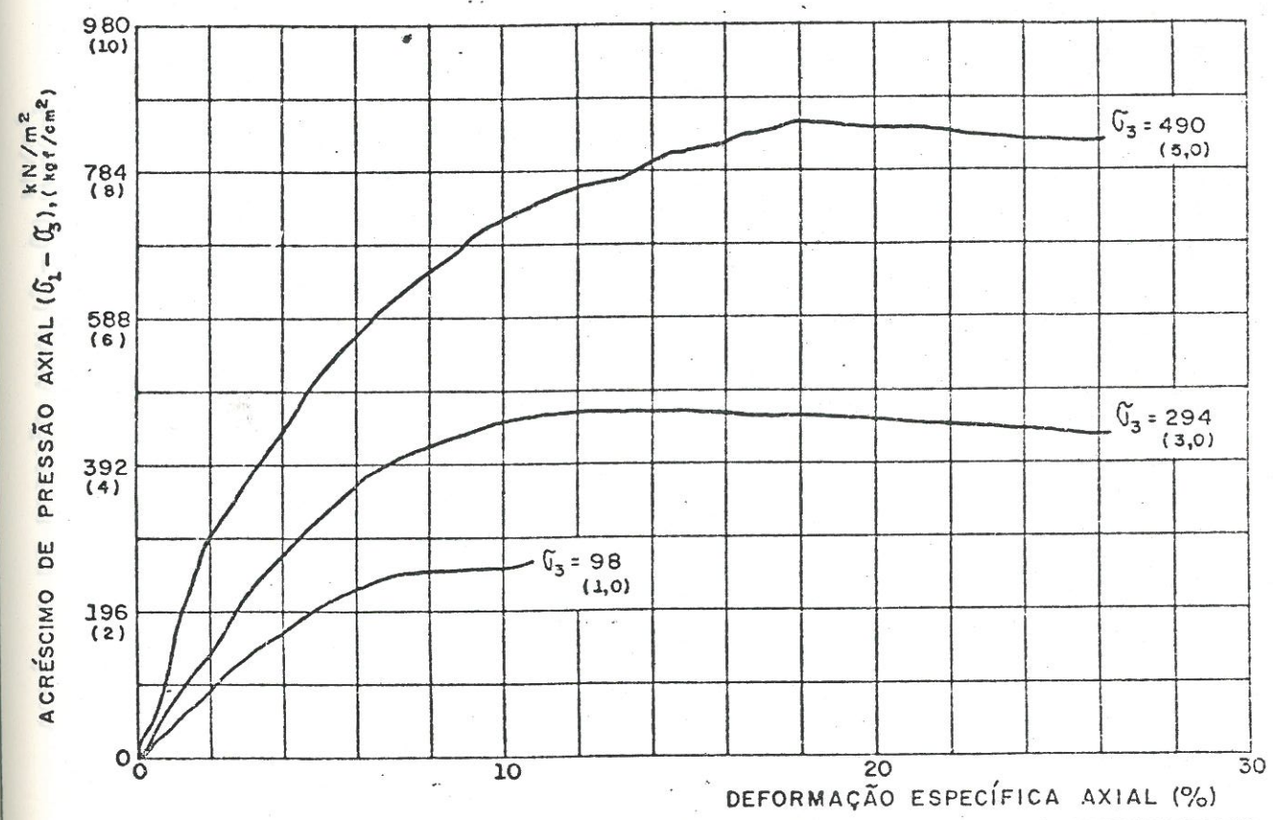
Pré-adensamento { Pressão ..... kgf/cm² Índice de compressão
Índice de vazios ..... Índice de expansão

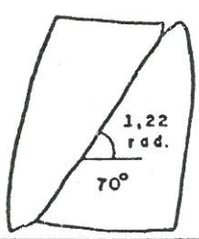
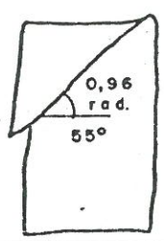
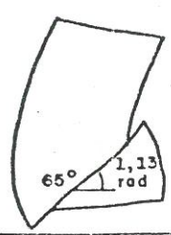
Data 06/3/79
VICTOR F. B. DE MELLO
AÇO MINAS

I. P. T.
MEC. DOS SOLOS
12-C.570.921

Legítimo Papel CANSON



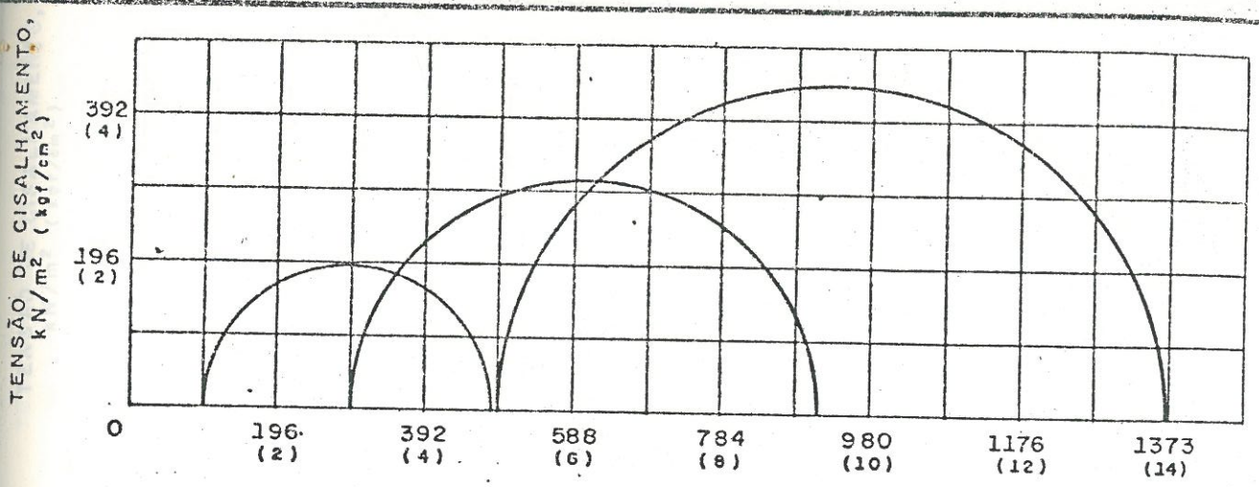


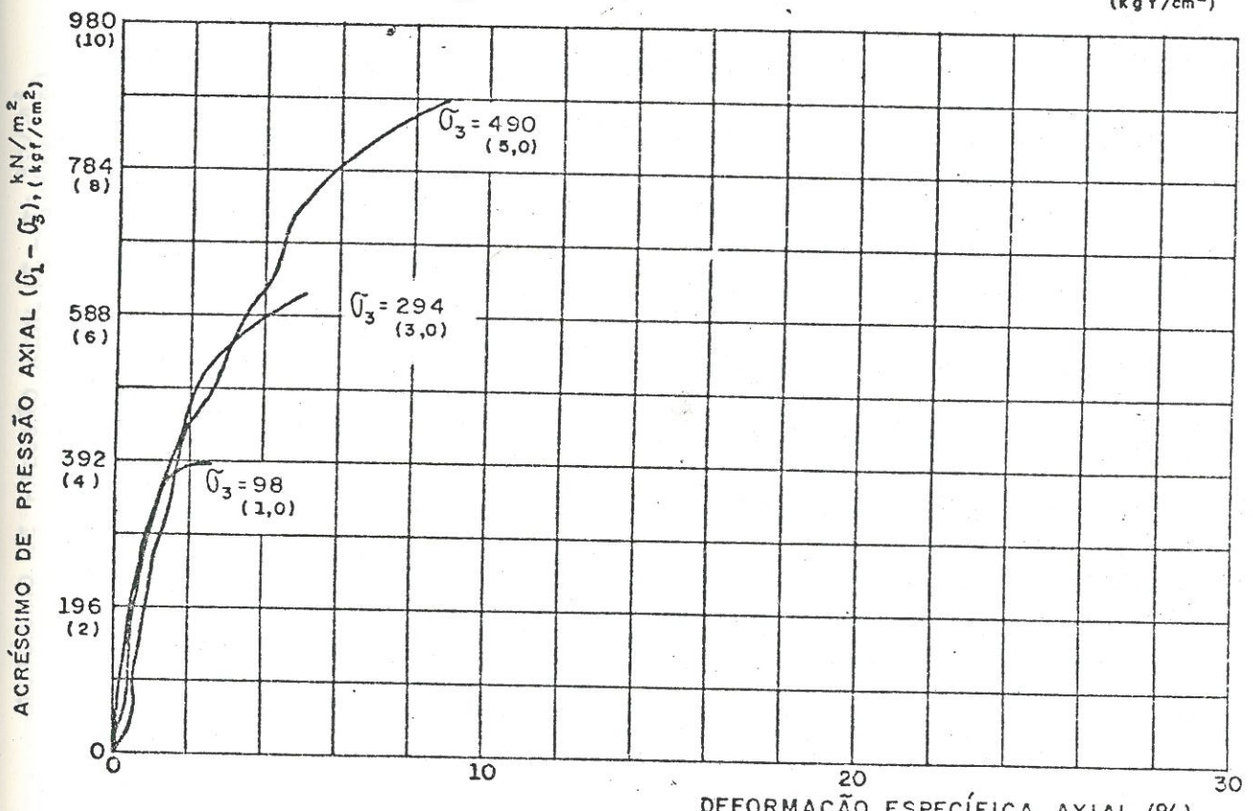
CROQUÍS APÓS A RUPTURA E ÍNDICES FÍSICOS INICIAIS DOS C. P.		
σ_3 = 98 kN/m² (1,0 kgf/cm²)	σ_3 = 294 kN/m² (3,0 kgf/cm²)	σ_3 = 490 kN/m² (5,0 kgf/cm²)
		
h = 14,8 %	h = 18,3 %	h = 16,3 %
γ_n = 1896 kg/m³ (1,896 g/cm³)	γ_n = 1964 kg/m³ (1,964 g/cm³)	γ_n = 1936 kg/m³ (1,936 g/cm³)
e = 0,628	e = 0,619	e = 0,616
S = 63 %	S = 79 %	S = 71 %

ENSAIO TRIAXIAL S
AMOSTRA : BL - AC - 05
PROF. : 0,50 - 0,75 m

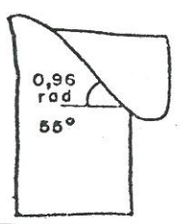
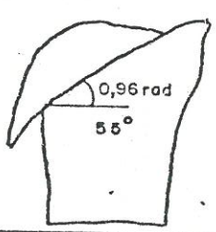
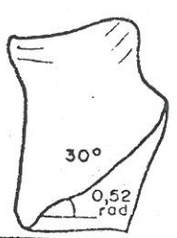
INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS
DO ESTADO DE SÃO PAULO S/A — I.P.T.
DEC — AGR DE GEOTECNICA

DATA : 04/05/79	ENGº	MECÂNICA DOS SOLOS
DES.	ENGº CHEFE	
DES. CHEFE		
VICTOR F. B. DE MELLO		
AÇO MINAS		13 - C. 570.921





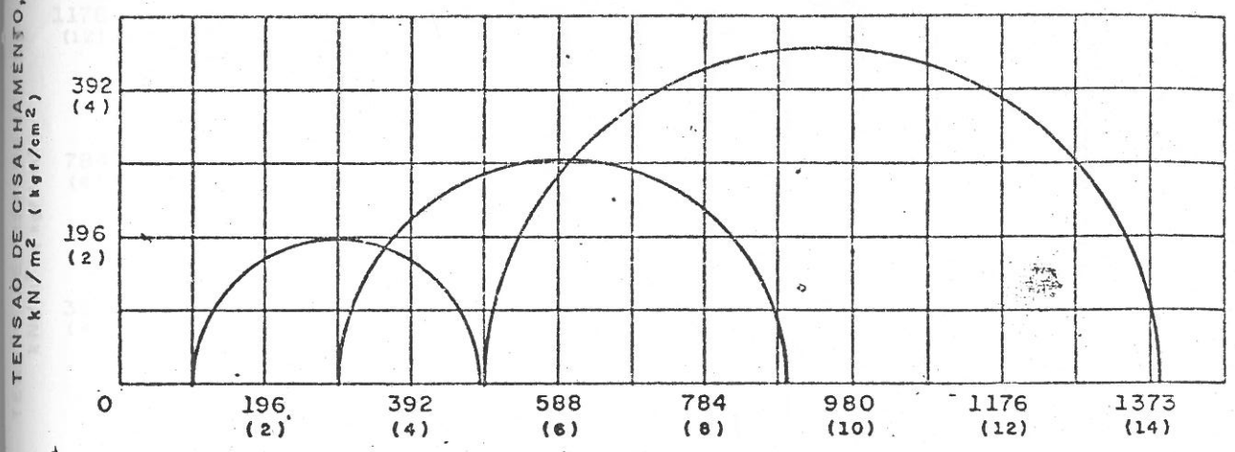
CROQUÍS APÓS A RUPTURA E ÍNDICES FÍSICOS INICIAIS DOS C. P.

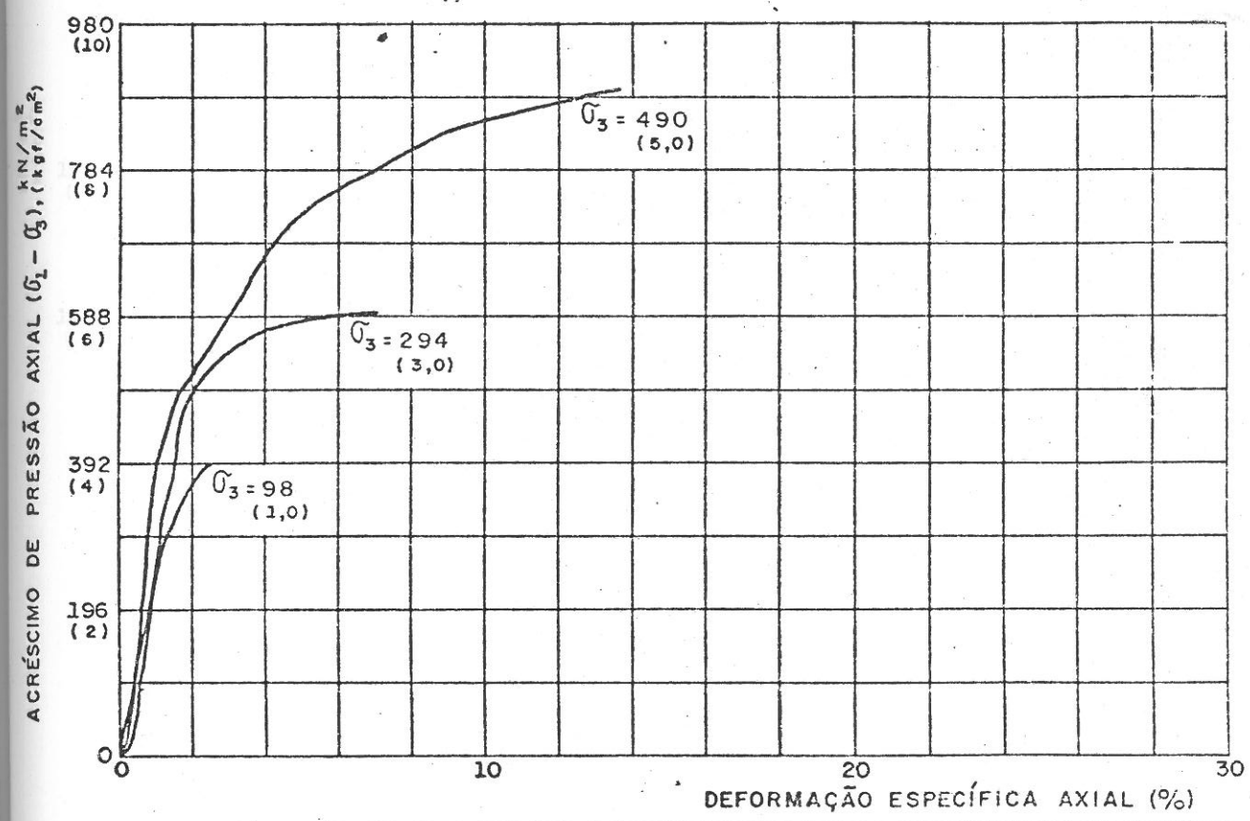
σ_3 = 98 kN/m² (1,0 kgf/cm²)	σ_3 = 294 kN/m² (3,0 kgf/cm²)	σ_3 = 490 kN/m² (5,0 kgf/cm²)
		
h = 38,1 %	h = 37,3 %	h = 38,2 %
γ_n = 1860 kg/m³ (1,860 g/cm³)	γ_n = 1859 kg/m³ (1,859 g/cm³)	γ_n = 1861 kg/m³ (1,861 g/cm³)
e = 1,176	e = 1,165	e = 1,176
S = 95 %	S = 94 %	S = 95 %

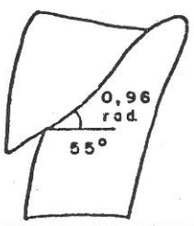
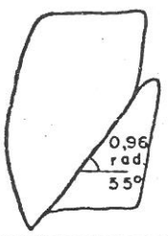
ENSAIO TRIAXIAL S
AMOSTRA: BL - AC - 14
PROF.: 1,30 – 1,55 m

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS
DO ESTADO DE SÃO PAULO S/A — I.P.T.
DEC — AGR. DE GEOTÉCNICA

DATA: 08/05/79	ENGº	MECÂNICA DOS SOLOS
DES.	ENGº CHEFE	
DES. CHEFE		
VICTOR F. B. DE MELLO		
AÇO MINAS		14-C. 570.921



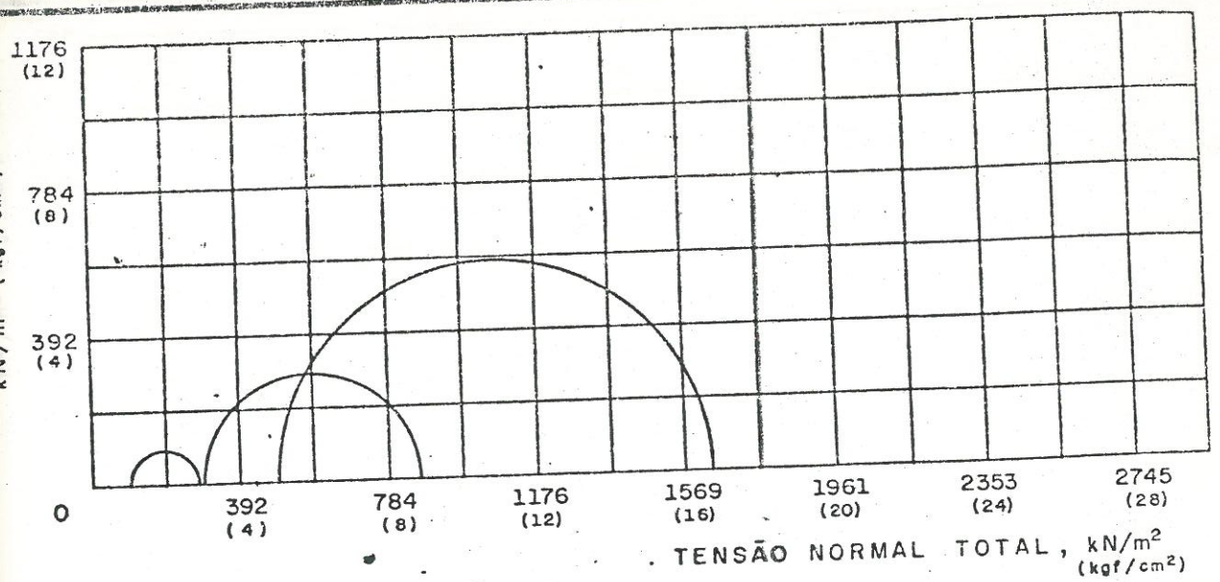


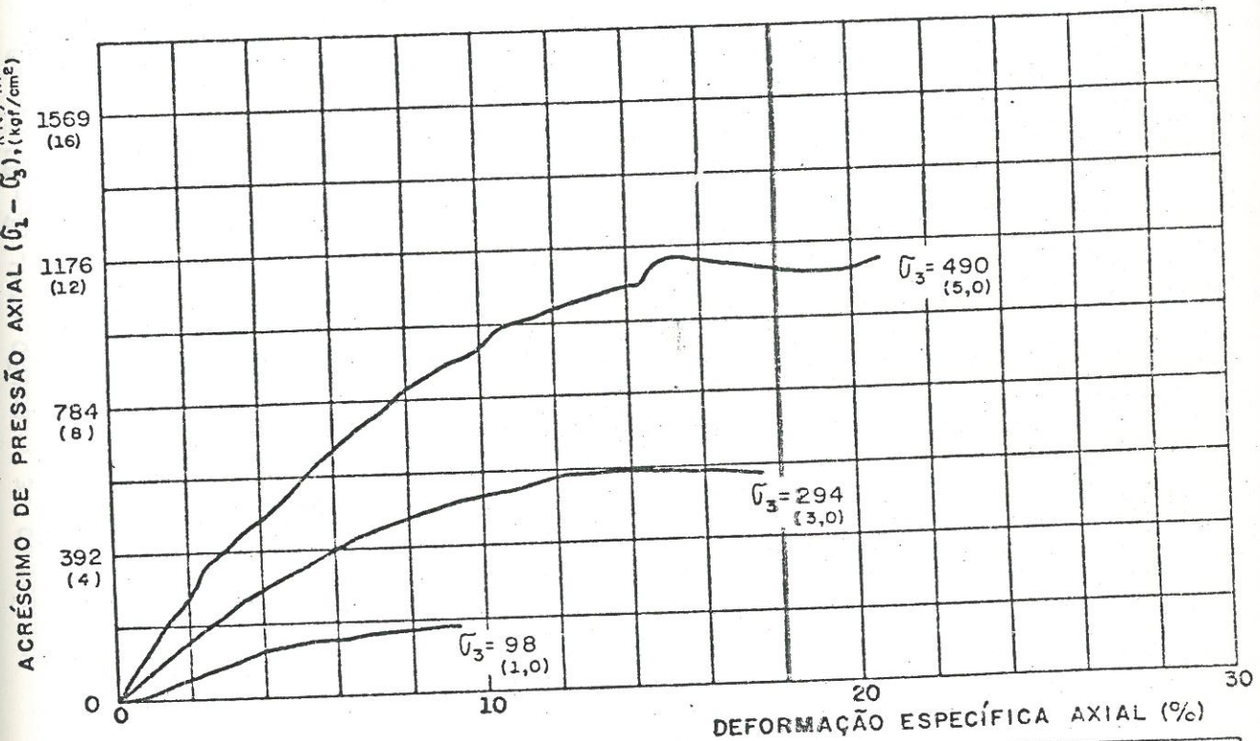
CROQUÍS APÓS A RUPTURA E ÍNDICES FÍSICOS INICIAIS DOS C. P.		
σ_3 = 98 kN/m² (1,0 kgf/cm²)	σ_3 = 294 kN/m² (3,0 kgf/cm²)	σ_3 = 490 kN/m² (5,0 kgf/cm²)
	NÃO FOI POSSÍVEL OBTER O CROQUI APÓS A RUPTURA.	
h = 34,8 %	h = 34,5 %	h = 35,1 %
γ_n = 1904 kg/m³ (1,904 g/cm³)	γ_n = 1943 kg/m³ (1,943 g/cm³)	γ_n = 1895 kg/cm³ (1,895 g/cm³)
e = 1,059	e = 1,014	e = 1,076
S = 96 %	S = 99 %	S = 95 %

ENSAIO TRIAXIAL S
AMOSTRA: BL - AC - 16
PROF.: 1,30 - 1,55 m

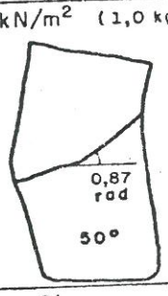
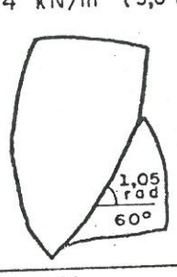
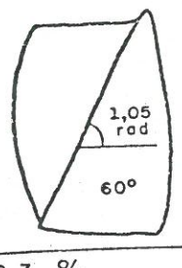
INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS
DO ESTADO DE SÃO PAULO S/A — I.P.T.
DEC — AGR DE GEOTÉCNICA

DATA: 09/05/79	ENGº	MECÂNICA DOS SOLOS
DES.	ENGº CHEFE	
DES. CHEFE		
VICTOR F. B. DE MELLO		15 - C. 570.921
AÇO MINAS		





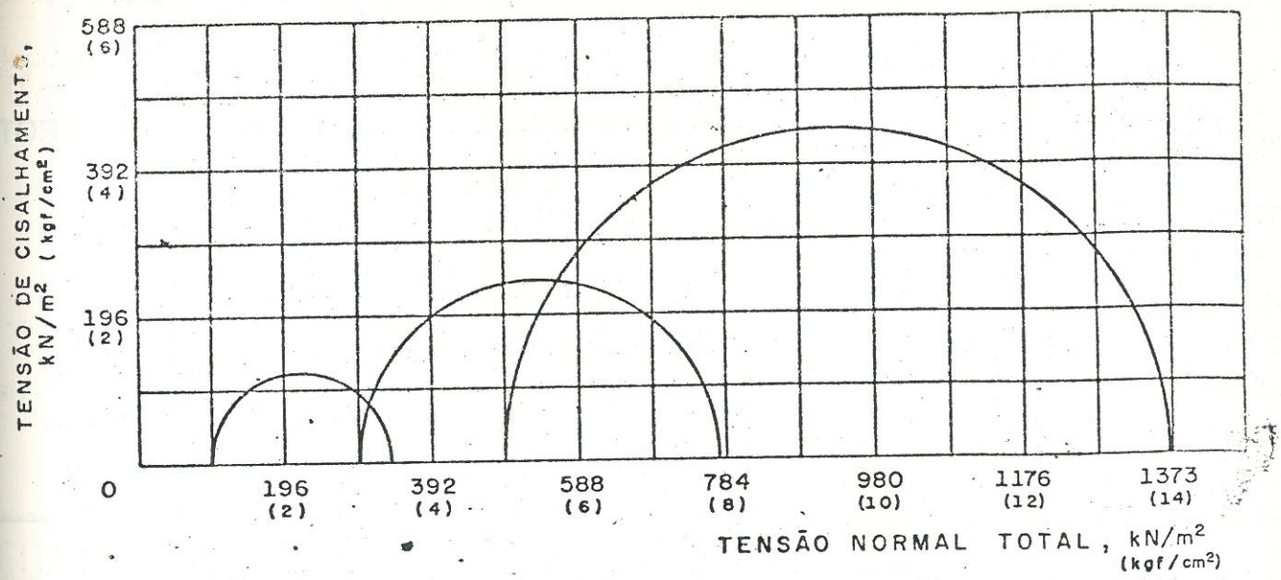
CROQUÍS APÓS A RUPTURA E ÍNDICES FÍSICOS INICIAIS DOS C. P.

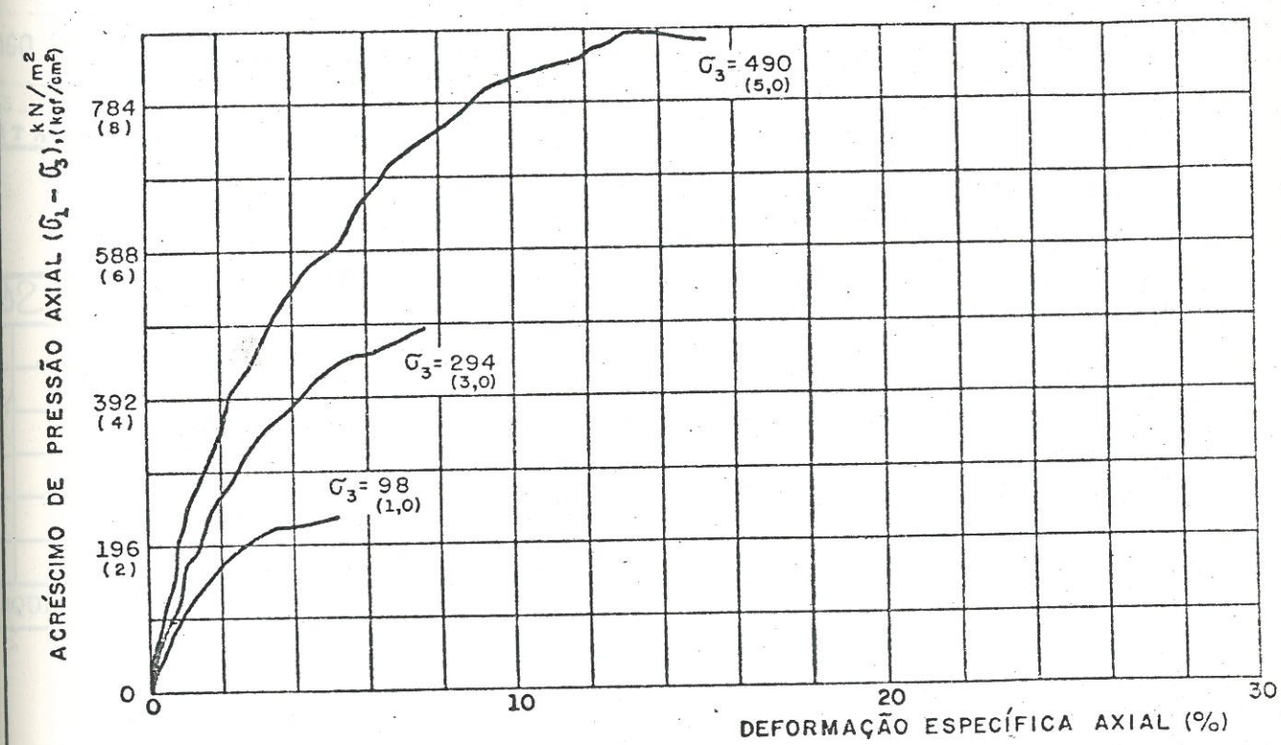
σ_3 = 98 kN/m² (1,0 kgf/cm²)	σ_3 = 294 kN/m² (3,0 kgf/cm²)	σ_3 = 490 kN/m² (5,0 kgf/cm²)
		
h = 31,9 %	h = 32,8 %	h = 36,3 %
γ_n = 1763 kg/m³ (1,763 g/cm³)	γ_n = 1814 kg/m³ (1,814 g/cm³)	γ_n = 1798 kg/m³ (1,798 g/cm³)
e = 1,103	e = 1,056	e = 1,130
S = 81 %	S = 87 %	S = 90 %

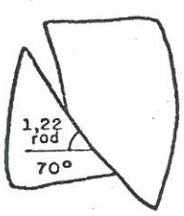
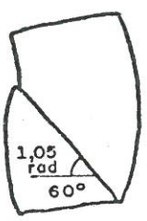
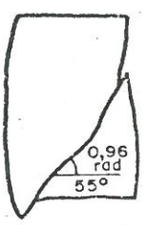
ENSAIO TRIAXIAL S
AMOSTRA : BL - AC - 09
PROF. : 0,50 – 0,75 m

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS
DO ESTADO DE SÃO PAULO S/A — I.P.T.
DEC — AGR DE GEOTÉCNICA

DATA: 26/07/79	ENG?	MECÂNICA DOS SOLOS
DES. Arlindo Bento	ENG? CHEFE	
DES. CHEFE		
VICTOR F. B. DE MELLO		
AÇO MINAS		16 - C.570.92





CROQUÍS APÓS A RUPTURA E ÍNDICES FÍSICOS INICIAIS DOS C. P.		
σ_3 = 98 kN/m² (1,0 kgf/cm²)	σ_3 = 294 kN/m² (3,0 kgf/cm²)	σ_3 = 490 kN/m² (5,0 kgf/cm²)
		
h = 36,8 %	h = 32,9 %	h = 26,6 %
γ_n = 1681 kg/m³ (1,681 g/cm³)	γ_n = 1738 kg/m³ (1,738 g/cm³)	γ_n = 1786 kg/m³ (1,786 g/cm³)
e = 1,344	e = 1,202	e = 1,041
S = 79 %	S = 79 %	S = 74 %

ENSAIO TRIAXIAL S
AMOSTRA : BL - SIN - 2
PROF. : 1,30 – 1,55 m

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS
DO ESTADO DE SÃO PAULO S/A — I.P.T.
DEC — AGR. DE GEOTÉCNICA

DATA: 23/05/79	ENGº	MECÂNICA DOS SOLOS
DES. Armando Bento	ENGº CHEFE	
DES. CHEFE		
VICTOR F. B. DE MELLO		
AÇO MINAS		17 - C. 570. 921

IEEC

...GERAIS S/A

CTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-LM-140879

São Paulo, 14 de Agôsto de 1979

20 AGO 1979 025603

ARQUIVO DE PROJETO

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

A
ANEXO COM
RECEBEMOS AM CÓPIAS
IEEC

...AGO 1979
...TARIA

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: Heavy Section Mill
Pacote C-05

Prezados Senhores,

...92
...QUIVO

Fomos informados oralmente que estaria praticamente decidido por V.Sas que as fundações da unidade acima referida (em áreas de aterro) seriam estaqueadas. Reconhecemos que tal decisão cabe indiscutivelmente a V.Sas como Proprietários.

No entanto, no fiel desempenho de nossa missão de assessorar a V.Sas em tais decisões condicionadas por nosso campo de especialização, sentimo-nos na obrigação de relembrar resumidamente a V.Sas alguns pontos já posicionados em relatórios anteriores:

1. O sobreaterro deve ter melhorado as condições do sub-solo, de tal modo que áreas cujas fundações se apoiem sobre estacas, já tenham apresentado (para as condições atuais) estabilização: portanto em tais estacas não ocorreria ação de atrito negativo. Adicionalmente pode ser dito que quanto maiores as escavações para execução das fundações, maior a probabilidade de que não ocorram recalques durante a vida útil da obra. Deve ser ponderado entretanto que em áreas em que não se alivia a carga por escavações, ou ainda pior em áreas de estocagens, os recalques poderão ainda ocorrer. Há ainda o problema de mudança de nível do lençol geo-hidrológico que poderia causar recalques, caso ocorra abaixamento do nível, a médio e longo prazo.

2. O estaqueamento poderá causar uma falsa confiança quanto ao comportamento, idealmente favorável no início e que poderá passar a ser gradativamente mais prejudicado com o tempo, quando poderão ocorrer efeitos de atrito negativo tanto em estacas como em qualquer elemento es

S
C
C

trutural enterrado: são diminutos (centimetros) os recalques necessários para mobilizar grande porcentagem do atrito.

Problemas que podem ocorrer no futuro, quando a Usina estiver funcionando em plena capacidade, são imensamente mais prejudiciais que os problemas iniciais (de fase de teste e operação inicial) que vão gradativa e previsivelmente diminuindo com o tempo.

3. Continuaríamos portanto com nossa recomendação que se adote e viabilize a fundação direta, (ver nosso AÇO-G-150679.) desde que nos dotassem de dados suficientes para as quantificações respectivas.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

VM/MC/ms

IEEC

CTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-LM-130879

São Paulo, 13 de Agôsto de 1979

AÇOMINAS GERAIS S/A
-AÇOMINAS-

20 AGO 15 47 R 025602

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo HOrizonte - MG

RECEBIDO
1 AGO 1979
ISE
SECRETARIA

ANEXO
ISE IEEC IEC

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: Relatórios enviados à PROMON
FUNDAÇÕES DOS LAMINADORES

Prezados Senhores,

Acusamos recebimento de V. correspondência ISU-E-E-531/79, IEP-C- nº 044/79.

Segue abaixo uma lista de relatórios que julgamos ainda devam ser encaminhados à Projetista:

- AÇO-LM-141278- Ref.: Minutes of Meetings nº 23/78 de 18/11/78. Trata sobre o problema de drenagem com colchão de brita.
- AÇO-LM-010379- Ref.: Pacote C05-Fundação das colunas das áreas BH1, BH2 e BH6. Apesar de ser da área do Heavy, aplica-se perfeitamente em conceito para todas as fundações de colunas.
- AÇO-LM-140379- Ref.: Retirada do Sobreaterro.
- AÇO-LM-180679- Ref.: Apreciação sobre o bombeamento de poços profundos, e/ou outros controles da geo-hidrologia.
- AÇO-LM-060779- Principais fatores intervenientes no comportamento geo-hidrológico da área de Laminação.

Para V. informação, cumprenos informar que admitimos que a Projetista não tivesse recebido nossos relatórios, pois não encontramos referência na lista de documentos consultados, conforme consta no Memorial 1C06Z00 A 5006 A, Cap.II, folha 5. Outrossim recomendaríamos a V.Sas que solicitassem às Projetistas que acusem o recebimento de nossos relatórios, para podermos cooperar com V.Sas e indicar os nossos relatórios de interesse direto para serem enviados.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente.

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

VM/MC/ms

CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

TOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-150879

São Paulo, 15 de Agosto de 1979

MINAS GERAIS S/A
20300 15/9 025604
ARQUIVO DE PROJETO

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

ANEXO COM
REMETEMOS COPIAS
ISE IEEC IEPA IGA

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro
Dr. Mario Leão

Ref.: Provas de Carga adicionais na Coqueria
Pacote A02

Prezados Senhores,

1. De acordo com solicitação de V.Sas vimos por meio deste transmitir nossas orientações e recomendações com referência à solicitação de provas de carga em estacas da fundação do "Pusher Track".

2. Material disponível

- Planta nº 1A02F01 G 1001 D
- resultado das provas de carga nas seguintes estacas:

BATERIA 1- E-202
E-233
E-262
E-263
E-336
E-396
BATERIA 2- E-30
E-223
COAL BUNKER - E-113
E-115
CHAMINÉ 1- E-8
E-51
CHAMINÉ 2- E-8

RECEBIDO
21 AGO 1979
ISE
SECRETARIA

Nº 7889
IEEC
IEE-N/ARQUIVO

3. Considerações e Conclusões.

Apesar de não dispormos de plantas estruturais e de carregamentos da estrutura mencionada, podemos considerar o seguinte:

3.1- Todas as provas de carga executadas em estacas condições de subsolo similares apresentaram recalques totais menores que cerca de

12 mm para carga máxima de trabalho (170t), exceto a E 115 do Coal Bunker que acusou valor pouco maior (14,6 mm).

3.2- A imposição é de que recalques diferenciais sejam menores que 12 mm, ora, se os recalques totais são menores que este valor, os recalques diferenciais deverão ser da ordem de 2 a 3 mm no máximo.

3.3- A densidade de estacas é muito pequena, praticamente eliminando tanto problemas executivos (levantamento de estacas), como o efeito de grupo que faria o conjunto apresentar recalques maiores que o recalque de estaca individual sujeita a carregamento.

3.4- As estacas já ensaiadas foram executadas da maneira padrão dos executores, com mesmo diametro e em área próxima e de características semelhantes de sub-solo, que as estacas do "pusher-track" ora em questão.

3.5- A solicitação de execução de provas de carga parece ser para comprovação do comportamento carga-recalque da estacaria e não de comprovação da qualidade da estaca perante a defeitos executivos.

Face ao exposto podemos considerar desnecessária a execução de provas de carga adicionais para comprovação de comportamento carga recalque das estacas utilizadas.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente.

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. MARIO CERCELLINA

MC/ms

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-RC-300879

São Paulo, 30 de agosto de 1979

AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua dos Inconfidentes, 1001 - 4º
Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro
Dr. José Maria Portes

Ref.: Torre de Resfriamento da Laminação
Enchimento Teste da Estrutura
Pacote D-08

Prezados Senhores,

Conforme solicitado por V.Sas. em reunião hoje havida em vossos escritórios em Belo Horizonte, vimos através do presente encaminhar uma série de recomendações que deverão ser atendidas durante o enchimento teste da bacia da Torre de Resfriamento da Estrutura.

1. Em nosso relatório AÇO-RC-300579 posicionamos a necessidade de um pré-carregamento no solo através do enchimento da bacia, uma vez que existem dúvidas quanto a representatividade e/ou validade das sondagens utilizadas no desenvolvimento do projeto e a estrutura em questão é fortemente sensível a recalques diferenciais.

2. Posicionamos também no mesmo relatório a necessidade de um programa de observação de recalques durante o enchimento teste, esvaziamento e, com menor frequência de leituras, durante a execução da superestrutura.

3. Tal programa de observação de recalques deverá:

3.1 utilizar de topografia de alta precisão, sempre referenciada a um RN (bench-mark) fixo.

3.2 leituras deverão ser feitas duas vezes ao dia (de manhã e no fim da tarde) e estar sempre associadas à parcela de carregamento já imposta à estrutura - no caso seria suficiente informação do nível d'água no interior da bacia.

3.3 a fim de se conhecer a dispersão das leituras solicitamos que as primeiras observações sejam repetidas 6 vezes, cada uma com

mudança de estação topográfica, para que façamos uma análise estatística das mesmas.

4. Em nosso relatório AÇO-RC-300579 indicamos os pinos a serem embutidos na estrutura e observados pela topografia.

5. Solicitamos que as leituras nos sejam transmitidas diariamente e diretamente da obra, referenciando os pinos através de seus eixos, ou seja: pino do eixo 1J, 1G, 1E, 1C, 3J, etc...

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

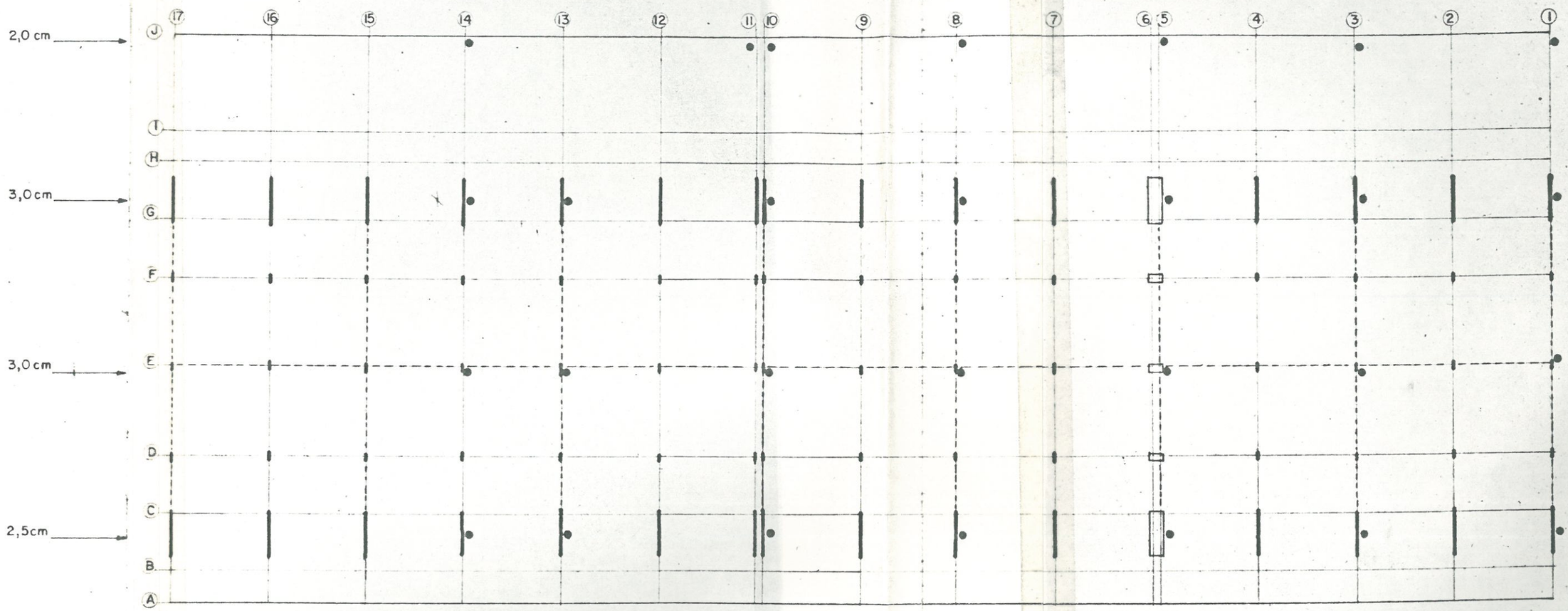
p/ ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

cc/.Maubertec Eng.e Proj. - At. Dr. Rubens Al-Assal
Garcia e Bassi Equip.Ind. - At. Dr. José Alberto Batista
John Bosco Scortecci
FMC-Filsan Equip. p/Saneamento - At. Dr. Mauro Coutinho

anexos=desenho do relatório AÇO-RC-300579

LG/sb

ORDEM DE GRANDEZA DOS VALORES DE RECALQUE ESTIMADOS



_____PROJEÇÃO DAS PAREDES VERTICAIS DA ESTRUTURA

• PINOS PARA OBSERVAÇÃO DE RECALQUES

INDICAÇÃO DE NÚMERO MÍNIMO DE PONTOS A SEREM OBSERVADOS

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda.			
interessado: AÇO-MINAS – TORRE DE RESFR. LAMINAÇÃO			
LOCAÇÃO DE PINOS DE OBSERV. DE RECALQUES			
data: 30-05-79	desenhado: SERGIO	figura: 1	código: AÇO-RC-300579

CTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

IEEC

AÇO-G-240979

São Paulo, 24 de Setembro de 1979

028733

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

A
RECEBIDO COM
RECEBERAM COPIAS
ISE IEEC ISAB

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: Esferas de Oxigênio e Nitrogênio

Prezados Senhores,

Vimos através do presente sintetizar as discussões, conclusões e recomendações havidas quando da elaboração e otimização do projeto de fundações das esferas de O_2 e N_2 na região da Aciaria.

1. No estudo de eventual otimização das fundações das esferas em questão levantamos a consideração, fundamental no nosso ponto de vista, de que não caberia calcular a infraestrutura da obra considerando-se uma carga de teste que, no caso, é 10 vezes superior à carga permanente (operacional) dos elementos. Caberia também verificar a possibilidade em se dotar as tubulações de entrada e de saída das esferas de dispositivos capazes de absorver recalques diferenciais entre tais descontinuidades de carregamento.

Durante as discussões havidas com os Projetistas e Fornecedores salientou-se a aparente necessidade de teste da estrutura com água.

2. Tendo-se em vista a impossibilidade de otimizar as estruturas em questão tomamos a liberdade de sugerir um procedimento de teste para estruturas similares, que devidamente discutido no início dos entendimentos com Projetistas e Fornecedores, em muito irá minorar os custos de suas infraestruturas.

Sugerimos testar as esferas embutidas em um berço (depressão côncava) escavada e devidamente preparada no terreno vizinho. Tal depressão deveria encaixar perfeitamente as esferas até altura equivalente a um terço (1/3) de seu diâmetro.

RECEBIDO
OUT 1979

Nº 8936
IEE-C

IEE-N/ARQUIVO

Após teste as esferas seriam esvaziadas e transportadas por guindastes para sua posição definitiva, em fundações dimensionadas para garantir seu ideal funcionamento sob carga operacional.

Colocando-nos à inteira disposição para quaisquer esclarecimentos, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/ms

ICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

IEEC

AÇO-G-250979

São Paulo, 25 de Setembro de 1979

ANEXO CLM

RECEBERAM COPIAS

ISE | IEEC | T/

029731

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

N 8935
IEE-C
IEE-N/ARQUIVO

RECEBIDO
02 OUT 1979
ISE
SECRETARIA

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: Material recebido IEE-C-2774
Exame expedito - Comentários iniciais
Providências imediatas.

Prezados Senhores,

Tendo recebido material de diferentes áreas da Usina, através da remessa IEE-C-2774/79, passamos a uma rápida análise do material recebido, posicionando sempre que possível nossas recomendações e sugestões iniciais, bem como solicitando providências de V.Sas quando se fizeren necessárias.

1. Telex 754.018/79.379 - ref. bombeamento profundo na área do sobreaterro B.

Com referência ao telex 754.018/79 da INTERNACIONAL DE ENGENHARIA, gostaríamos de posicionar, como já o fizemos em nosso relatório AÇO-LM-180679, que o bombeamento de poços profundos e outros controles de geo-hidrologia são fundamentais para manter um controle de alívio de pressões e sobre-pressões neutras, acelerando o adensamento.

Tal bombeamento equivale portanto a um pré-carregamento (se não em ordem de grandeza mas, ao menos em direção e efeito), podendo vir a reduzir efeitos futuros de atrito negativo e subida e descida do lençol freático.

Nosso ponto de vista portanto permanece o mesmo já referido em nosso AÇO-LM-180679, qual seja, em se manter o bombeamento dos poços na área.

2. Relatório nº 7.397 - CONCREMAT ENGENHARIA E TECNOLOGIA S/A.

No tocante ao relatório nº 7.397 - Concremat, referente aos serviços especiais de sondagem sônica realizados em estacas da

Aciaria, comunicamos que as diagrafias foram incorporadas aos nossos estudos das fundações ("as built") da Aciaria, ora em andamento.

Tomaríamos a liberdade de perguntar, uma vez que este relatório diz respeito tão sòmente às estacas da Aciaria e sondagens realizadas no período 12 a 14 de julho, se teriam sido executadas sondagens sônicas em outras áreas da Usina, principalmente nas áreas dos Fornos-poço e outras estruturas de grande responsabilidade.

Solicitaríamos ainda a gentileza de ser informados a respeito das providências tomadas pela obra, baseadas na interpretação dos resultados das sondagens e exame das diagrafias (existência e tipo de anomalias, heterogeneidades, localização das mesmas, etc.).

3. MEMO: IOC/T/335/79

Comunicamos não ter-nos sido enviado um desenho com as deformações observadas nos medidores D3 e D4 quando do carregamento da estaca 11 do P.118 (desenho nº 5?). Solicitaríamos tal desenho de modo a completar o relatório a que ele se refere (relatório EI-ACI-PC-191/78--24).

4. Os demais ítens abaixo relacionados foram incorporados aos nossos estudos em andamento ou aos nossos arquivos para uso oportuno:

4.1- DESENHOS: IC05200-D-4101-C

4.2- RELATÓRIOS: T-14-A-AT-187/78
T-23-AT-187/78
T-11-B-AT-187/78

4.3- MEMOS: IOC/T/336/79
337/79
338/79
339/79
340/79
341/79
351/79
352/79
353/79

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente.

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

p/

ENG. LUIZ GUILHERME F. B. DE MELLO

LG/LR/ms

CTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-LM-291079

São Paulo, 29 de Outubro de 1979

ACOMINAS S.A.
033778
14 NOV. 79
ARQUIVO DO PROJETO

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: Interpretação dos recalques do aterro na área da Laminação de Perfis Pesados.

Prezados Senhores,

1. Introdução

Complementando nossos estudos iniciais sobre a área onde será implantada a Laminação de Perfis Pesados, vimos através deste apresentar a V.Sas. o resultado de nossa interpretação das leituras dos medidores de recalque instalados na área, visando não só efetuar uma previsão dos recalques da estrutura sob hipótese de fundação direta e carregamentos futuros, como também reforçar algumas indicações referentes ao conceito de projeto para as fundações da estrutura em questão.

2. Resumo das Considerações e Recomendações

2.1- Através de análise interpretativa das leituras dos conjuntos de medidores de recalque procuramos avaliar dentre eles quais apresentavam tendência de estabilização.

2.2- Efetuamos previsões de recalques finais para os mesmos conjuntos sob hipótese de permanência dos sobreaterros e nível d'água constante na cota atual.

2.3- Procuramos simular o ciclo de descarga e recarga que o subsolo em questão estaria submetido durante a construção das estruturas, incorporando-se estimativas para tempo infinito conforme sintetizado no ítem anterior.

2.4- A maioria das previsões realizadas atendem aos critérios impostos pelo Fornecedor - 5 cm de recalque admissível - para os conjuntos de medidores de recalque instalados na área.

2.5- A fim de propiciar um nível de garantia às fundações das estruturas que incorporem inclusive variação de nível d'água de 10m, recomendamos que se desenvolvam os projetos de fundações dos Laminadores

de Perfis Pesados sob conceituação de enrijecimento do bulbo de tensões por estacas de brita, conforme apresentado em nosso relatório AÇO-IM-251079.

2.6- Desnecessário é lembrar que todas as estimativas foram realizadas a partir da data de retirada do sobreaterro e que um grande espaço de tempo (da ordem de meses) transcorrerá até o real recarregamento do subsolo. Durante este espaço de tempo e antes da escavação da área até a cota de arrasamento das fundações alguma parcela de recalques ainda poderá ocorrer; após escavação e durante a construção da estrutura medidas adicionais de obra poderão ser tomadas para minimizar os inchamentos por descarga. Ambos fatores viriam atuar a favor do comportamento futuro da Obra.

3. Previsões de Estabilização dos Recalques.

A partir das leituras existentes dos conjuntos de medidores de recalque instalados sob os sobreaterros A e B, sintetizadas no relatório RT-32-PR-168-78 da Geotécnica, e considerando-se que a precarga e o nível d'água se mantivessem constante, efetuamos previsões de recalque final para alguns dos conjuntos de medidores.

Tais estimativas foram efetuadas a partir da metodologia proposta por Abraham Ellstein - "Settlement Prediction Through the Sinking Rate" - Revista Latino Americana de Geotécnia , vol.1 - nº 3 - Octubre-Diciembre 1971, metodologia esta utilizada pelos Projetistas e discutida em nosso relatório AÇO-IM-210679.

Na figura 1, em anexo, ilustramos esquematicamente o ciclo de carga, descarga e recarga a que estará submetido o subsolo da área.

As estimativas foram baseadas nos seguintes dados e hipóteses:

3.1- Cotas do sobreaterro e comportamento dos conjuntos de medidores de recalque conforme RT-32-PR-168/78 da Geotécnica, estimando-se os recalques "instantâneos" ocorridos durante construção dos sobreaterros;

3.2- Cargas futuras nas fundações dos Laminadores, conforme desenho PRELIMINAR da Geotécnica - LAMINAÇÃO ASPECTOS GERAIS DE IMPLANTAÇÃO;

3.3- Cargas de sobreaterro e de fundações transmitindo-se em profundidade sem dissipação (semi-infinita) - hipótese a favor da segurança.

3.4- Comportamento de descarga e recarga estimado a partir dos dados de carga e da experiência de obras similares de que o módulo de

deformabilidade de descarga é, no mínimo de 10 a 12 vezes o módulo de deformabilidade de carga - hipótese a favor da segurança; em obra recem concluida obtivemos comprovação de relação de 45 entre os referidos módulos para sobreaterro em área de aterro de ponta.

3.5- Nível d'água constante e igual ao existente quando das últimas leituras.

3.6- Considerou-se face ao nível de tensões atuantes (sobreaterro e carga operacional), uma variação linear entre tensões e deformações de adensamento ainda por ocorrer após a retirada do sobreaterro e aplicação das cargas operacionais.

3.7- Uma expedita análise indica que, para os conjuntos de medidores de recalque estudados, uma variação de nível d'água de 10 metros não ultrapassa o nível de tensões aplicado pelos sobreaterros e próximo a estabilização.

Tal variação de nível d'água testada para o conjunto 1A e sob carga das fundações implicaria num recalque total a ocorrer 50% superior ao recalque final previsto para nível d'água constante em torno da cota observada atualmente.

3.8- Para dois conjuntos (1A e 2B), apresentamos também valores de recalque final estabilizado para os carregamentos dos sobreaterros estimados a partir de diferentes pares de pontos observados de recalque-tempo. Conforme posicionado em relatório anterior (AÇO-LM-210679) as previsões assim realizadas levam a uma faixa de valores um tanto larga perante as hipóteses de projeto, reforçando assim a necessidade de se enrijecer o bulbo de tensões conforme exposto em relatório AÇO-LM-251079.

Na tabela 1 anexa apresentamos uma síntese dos estudos interpretativos realizados.

4. Considerações Finais

O presente estudo serviu de subsídio para a proposição de prosseguimento da otimização das fundações dos Laminadores de Perfís Pesados utilizando-se de estacas curtas de brita para enrijecer o bulbo de tensões das estruturas.

O conceito mencionado foi apresentado em nosso relatório AÇO-LM-251079.

Colocando-nos a inteira disposição de V.Sas. para dar prosseguimento à otimização das fundações em questão com os Projetistas, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

*Anexo:- 2 figuras

LG/VM/ms

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

SÍNTESE DOS ESTUDOS INTERPRETATIVOS - TABELA 1

CONJUNTO	ESTIMATIVA DOS RECALQUES AINDA POR OCORRER DEVIDO AO SOBREATERRO NA ÉPOCA DA SUA RETIRADA (cm)	VARIABILIDADE DOS RESULTADOS OBTIDOS EM FUNÇÃO DA METODOLOGIA EMPREGADA (cm)	CARGA OPERACIONAL PREVISTA (t/m^2)	RECALQUE DE RECOMPRESSÃO ESTIMADO SOB CARGA OPERACIONAL ** (cm)	RECALQUE ESTIMADO A OCORRER POR ADENSAMENTO SOB CARGA OPERACIONAL (cm)	RECALQUE TOTAL ESTIMADO A OCORRER SOB CARGA OPERACIONAL (cm)	ESTIMATIVA DOS RECALQUES TOTAIS A OCORRER NA ÁREA SOB CARGA OPERACIONAL CONSIDERANDO-SE TAMBÉM REBAIXAMENTO DE 10m DO N.A. (cm)
1A	6,3	7,2	17,0	min=5,8 max=7,0	2,8	min=8,6 max=9,8	min=12,1 max=13,8
3A	2,2	*	19,0	min=5,1 max=6,1	1,0	min=6,1 max=7,1	***
2B	0,6	5,6	8,0	min=2,8 max=3,3	0,4	min=3,2 max=3,7	***
3B	1,6	*	12,0	min=2,7 max=5,1	0,6	min=3,3 max=5,7	***
4B	2,7	*	12,0	min=2,2 max=4,1	1,0	min=3,2 max=5,1	***
5B	3,8	*	10,0	min=1,1 max=2,7	2,4	min=3,5 max=5,1	***
7B	2,3	*	12,0	min=1,5 max=3,1	0,8	min=2,3 max=3,9	***
8B	1,7	*	10,0	min=2,4 max=2,9	0,5	min=2,9 max=3,4	***
9B	0,0	*	15,0	min=3,9 max=4,6	0,0	min=3,9 max=4,6	***
10B	0,5	*	8,0	min=0,9 max=2,3	0,2	min=1,1 max=2,5	***
11B	4,1	*	12,0	min=1,0 max=2,8	1,5	min=2,5 max=4,3	***
13B	1,0	*	15,0	min=1,3 max=4,4	0,5	min=1,8 max=4,9	***

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 - TELS. 280-8223 - 852-9280 - CEP 01443 - SÃO PAULO

DR. F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

Observações:

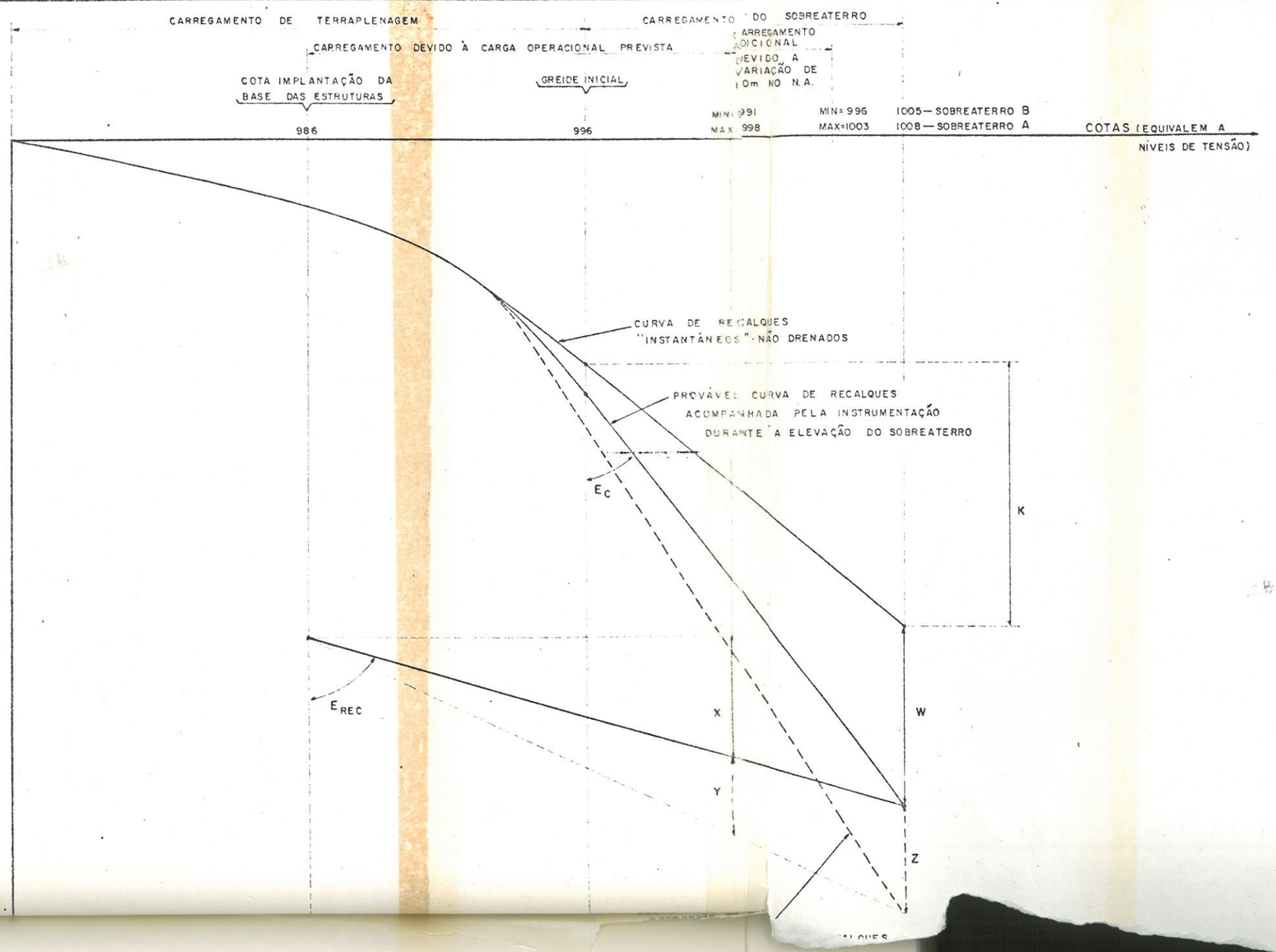
* Faixa de variação estimada somente para recalques de adensamento devido a carga do sobreaterro para os medidores 1A e 2B.

** Recalques máximos e mínimos estimados a partir das previsões de recalques ocorridos até a data da retirada do sobreaterro e a partir da consideração de Erec = 10 a 12 Ecomp.

*** Teste de influência da variação de N.A. (10m) estimando-se os recalques somente para o conjunto 1A.

As estimativas dos recalques apresentadas acima estão referidas ao nível 986 - nível de implantação.

TABELA 1



K = RECALQUES INSTANTÂNEOS E INICIAIS DURANTE APLICAÇÃO DA CARGA DO SOBREATERRO, ESTIMADOS A PARTIR DE $\rho \times \sqrt{t}$ ADMITINDO-SE O CARREGAMENTO ATUANTE NA DATA $\frac{\Delta t}{2}$ ENTRE INÍCIO E FIM DA SUBIDA DO SOBREATERRO.

W = RECALQUE DE ADENSAMENTO SOB CARGA CONSTANTE ATÉ TEMPO t OBSERVADOS ATRAVÉS DA INSTRUMENTAÇÃO.

Z = RECALQUE FALTANTE DE "ADENSAMENTO", SOB CARGA CONSTANTE, ATÉ O TEMPO $t \longrightarrow \infty$. ESTIMADOS PELO PROCESSO DE ELLSTEIN - 71

X = RECALQUES DE RECOMPRESSÃO DEVIDO A APLICAÇÃO DA CARGA OPERACIONAL APÓS ESCAVAÇÃO PARA ATINGIR COTA DE APOIO.

Y = RECALQUES ESTIMADOS A OCORRER DE "ADENSAMENTO", SOB CARGA OPERACIONAL, ADMITINDO COMPORTAMENTO LINEAR $\rho \times \sigma$ NESTE TRECHO.

E_C = MÓDULO DE DEFORMABILIDADE DE COMPRESSÃO

E_{REC} = MÓDULO DE DEFORMABILIDADE DE RECOMPRESSÃO

HIPÓTESE ADMITIDA : $E_{REC} = 10$ A $12\ E_C$

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda.			
interessado: AÇO MINAS GERAIS S/A - AÇOMINAS			
CICLOS DE CARGA E RECARGA LAMINAÇÃO — SOBREATERROS A E B			
data: 29-10-79	desenhado: SERGIO	figura: 1	código: AÇO-LM-291079

São Paulo, 06 de novembro de 1979

AÇO MINAS GERAIS S/A
033779 14 NOV. 79
ARQUIVO DO PROJETO

AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua dos Inconfidentes, 1001 - 4º andar
Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: Fundações do Heavy Steel Mill

Prezados Senhores,

1. INTRODUÇÃO

De acordo com o combinado com V.Sas., através do Dr. Stélio Francisco da Costa e, visando atender a urgência que o assunto em pauta vem exigindo, vimos através deste encaminhar uma síntese de nossos estudos preliminares de otimização das fundações em questão, para fornecer a V.Sas. subsídios necessários para as decisões prementes que se fazem necessárias.

2. RESUMO DAS CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

2.1 As principais limitações para as fundações das estruturas tem advindo dos critérios de recalques admissíveis, posicionados pelos Fornecedores, para as mesmas.

2.2 Consideramos que conceituação de fundação profunda não atende às limitações impostas. Dúvidas quanto à magnitude de carregamentos adicionais (atrito negativo), problemas construtivos, etc.., implicariam em onus adicionais exagerados sem a necessária garantia de funcionamento.

2.3 Recomendamos que se procure utilizar o conceito de fundação direta, viabilizando-o para os critérios impostos através de enrijecimento da região do subsolo correspondente ao bulbo de tensões do radier.

2.4 Tal enrijecimento do bulbo de tensões poderia ser obtido através de estacas curtas de brita sob o radier, com área e profundidade convenientemente dimensionadas para atender aos critérios de recalques admissíveis requeridos.

2.5 Métodos de cálculo de fundações sob tal conceituação estão disponíveis na bibliografia internacional, assim como casos histori

cos de obras em funcionamento. Aprimoramentos através do método dos elementos finitos poderiam ser cogitados mas, devido a sua grande dependência de parâmetros geomecânicos especiais, somos da opinião de que sua utilização em pouco contribuiria para as decisões que se fazem necessárias.

2.6 Apresentamos em anexo (vide folhas 1A e 9A) um exemplo simplificado da metodologia a seguir para verificação dos recalques previstos e admissíveis dentro do conceito apresentado.

2.7 Lembramos, finalmente, que para maior flexibilidade no dimensionamento e significativa redução nos custos de fundação, faz-se necessário o conhecimento das etapas e datas em que passam a vigorar os critérios de recalques específicos admissíveis requeridos pelos fornecedores dos equipamentos.

3. CONCEITO PROPOSTO

Conforme é do conhecimento de V.Sas., desde o início do estudo das fundações dos Laminadores sempre posicionamos a necessidade de se viabilizar fundações diretas; a decisão de pré-carregamento da área foi defendida como válida por permitir observação do tratamento e garantia do funcionamento futuro (vide nosso AÇO-G-150679). Certos resultados insatisfatórios obtidos em provas de carga em estacas de grande diâmetro comprovam nossas preocupações, posicionadas na época das decisões das fundações da Coqueria, quanto as dificuldades de projeto (parâmetros geomecânicos, sistemática de cálculo, etc..) e principalmente, de fiscalização para controle de qualidade de execução.

Sugerimos que o estudo das fundações para a área da laminação de perfis pesados utilize o conceito de fundação direta empregando estacas de brita como elementos enrijecedores do bulbo de tensão. Tal recomendação, além de amplamente documentada na bibliografia nacional e internacional, baseia-se não apenas nas indicações expostas mas visa principalmente um melhor aproveitamento dos resultados benéficos obtidos durante o pré-carregamento da área.

Uma análise do comportamento dos sobreaterros A e B e suas implicações no comportamento futuro dos recalques perante os carregamentos previstos é apresentada em relatório separado AÇO-LM-291079.

A conceituação proposta não apresentaria qualquer restrição ao seu emprego no presente caso. Salientamos que o emprego de estacas de brita como elementos enrijecedores do bulbo de tensões além de propiciar uma considerável redução porcentual dos recalques (conforme pode ser observado na Fig.1), ainda propicia uma aceleração na ocorrência dos mesmos devido a suas características drenantes.

O conceito está intimamente ligado ao conceito de fundação com PICOTS (amplamente utilizado pelos franceses) e ao conceito de PILED-RAFT (radier-estaqueado) já discutido em outras oportunidades com V.Sas.

Em anexo apresentamos um exemplo simplificado do roteiro de cálculo para estimativa do número de estacas de brita necessários sob o radier a fim de atender aos critérios de recalques admissíveis propos - tos segundo tal conceituação de projeto. Este roteiro foi desenvolvido a partir da interpretação das leituras dos conjuntos de medidores de recalque instalados nas áreas pré-carregadas (vide relatório AÇO-G-291079), associada aos resultados interpretados das provas de carga em placa (relatórios AÇO-G-110878, AÇO-G-080279 e AÇO-G-090779).

Evidentemente o roteiro simplificado apresentado poderia vir a empregar formulações e ferramental de cálculo mais sofisticado; tomamos a liberdade de posicionar que tais aprimoramentos exigiriam uma maior discretização dos parâmetros geomecânicos envolvidos, cuja obtenção sempre incorpora incertezas (vide nossos relatórios AÇO-LM-170679 e AÇO-LM--210679) sem contribuição significativa nos resultados de previsão global de comportamento das fundações.

Relembramos que a indicação por parte dos Fornecedores da cronologia das etapas construtivas associada aos respectivos recalques permissíveis em cada etapa, é de real interesse na medida que durante o período construtivo de implantação das estruturas uma parcela dos recalques previstos irão ocorrer.

Nas análises comparativas entre soluções de fundações para a área que se fizerem necessárias, chamamos a atenção de V.Sas. para o tempo de execução da solução de fundações profundas e para os inexoráveis problemas associados à dependência de integridade de cada estaca para ideal comportamento do conjunto quando solicitado por esforços de atrito negativo.

Colocando-nos a Vossa inteira disposição para quaisquer esclarecimentos e contactos que se façam necessários no prosseguimento da questão, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

Luiz Guilherme Barretto

* Anexo:- Memória de Cálculo

DR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ANEXO AO RELATÓRIO AÇO-LM-251079

MODELO SIMPLIFICADO PARA ESTIMATIVA DA PORCENTAGEM NECESSÁRIA DE ESTACAS DE BRITA, SEUS COMPRIMENTOS A FIM DE ATENDER A CRITÉRIOS DE RECALQUES LIMITES.

1. Síntese da bibliografia consultada referente aos processos de cálculo e casos históricos sobre a aplicação de estacas de brita como elemento de enrijecimento do terreno sob fundações diretas.

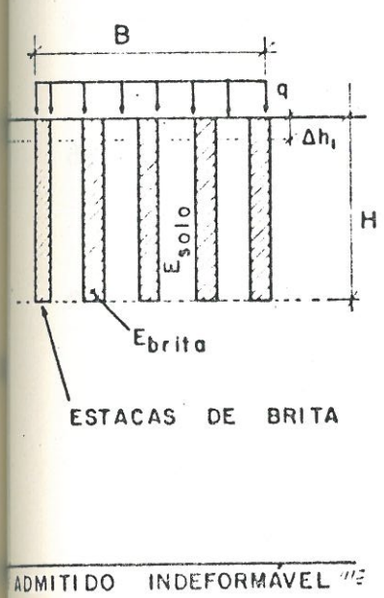
1.1 Metodologia de Cálculo

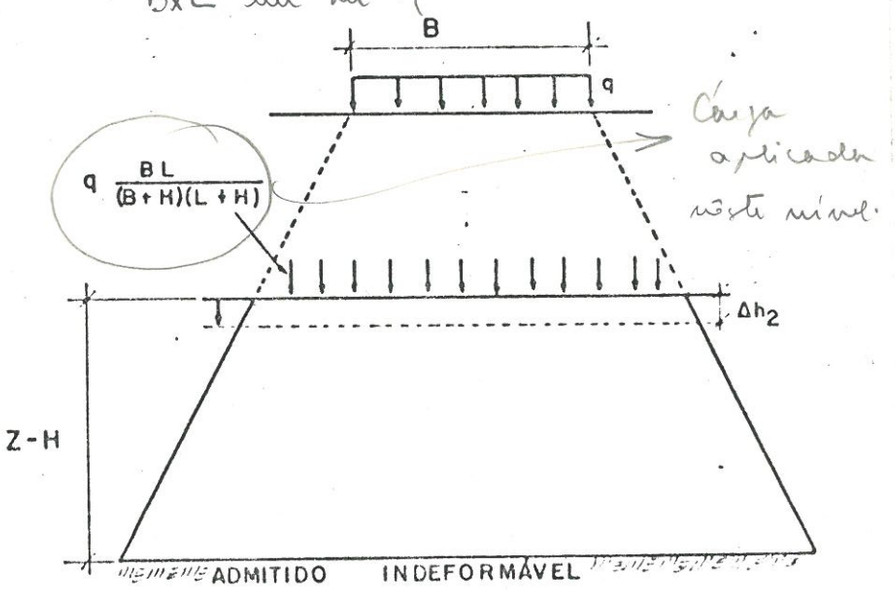
- Broms, B. - 1979 - Lime Columns - A New Foundation Method ASCE - Vol.105 - nº GT4.
- Hughes, J.M.O.; Withers, N.J. - 1974 - Reinforcing of Soft Cohesive Soils with Stone Columns - Ground Engineering Vol.7 - nº 3 - 42 - 49.

1.2 Casos Históricos

- de Mello, V.F.B. - 1972 - Thoughts on Soil Engineering Applicable to Residual Soils - proceedings of the Third Southeast Asian Conference on Soil Engineering - S - 33.
- Hughes, J.M.O.; Withers, N.J.; Greenwood D.A. - 1975 - A Fild trial of the reinforcing effect of a Stone Column in soil - Geotechnique - Vol.25 - nº 1.
- McKenna, J.M.; Eyre W.A.; Wolstenholme D.R. - 1975 - Performance of an embankment supported by stone columns in soft ground - Geotechnique - Vol.25 - nº 1.

q em T/m² | (q·B·L) em T.
B×L em m²





2. Metodologia de Cálculo

2.1 Elementos necessários

a- carga vertical: q

b- módulo de deformabilidade das estacas de brita: Eb

c- módulo de deformabilidade do solo (simplificadamente admitido constante com a profundidade) Es

d- espessura do substrato compressível: Z

e- dimensões da área carregada: L - comprimento
B - largura

f- recalque limite: Δh

2.2 Conceituação e formulação

Chamando de $\Delta h'$ ao recalque que ocorreria na camada de espessura Z sem reforço:

$$\Delta h' = \frac{q}{Es} \times Z \qquad e\ \Delta h' > \Delta h \qquad (I)$$

$$\beta = \frac{\Delta h}{\Delta h'} = \text{redução relativa de recalques pretendida} \qquad (II)$$

$$\Delta h = \beta \Delta h' = \beta x \frac{q}{Es} \times Z$$

sabemos:

$$\Delta h = \Delta h_1 + \Delta h_2 \qquad (III)$$

onde:

Δh_1 = recalques da camada enrijecida de espessura H

Δh_2 = recalques da camada de solo não enrijecida de espessura (Z-H).

Obs.: o gráfico da fig.1 permite obter Δh_1 diretamente, para uma determinada porcentagem de área de estacas de brita (ρ), bastando considerar-se a relação: $\alpha = \frac{Eb}{Es}$.

de acordo com Broms podemos dizer que:

$$\Delta h1 = \frac{q}{\rho Eb + (1-\rho)Es} \quad H$$

onde: $\rho = \frac{n\ Aest.}{LB}$

sendo:

Aest. = área de ação transversal de uma estaca de brita

n = número de estacas sob a área carregada

$$\Delta h_2 = \frac{q\ LB}{(L+H)(B+H)Es}\ (Z-H)$$

reaplicando em (III) temos:

$$q\left[\frac{H}{\rho Eb + (1-\rho)Es} + \frac{LB\ (Z-H)}{(L+H)(B+H)Es}\right] = \Delta h$$

introduzindo $\alpha = \frac{Eb}{Es}$:

$$\frac{q}{Es}\left[\frac{H}{\rho(\alpha-1)+1} + \frac{LB(Z-H)}{(L+H)\ (B+H)}\right] = \Delta h$$

introduzindo $\omega = \frac{H}{Z}$:

$$\underbrace{\frac{q}{Es}\ x\ Z}_{\Delta h'}\left[\frac{\omega}{\rho(\alpha-1)+1} + \frac{LB\ (1-\omega)}{(L+Z\omega)\ (B+Z\omega)}\right] = \Delta h$$

$\therefore$ de II temos:

$$\frac{\omega}{\rho(\alpha-1)+1} + \frac{LB(1-\omega)}{(L+Z\omega)+(B+Z\omega)} = \beta$$

que resulta:

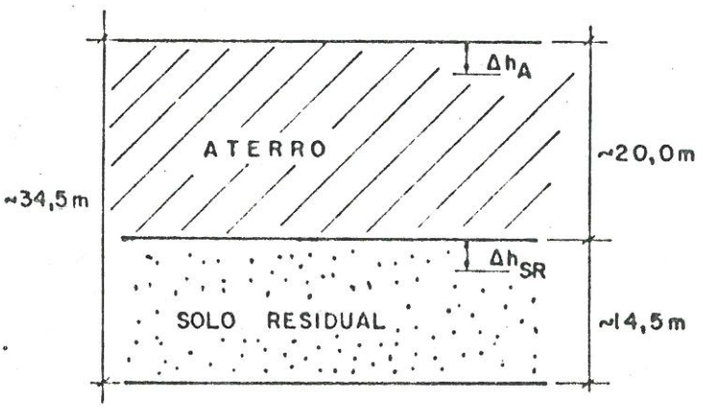
$$\rho = \frac{1}{\alpha-1}\left[\frac{\omega}{\beta - \frac{LB(1-\omega)}{(L+Z\omega)\ (B+Z\omega)}} - 1\right]$$

onde todos os fatores são conhecidos a menos de ω e ρ , que através da relação podem ser otimizados para cada caso.

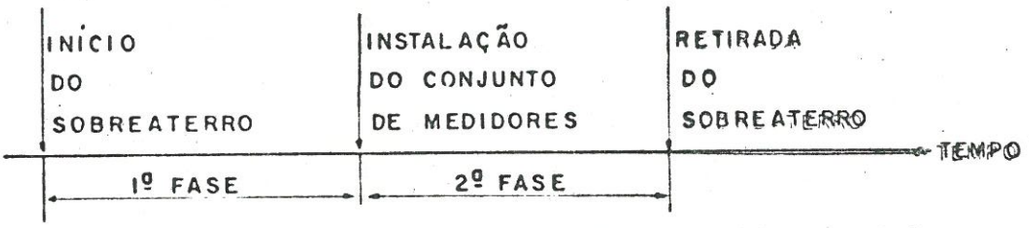
3. Aplicação

Area da Laminação de perfis pesados próxima ao conjunto de medidores de recalques 1A.

- Perfil típico da área



3.1 Cálculo dos recalques de sobreaterro



3.1.1 Recalques ocorridos na 2a. fase (obtidos por leitura nos gráficos dos medidores)

Δh_A (2a. fase) = 16,5cm - Aterro

Δh_{SR} (2a. fase) = 20,5cm - Solo residual

Δh_T (2a. fase) = 37,0cm

3.1.2 Recalques ocorridos na 1a. fase

O recalque ocorrido anteriormente à instalação dos conjuntos, foi estimado a partir da curva $\rho \times \sqrt{t}$, seguindo a mesma metodologia indicada no relatório RT 32-A-PR-168/78, considerando-se como origem do carregamento a data correspondente a $\frac{\Delta t}{2}$ sendo Δt o tempo de subida do sobreaterro.

Assim temos:

Δh_T(1a.fase) = Δh_A(1a.fase)+Δh_{SR}(1a.fase) = 52cm

Admitindo que as parcelas de recalques devido ao aterro e ao solo residual na 1a. fase seguissem a mesma distribuição observada na 2a. fase, teríamos:

Δh_A(1a.fase) = $\frac{52}{37}$ x 16,5 = 23,2cm - Aterro

Δh_{SR}(1a.fase) = $\frac{52}{37}$ x 20,5 = 28,8cm - Solo residual

3.1.3 Recalques totais ocorridos nas camadas

Aterro: Δh_A = 16,5 + 23,2 = 39,7cm

Solo residual: Δh_{SR} = 20,5 + 28,8 = 49,3cm

3.2 Estimativa dos módulos de recompressão (Erec.)

3.2.1 Aterro

$$Ec = \frac{(1008-996)1,8}{\frac{397}{20000}} \simeq 1088 \text{ tf/m}^2$$

Erec = 10Ec (admitido conforme comportamento observado em outras obras similares)

Erec = 10 x 1088 = 11000 tf/m^2

3.2.2 Solo residual (considerando o sobreaterro como sendo um carregamento semi-infinito)

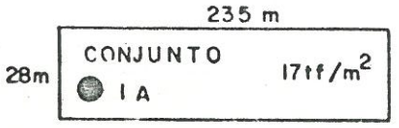
$$Ec = \frac{(1008-996)\ 1,8}{\frac{493}{14500}} = 635\ tf/m^2$$

da mesma forma que no item anterior:

$Erec = 10Ec = 6500\ tf/m^2$

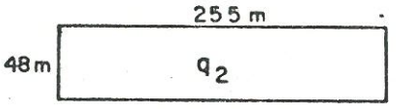
3.3 Carregamentos - recalques de recompressão sob a estrutura

3.3.1 Aterro



$$\Delta h_A = \frac{17x20}{11000} \qquad \Delta h_A = 3,09cm$$

3.3.2 Solo residual



$$q2 = \frac{17x235x28}{255x48} = 9,14\ tf/m^2$$

$$\Delta h_{SR} = \frac{9,14x14,5}{6500} \qquad \Delta h_{SR} = 2,04cm$$

3.4 Recalques de adensamento estimados, ainda por ocorrer, sob a estrutura

3.4.1 Aterro

Recalque faltante sob o sobreaterro = $\Delta h_{SA} = 1,2cm$ (estimado pela motodologia proposta por Abraham Ellstein - Settlement prediction through the sinking rate - Revista Latino Americana de Geotecnia - Vol.1 nº 3).

Recalque faltante sob a estrutura = $\Delta h_{ESTR} = \frac{\Delta h_{SA}}{\sigma_{SA}} \times \sigma_{ESTR}$

$$\Delta h_{ESTR} = \frac{1,2}{(1008-996)1,8} \times 17 = 0,94cm$$

Admitiu-se uma proporcionalidade carga vs. recalque para os recalques por adensamento, para este nível de carregamento, seguindo o conceito exposto em nosso relatório AÇO-LM-291079. (Região da reta virgem da curva σ vs.ε).

3.4.2 Solo residual

$\Delta h_{SA} = 4,8cm$ (estimado segundo a mesma motodologia indicada no item 3.4.1)

da mesma forma:

$$\Delta h_{ESTR} = \frac{4,8}{(1008-996)1,8} \times 9,14 = 2,03cm$$

3.5 Recalques totais estimados sob a estrutura

Recalque total = Recalque de recompressão sob a estrutura (item 3.3) +

+Recalque de adensamento sob a estrutura (item 3.4)

$\Delta h_A = 3,09 + 0,94 = 4,03cm$

$\Delta h_{SR} = 2,04 + 2,03 = 4,07cm$

$\Delta h_T = 8,10cm$

Obs.: Evidentemente, tais recalques poderiam ser "acelerados" e, portanto, futuramente reduzidos através de outros processos mais sofisticados tais como ponteiras a vácuo, eletrosmose, etc.. No entanto, antevemos que o grau de requinte envolvido em tais soluções não atende à premência e ao caráter expedito atualmente exigido pela Obra.

3.6 Estimativa do enrijecimento necessário para redução dos recalques aos limites requeridos

Conforme indicado pelo Fornecedor dos Equipamentos, o valor do recalque máximo admissível seria da ordem de 5cm:

Isto posto temos para formulação proposta no item 2:

$\Delta h' = 8,10cm$

$\Delta h = 5,0cm$

$\beta = 0,62$

os demais dados, já indicados nos itens anteriores seriam:

$q = 17,0\ t/m^2$

$Es = 1100\ t/m^2$ (vide item 3.2.1)

$Z = 34,5m$ (hipótese mais desfavorável)

$L = 235m$

$B = 28m$

Admitiremos inicialmente $\alpha = 4$ que pode ser considerado como um valor mínimo uma vez que a introdução de processos vibratórios de compactação das estacas melhora sobremaneira seu E. Isto posto temos pela expressão do item 2:

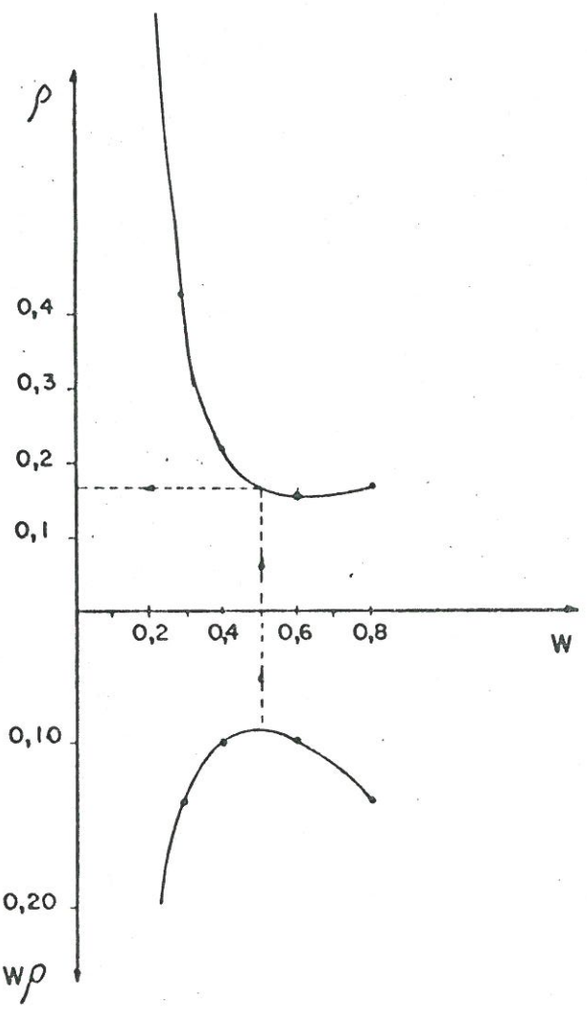
$$\rho = \frac{1}{\alpha - 1} \left[\frac{\omega}{\beta - \frac{LB\ (1-\omega)}{(L+2\omega)(B+2\omega)}} - 1 \right]$$

substituindo os valores:

$$\rho = \frac{1}{3}\left[\frac{\omega}{0,62 - \frac{6580(1-\omega)}{(235+34,5x\omega)(28+34,5x\omega)}} - 1\right]$$

temos:

ω	ρ	ω·ρ
0,3	0,43	0,13
0,4	0,22	0,09
0,6	0,16	0,09
0,8	0,17	0,14



A relação ótima entre ω e ρ é aquela que propicia o menor valor da relação Vbrita/Vsolo, ou seja, quando o produto $\omega.\rho$ for mínimo. Observa-se a partir do gráfico acima que o mesmo ocorre para $\omega=0,5$ e $\rho=0,17$

(I) profundidade das estacas de brita: H=0,5x34,5 = 17,3m

(II) área a ser ocupada pelas estacas de brita:

n x Aest = 0,17 x 235 x 28 = 1120m^2

considerando por exemplo estacas com Ømédio = 1,0m teríamos:

n = 1426 estacas

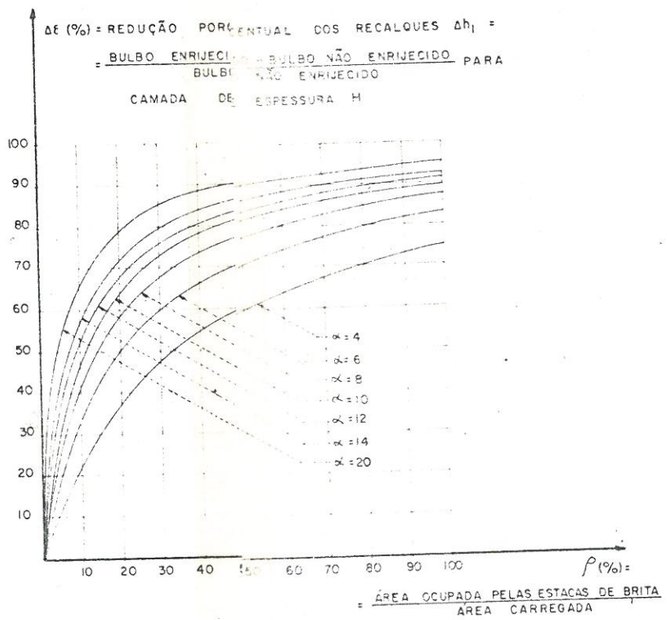
Portanto baseado nos conceitos e hipóteses acima expostos e, visando atender aos critérios de recalque limite de 5cm., admitido pessimistamente como requerido a partir da data de início de implantação das estruturas (não levando-se em conta a dissipação dos recalques de adensamento durante o período construtivo);seriam necessárias aproximadamente 1430 estacas de brita de Ømédio = 1,0m, executados até uma profundidade da ordem de 17m.

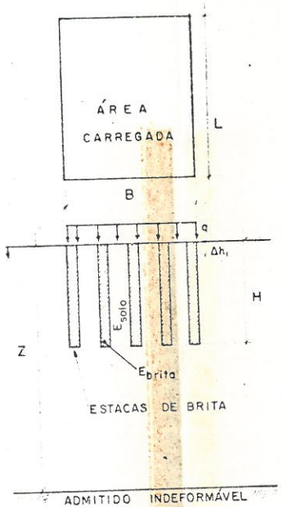
4. Considerações finais

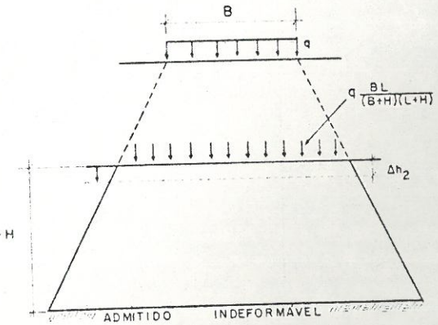
Além da verificação dos recalques limites, deverão ser verificados as condições de capacidade de suporte da camada enrijecida, que segundo a experiência será menos condicionante. Para tais verificações recomendamos seguir a conceituação proposta por Hughes et al, Ground Engineering - Vol.7 - nº 3 - 1974.

Evidentemente por ocasião da implantação das estruturas a redistribuição das estacas de brita sob as sapatas deverá ser mais refinada, enrijecendo-se ou concentrando-se maior número de estacas sob os pontos mais carregados, visando atender também aos critérios de recalques diferenciais admissíveis para a estrutura.

Os resultados acima apresentados foram meramente indicativos, não levando em conta os recalques provenientes da variação do N.A. na área. Evidentemente tal consideração poderá facilmente ser incorporada à metodologia supra indicada, através do fator β (vide item 2). Estimativas dos recalques devido à variação do N.A. na área já foram incorporadas nas indicações constantes de nosso relatório AÇO-LM-291079.







RECALQUE TOTAL = $\Delta h = \Delta h_1 + \Delta h_2$

Δh_1 = f (ESTACAS DE BRITA, COMPRESSIBILIDADE DO SOLO), REFERIDO A CAMADA ENRIJECIDA DE ESPESSURA H

Δh = f (COMPRESSIBILIDADE DO SOLO), REFERIDO A CAMADA DE SOLO NÃO ENRIJECIDA DE ESPESSURA (Z-H).

$$\alpha = \frac{E_{brita}}{E_{solo}}$$

(CONFORME BROMS B. - 1979 - LIME COLUMNS - A NEW FOUNDATION METHOD - ASCE - VOL. 105 - Nº GT4 - 539-555)

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda.			
interessado: AÇO MINAS GERAIS S/A - AÇOMINAS			
ILUSTRAÇÃO DA REDUÇÃO (%) DO RECALQUE EM FUNÇÃO DO ENRIJECIMENTO DO BULBO DE TENSÕES			
data: 06-11-79	desenhado: SERGIO	figura: 1	código: AÇO-LM-25/079

IEEC

CTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ACO-AC-221179

São Paulo, 26 de novembro de 1979

035314

ACO MINAS GERAIS S/A

Rua dos Inconfidentes, 1001 - 4º andar

Belo Horizonte - MG

ISE EEC FJB

At. Dr. Stélio Francisco da Costa

Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

ARQUIVO

Ref.: Fundações da Aciaria

Prezados Senhores,

Vimos através do presente apresentar uma síntese das considerações e recomendações imediatas referentes à condição AS BUILT da estacaria da Aciaria.

1. De acordo com reunião havida em vossos escritórios no dia 16 de Outubro passado foi formado um grupo de trabalho com participação da Projetista, Executora, Fiscalizadora e Proprietária (através de sua consultoria) para estudo do assunto. As recomendações ora encaminhadas foram discutidas com a Projetista, tendo esta obtido algumas informações da Executora; não sabemos como estaria sendo conduzido, no interim, o assunto por parte da Fiscalizadora - Consórcio HIDRO-GEO, embora admitamos que esta se interesse em se posicionar em assunto eminentemente de sua alçada, uma vez que os frutos da Fiscalização é que estão sendo estudados e postos em dúvida. Tratando-se de estacas moldadas in loco em condições das menos garantíveis, reconhece-se que tudo quanto deixou de ser cuidadosamente observado e consignado ou corrigido durante a própria execução, só pode ser estimado a posteriori através de índices estimativos.

2. A síntese realizada, cujas conclusões ora enviamos, foi baseada em dados de campo coletados durante a execução das estacas dos Blocos 100, 600 e parte do 200, fornecidos pelas Executoras Franki e Andrade Gutierrez.

3. Procuramos durante o estudo listar e quantificar para cada estaca grande parte dos fatores que, segundo teoria e prática internacional e indiscutivelmente reconhecidos e divulgados, teriam maior interferência na estimativa do comportamento da estaca.

RECEBIDO
03 DEZ 1979
ISE
SECRETARIA

Assim sendo, trabalhamos com: comprimento concretado, cota de sua ponta, tempo de escavação, tempo entre escavação e concretagem, tempo de concretagem, subida do concreto durante as etapas de concretagem, comparação entre o volume real e o volume teórico de concreto, liberação para trepanação da ponta e cota final de conclusão de tal trabalho autorizado restritivamente, dados de investigação de subsolo e, finalmente, eventuais observações anotadas pelos apontadores durante a execução de cada elemento. Da própria Fiscalização Técnica segundo nos constou pouco se conseguiu obter que não fosse precipuamente repetitivo das informações dos outros.

4. A síntese assim efetuada permite obter um panorama da estacaria, observando-se uma grande dispersão e erraticidade dos fatores levantados. Por exemplo citamos*:

4.1 a estaca 3, P116 levou 17 dias para ser escavada;

4.2 a estaca 2, P111 tem 9,75m de fuste enquanto a previsão estimada pelo calculista seria de 29,0m para o bloco em questão;

4.3 no bloco P111, as estacas 2 e 10 teriam uma variação de comprimento de 18,0m, entre 9,75 e 27,75m;

4.4 a estaca 1, P111 teria levado 16 dias entre o término de sua escavação e início de concretagem;

4.5 a estaca 1, P601 teria se apoiado em subsolo com índice estimado de SPT=14, reconhecidamente muito baixo;

4.6 a estaca 8, P110 teria, durante concretagem, um volume real de 77% do volume teórico;

4.7 e de mesma forma, menos salientes, diversos outros dados induzidos a suspeitas.

5. Tomamos a liberdade de lembrar a V.Sas. que, durante o estudo das fundações da Coqueria, já haviamos posicionado a potencial erraticidade de comprimento de estacas escavadas em solo residual, bem como a grande erraticidade subsequente da integridade da concretagem, e portanto enfatizado a necessidade de especificações construtivas e logística de Obra perfeita para as garantias indispensáveis que tal processo construtivo necessita (vide por exemplo AÇO-CQ-050178).

6. O estudo executado consegue avaliar estacas que seriam potencialmente suspeitas quanto ao seu comportamento futuro; infelizmente à primeira vista existiria um número razoável de estacas em tal categoria.

* Conforme for do interesse de V.Sas. colocamos a disposição de V. exame a totalidade dos dados tabelados.

Visando recolher subsídios para melhor avaliar a condição AS BUILT da estacaria da Aciaria, conforme metodologia que a seguir expo - remos (item 8 do presente relatório), recomendamos a execução de um grupo complementar de provas de carga em estacas especialmente escolhi- das para identificar a influência dos fatores levantados no comportamen to das mesmas. Obviamente em cada teste excluiremos, na medida do possí vel, os demais fatores na esperança de possibilitar uma interpretação mais realística e facilitada do teste em função do fator interveniente.

7. Assim sendo apresentamos sugestão às Executoras, através de V.Sas., de realizar provas de carga nas estacas seguintes, restrin- gindo-nos nesta escolha não só às principais indicações do presente es- tado, mas também quanto a considerações práticas da execução das pró - prias provas de carga:

7.1 Estaca 5 do Pilar 208 = estaca esta considerada "boa" em todos aspectos, devendo portanto servir de padrão pelos índices adota - dos;

7.2 Estaca 1 do Pilar 706 = estaca com certa dúvida quanto a sua cota de ponta em relação ao índice SPT;

7.3 Estaca 11 do Pilar 108 = estaca com dúvida quanto ao seu atrito lateral em relação aos índices SPT em seu fuste;

7.4 Estaca 4 do Pilar 104 = estaca cuja escavação foi por de- mais prolongada;

7.5 Estaca 4 do Pilar 102 = estaca cujo intervalo de tempo en tre término de escavação e início de concretagem foi grande;

7.6 Estaca 8 do Pilar 115 = estaca cuja concretagem teria si- do duvidosa.

Caso as Executoras tenham sugestões a apresentar quanto a es- tacas a ensaiar solicitamos ser consultados antes da decisão final por parte de V.Sas. Cabe ressaltar que em todo o serviço em que parâmetros construtivos são fortemente mais condicionantes do que os previsíveis na fase de projeto, é indispensável dar prioridade aos pronunciamentos das Executoras, que tem conhecimento direto e formal muito mais especí- fico de cada passo da própria execução de que se incumbiram.

No caso de que motivos da própria Obra e de problemas que es- capam à presente análise puramente técnica, venha a haver interesse em minimizar o número das provas de carga supra, muito dependerá de uma in terpretação pari passu de cada prova enquanto estiver em execução, pois pequenas adaptações de uma prova já em andamento podem fornecer boas in

dicações complementares comparativas quando submetidas a pequenas variações criteriosamente programadas. Sugerimos a ordem cronológica de prioridade para tal hipótese como sendo provavelmente: 7.2; 7.6; 7.5; 7.4; 7.3;7.1.

8. Ao mesmo tempo, recomendamos que V.Sas. solicitem à Projetista uma análise da estacaria em questão que incorpore a inexorável contribuição das bases dos blocos na previsão do comportamento dos mesmos. Tal conceituação de utilizar-se estacas como elementos redutores de recalques (PILED-RAFT) já foi extensamente discutida com V.Sas. e, no caso específico da Projetista em questão, utilizado com indiscutível sucesso em obras similares já devidamente comprovadas em comportamento.

9. Enquanto aguardamos os resultados das provas de carga ora solicitadas sugerimos realizar alguns cálculos iniciais paramétricos para testar a sensibilidade dos parâmetros requisitados. Nesta verificação é válida a utilização das provas de carga já realizadas no local: não deve ser esquecido que uma estaca designada para teste e instrumentada tenderia a apresentar comportamento pior que as demais devido às próprias complicações inexoráveis de concretagem. Para a determinação do módulo de deformabilidade do terreno recomendamos utilizar o resultado das provas de carga em placa do Programa Genérico de Investigações, muitas das quais realizadas na própria área da Aciaria.

10. Independente do resultado da verificação proposta, recomendamos que os pilares sejam instrumentados e seus recalques acompanhados durante a construção, montagem dos equipamentos e início de operação da Aciaria. Cabe mencionar que não se cogita de uma instrumentação sofisticada e cara, mas sim de um mínimo de acompanhamento que possa em tempo hábil fornecer indicações dos pontos específicos em que caiba um eventual cuidado adicional.

Desde já colocamo-nos à inteira disposição de V.Sas. para atuar conjuntamente com a Projetista no sentido de verificar a adequabilidade da estacaria executada, visando principalmente atender a premência que a Obra exige.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

...IDO EM 10/01/80

LG/VM/sb

I-690

VICTOR DE MELLO E BEZERRA
CONSULTORIA E ENGENHARIA DE PROJETO LTDA

-30.1451 035343

78.055
/79-JAN

São Paulo, 28 de Novembro de 1.979.

ARQUIVO DO PROJETO

RECEBIDO
03 DEZ 79
DIRETORIA
DEPTO. CIVIL
DIRETORIA COMERCIAL
LEBRISAS

inas - Aço Minas Gerais S/A
dos Inconfidentes, nº 1.001
Horizonte - Minas Gerais

Engº Antônio Lopes do Nascimento

Ref.- Aciaria
Ass.- Fundações

dos Senhores,

reunião no Escritório do Prof. Victor de Mello em 23 de novem-
p.p. acordou-se que se deveriam continuar os ensaios de prova "
ga em estacas de grande diâmetro da aciaria da Açominas a fim
que se possa tirar conclusões definitivas dos comportamentos des
fundações.
tanto escolheu-se seis novas estacas para serem testadas e que
suficientes para o melhor conhecimento do estaqueamento geral,
o isto inferido por meio de futuras extrapolações de índices os
tivos.
stacas propostas são as seguintes:

Estaca E5 do bloco do P208 executada pela CONSAG
Estaca E1 do bloco do P706 executada pela CONSAG
Estaca E1 do bloco do P108 executada pela FRANKI
Estaca E4 do bloco do P104 executada pela FRANKI
Estaca E4 do bloco do P102 executada pela FRANKI
Estaca E6 do bloco do P115 executada pela FRANKI

is para o momento, subscrevemo-nos

- atenciosamente -

10.400

/mv.

I 0C-1

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-AC-080280

São Paulo, 11 de fevereiro de 1980

ISE | IEEC | ISAD

AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua dos Inconfidentes, 1001 - 4º andar
Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: Torres de resfriamento da Aciaria e da Fábrica de Oxigênio.

Prezados Senhores,

1. Introdução

Atendendo a solicitação de V.Sas., vimos através do presente apresentar nossa contribuição ao estudo das fundações das torres de resfriamento da Aciaria (TR1 e TR2) e da torre de resfriamento da Fábrica de Oxigênio.

2. Dados básicos:

a- Perfis de sondagens - executadas na região de implantação das torres.

b- Croquis com localização, detalhes e cotas de implantação das torres de resfriamento.

c- Carregamentos - hipóteses de carregamento e relação carga permanente/carga viva de acordo com os desenhos nºs. 1D08B04-A-3120-A, 1D08M04-A-3120-A e 1D08M04-A-3520-A.

3. Resumo e conclusões:

3.1 Torre de resfriamento da Fábrica de Oxigênio

- indicação da existência de um bolsão superficial de argila siltosa orgânica com baixos índices de resistência a penetração (SPT $\leq$ 2) aparentemente na região central de implantação da torre.
- escavação e remoção do material orgânico "mole".
- recompactação em camadas.

3.2 Torre TR-1 da Aciaria

- existência de camada de argila siltosa de baixo SPT (< 2) de espessura da ordem de 4m a cerca de 7m de profundidade na região da sondagem K (SP-RAA-09).

- adoção de estacas de brita na região de ocorrência de tal camada para reforço do sub-solo, e investigação da extensão e profundidade de tal camada.

3.3 Torre TR-2 da Aciaria

- apoio da torre em fundação direta no terreno, baseado nos perfis de sondagens da área de implantação.

4. Considerações

O presente estudo desenvolveu-se a partir dos perfis de sondagem já executados na área, enviados por V.Sas. Tais perfis de sondagem associados aos resultados interpretados das provas de carga em placa pertencentes ao programa genérico da AÇOMINAS (vide nossos AÇO-G-110878, AÇO-G-080279 e AÇO-G-090779) correlacionados através de índices SPT, permitiu-nos estimar para os diferentes perfis os módulos de elasticidade junto à superfície.

A aplicação de metodologia proveniente da teoria da elasticidade, já considerando o módulo de elasticidade crescente com a profundidade, (Meigh-76), permitiu-nos estimar os coeficientes de mola sob as áreas onde se apoiarão as torres.

Saliente-se ainda o fato de que o carregamento devido ao enchimento é menor que a carga permanente no caso das 3 torres (relação carga viva/carga morta < 1), sendo de se esperar portanto deformações na fase de enchimento da mesma ordem de grandeza das que serão observadas durante o período construtivo.

Em anexo são apresentados os resultados do presente estudo, sendo que a seguir apresentamos sucintamente nossas considerações para cada uma das torres, bem como quando necessário nossas recomendações de caráter executivo:

1. Torre de resfriamento da Fábrica de Oxigênio

As sondagens disponíveis nesta área foram executadas em diferentes épocas: Out/77 sondagens e, f, g, h e i, executadas em data anterior a terraplenagem definitiva da área, observando-se que as cotas do topo dos furos variam entre 985 a 994m; Out/79, sondagens a, b, c e d, executadas após a terraplenagem definitiva da área, observando-se que as cotas do topo destes furos situam-se em torno da cota 997m.

Como primeira providência procuramos através dos perfis disponíveis observar e aferir a localização dos horizontes de aterro e terreno natural, e a seguir verificar quais os perfis característicos do sub-solo na área de interesse.

No croquis em anexo (Des. nº 1) apresentamos os valores dos coeficientes η tal que: $\rho = \eta \times 10^{-3} q$ onde ρ seria o recalque e q o carregamento no ponto considerado.

As sondagens a e b, localizadas na região central onde será implantada a torre apresentaram a indicação de um bolsão superficial de argila siltosa orgânica mole o qual recomendamos seja removido para posteriormente ser aterrado e compactado em camadas. Tratando-se de um bolsão relativamente superficial e de pouca extensão, a profundidade de remoção (visualizamos segundo os perfis a e b em torno de 5m) e a área seriam melhor delimitados no próprio local com o avanço das escavações.

O material de reaterro da vala não deverá conter resíduos de matéria orgânica; assim sendo face a indicação das sondagens não nos pareceria ser recomendável reutilizar o material das escavações no reaterro, devendo-se para tanto importar material da área de empréstimo mais próxima, face aos pequenos volumes envolvidos.

Salientamos ainda que o nível d'água nesta área, em época de estiagem já apresentava-se um tanto alto, próximo ao limite de escavação do "bolsão". Assim sendo recomendamos manter algumas bombas junto a escavação, pois caso seja atingido o NA durante as escavações, sempre poder-se-á executar uma drenagem no fundo da vala através de pequeno poço coletor drenante. Rapidêz de execução é indispensável para minimizar inchamento deletério.

Lembramos ainda que esta torre apresenta um carregamento sobre o terrreno não simétrico, conforme cargas fornecidas por V.Sas. constantes no desenho nº 1 em anexo. Os valores do coeficiente η apresentados no diagrama (b) do desenho nº 1 em anexo já pressupõe a substituição de solo do bolsão supra indicado.

2. Torre TR-1 da Aciaria

Pela análise das sondagens correspondentes à localização desta torre: a, b, d, e, k e 1 (respectivamente SP-RD-ACI-12, SP-RD-ACI-10, SP-RAA-07, SP-RAA-08, SP-RAA-09 e SP-RD-ACI-11), notamos na região da sondagem k, próximo ao local de instalação da torre de resfriamento uma camada de cerca de 4m de argila siltosa, baixo SPT (da ordem de 2) a cerca de 7m de profundidade. Tal camada 'mole' verifica-se somente nesta sondagem e parece-nos tratar-se de um problema aparentemente localizado em comparação com as demais. No entanto não dispomos de sondagens suficientemente próximas à sondagem k de modo a definir a real localização e extensão desta camada.

Efetuadas as estimativas iniciais para esta região considerando-se a camada de argila 'mole' em profundidade como anteriormente indicado (Meigh-76), obtivemos um coeficiente de mola (vide desenho nº 2) que conduziria a recalques diferenciais muito elevados para o tipo de estrutura da torre em questão.

Sugerimos então a adoção de "colunas de brita" que teriam a função primordial de enrijecer as camadas subjacentes de fundação além de permitir uma distribuição de carga para camadas inferiores, de modo a melhorar as propriedades elásticas do meio como um todo (vide nosso AÇO-LM-251079). Em princípio recomendamos a adoção de colunas de brita de diâmetro não inferior a 25 a 30cm, espaçadas da ordem de 3 a 4 diâmetros centro-a-centro e comprimento inicial ao redor de 12m, a serem executadas na região do ponto B (vide Des. nº 2). Reconhecendo a diferença entre estacas de brita em furos e, estacas de brita cravadas com ponta fechada (estacas de deslocamento) ressalta-se para o presente caso a recomendação da estaca de furação.

A própria execução dos furos permitiria delimitar a extensão e profundidade da região onde tal solução se faria necessária, bem como o comprimento a adotar para as colunas através da observação da continuidade da camada de argila 'mole' sob a região a ser carregada. As colunas terão profundidade até embutir um pouco abaixo do fundo do bolsão mole.

Visando adaptar tal conceito ao método executivo, recomendamos que de início sejam executados alguns furos externos a uma área de 10x10m, inicialmente delimitada a partir de área de influência das sondagens. A partir da observação de tais furos ampliar-se-ia ou restringir-se-ia a malha de colunas a executar, mantendo-se sempre uma porcentagem de 10% de área de brita em relação à área delimitada para execução das colunas.

Ressalte-se que as colunas de brita não deverão ser incorporadas à fundação direta, deixando-se um pequeno espaço (da ordem de 5cm) entre a coluna e a fundação.

A melhoria obtida com a execução das colunas de brita fica patente através dos novos valores do coeficiente η (vide Des. nº 2).

3. Torre TR-2 Aciaria

Para esta torre ressaltaríamos novamente ser o carregamento excêntrico, devendo tal fator ser considerado nos cálculos de recalques e outras verificações como estabilidade, etc... A partir das sondagens h, i,

j e m (respectivamente SP-RAA-12, SP-RAA-13, SP-RAA-14 e SP-RD-ACI-08) obtivemos após interpretação os valores de η a partir do procedimento e metodologia apresentado anteriormente (Desenho nº 3).

Finalmente ressaltamos a importância do acompanhamento dos recalques das torres durante a construção e primeiro carregamento, através de nivelamento (com precisão de 1 a 2mm) dos pontos extremos em relação a um RN fixo, para aferir as hipóteses adotadas no projeto e dar subsídios para interpretações que serão úteis em obras futuras.

Sem mais para o momento, colocamo-nos à inteira disposição de V.Sas. para quaisquer esclarecimentos adicionais, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

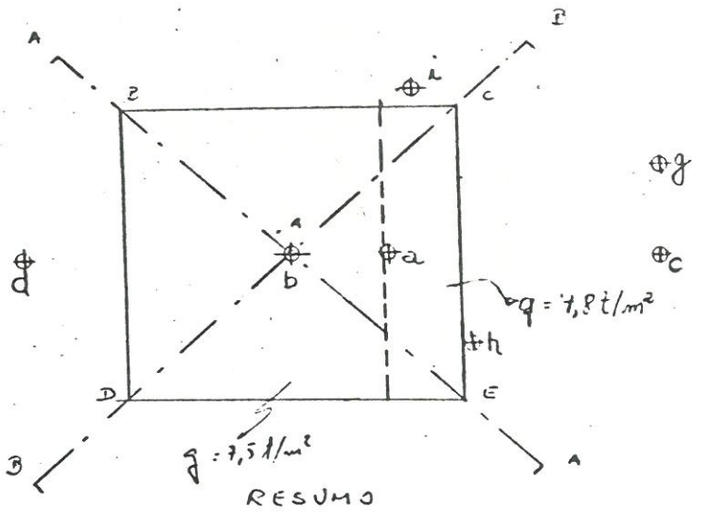
VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

Fransuo J. M. de Oliveira

c/c. Dr. Agostin Oyanguren - Degremont

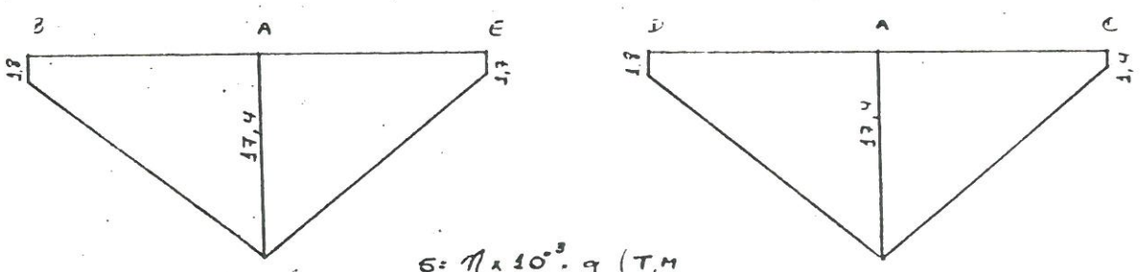
TORRE DA FABRICA DE OXIGÊNIO

AREA CARREGADA



RESUMO

VALORES DE η:



$S = \eta \times 10^{-3} \cdot q$ (T,M

VALORES DE η CONSIDERANDO SUBSTITUIÇÃO DE SOLO NA REGIÃO CENTRAL - SONDAGENS A E B:



$S = \eta \cdot 10^{-3} \cdot q$ (T,M

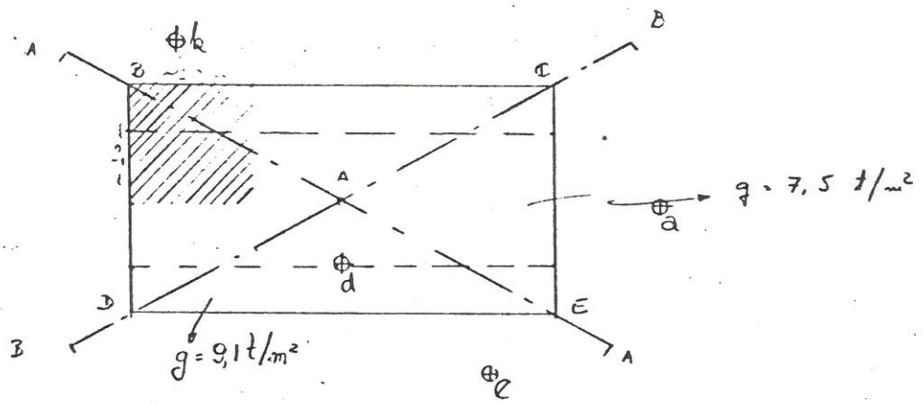
DES Nº 1

ACO AC-080280

TORRE TR 1

LEGENDA:
⊕ SONDAGENS

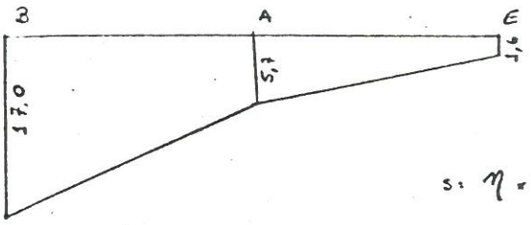
AREA CARREGADA ⊕b



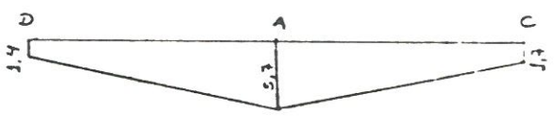
RESUMO ⊕e

VALORES DE η:

CORTE A-A



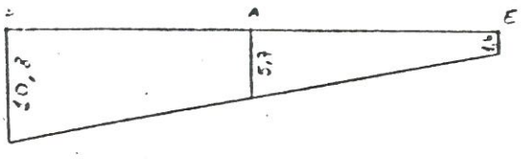
CORTE B-B



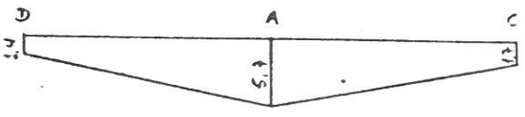
se $\eta = 10^{-3} q$ (T, M)

VALORES DE η CONSIDERANDO COLUNAS DE BRITA $d = 25$ cm ESPAÇADAS DE $c = 0{,}80$ m, NA ÁREA HACHURADA (~ 15 % DA ÁREA TOTAL) A SER DELIMITADA IN LOCO PELOS FUROS

CORTE A-A



CORTE B-B

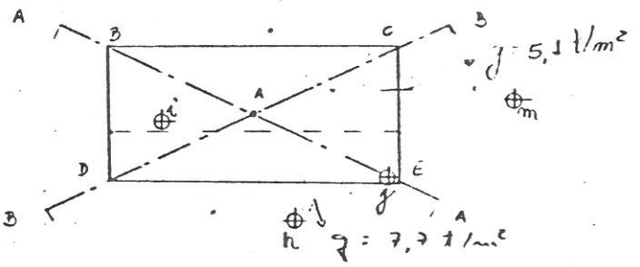


DES N°2
AÇO-AC. 08026 RJ

TORRE TR 2

LEGENDA:
⊕ SONDAGENS

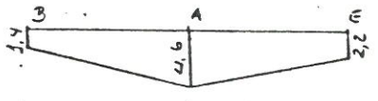
AREA CARREGADA



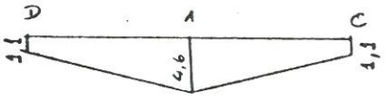
RESUMO

VALORES DE η

CORTE A A



CORTE B-B



$s: \eta = 10^{-3} \cdot q \quad (T, m)$

DESN°3
AÇO AC 05280

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

I OCT

AÇO-G-150280

São Paulo, 15 de Fevereiro de 1980

ANEXO COM

REJEITAM COPIAS

ISE IEEC ISAC

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

AÇO MINAS GERAIS S/A -AÇOMINAS- 27 FEV 1980 004708 ARQUIVO DO PROJETO

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref.: Material recebido IEE-C-466/80
Exame expedito - Comentários iniciais
Providências imediatas.

Prezados Senhores,

Tendo em mãos material de diferentes áreas da obra, recebido através da remessa IEE-C-466/80, passamos a uma rápida análise do mesmo, posicionando sempre que possível nossas recomendações e sugestões iniciais, bem como solicitando providências de V.Sas. quando se fizerem necessárias.

1. CARTA INTERNACIONAL Nº 013/80 -

REF: LAMINAÇÃO DE PERFÍS PESADOS

Sentimo-nos impossibilitados de colaborar com V.Sas. no acompanhamento dos serviços geotécnicos de campo, por não receber rotineiramente todos os relatórios de visita. Caso V.Sas. desejem nossa participação ativa, solicitamos que nos seja enviada toda a documentação pertinente.

Entretanto, permitimo-nos posicionar que estranhamos que reuniões e decisões estejam acontecendo entre a Projetista e a Executora sem a participação da equipe técnica da AÇOMINAS.

2. DESENHOS: 1C05Z00-G-4101
1C05Z00-G-4116

REF: LAMINADORES DE PERFÍS PESADOS

Dizem respeito à nova locação de estaca escavada experimental. Considerando-se que a Projetista está reestudando as fundações do pacote em questão, solicitamos informação quanto à necessidade e liberação, por parte de V.Sas., da execução do programa de testes no caráter de urgência anteriormente existente.

3. CONTROLE DE RECALQUES: A/TOP-152
153
154
155
156
157
158
159

Os controles de recalques das estruturas de diferentes áreas da Usina foram incorporados aos nossos estudos de acompanhamento, sendo que oportunamente nos pronunciaremos a respeito.

4. MEMO IOC-T-087/80 - REF: ENSAIOS DE LABORATÓRIO

Incorporados ao dossiê de dados dos Laminadores para uso oportuno.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/LR/ms

IOCT

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ACO-G-1500280

AÇOMINAS

27 FEV 1543 00 004709

ARQUIVO DO PROJETO

São Paulo, 15 de fevereiro de 1980

ANEXO C.M

RECEBERAM COPIAS

GE DEEC ISA

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stelio Francisco da Costa
Dr. Lucio Flávio B. Pinheiro
Ref.: Fiscalização da Execução de
Estacas Escavadas

Prezados Senhores,

Tendo-se em consideração que as fundações de inumeras estruturas da Usina de Ouro Branco vem sendo estudadas e implantadas com estacas escavadas com lama bentonitica, de grande diametro e com concretagem submersa tomamos a liberdade de solicitar para analise e comentários copias das normalizações de Execução e de Fiscalização existentes. A grande importância do assunto tem sido ressaltada de há muito, e torna-se cada vez mais patente por muitos dos resultados menos favoraveis reportados.

A eventual necessidade de aclaramento de alguns pontos pode vir a ser necessaria para minimizar a ocorrencia de problemas de execução em elementos cuja integridade e ideal comportamento futuro são intimamente depedentes do processo executivo dos mesmos

Sem mais,

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

P.S.:- A presente reitera a solicitação específica dos aspectos que envolveram a execução das estacas escavadas, já apresentada em nosso AÇO-AC-221179.

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

IEEC

AÇO-G-080380

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

São Paulo, 08 de Março de 1980

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

RECEBIDO
25 MAR 1980
ISE
SECRETARIA

666
ARQUIVO

ISE | EEC | ISAC

At. Dr. Stélio F. da Costa
Dr. Lúcio F. B. Pinheiro

Ref.: Indicadores de NA na área da Usina.

Prezados Senhores,

1. INTRODUÇÃO

Atendendo a solicitação de V.Sas., estamos enviando nossas considerações sobre o comportamento dos Indicadores de Nível de Água (INA), e indicações sobre a necessidade de continuidade de suas leituras.

Apresentamos a seguir itemizadamente, segundo as diferentes áreas da Usina, nossas considerações sobre o comportamento observado.

A presente análise foi elaborada com base nos dados levantados no período de outubro de 1978 a outubro de 1979, por não dispormos de dados mais atualizados.

2. COMPORTAMENTO OBSERVADO E RECOMENDAÇÕES.

2.1- Laminação

O comportamento observado dos Indicadores de NA - (INA) do HEAVY, MEDIUM e proximidades, mostram nítida tendência de escoamento (drenagem) segundo o antigo leito do Córrego do Gurita(vide fig.1), notando-se ainda haver pouca influência (sendo mais nítida nas áreas de corte) da pluviometria local no comportamento do nível de água do lençol. Presume-se que a rede de drenagem superficial esteja funcionando a contento e que seja mantida desta maneira.

Tal tendência geral seria esperada, não apenas devido a influência da drenagem profunda existente, mas também devido ao comportamento geohidrológico regional em procurar manter, mesmo que agora subterrâneos, os antigos leitos naturais. Assim sendo o interesse atual e futuro residiria apenas em verificar se a atual tendência se confir-

ma em etapas posteriores. Dentro deste escopo observa-se que o número de medidores acompanhados e a frequência de leituras poderão ser significativamente reduzidas em relação ao atual.

Desta forma sugerimos que sejam realizadas medidas mensais nos seguintes INA'S = C-1B, C-4B, C-13B, C-1C, C-4C, P1/2-D, P1/3-M e D, P1/4-E, NA-25A, NA-75A, NA-22, NA-27, NA-17 e NA-11. Devendo portanto serem paralizadas as medidas nos demais indicadores.

2.2- Sinterização

Nesta região, nota-se nítida tendência da drenagem em acompanhar o talvegue anteriormente existente, notando-se também pouca influência do comportamento pluviométrico local na variação do nível de água do lençol, semelhante ao observado ao caso anterior.

Isto posto sugerimos que também se reduza a frequência das leituras passando-as para medidas mensais apenas nos INA'S = 04 e C-2, para que possa ser aferida a tendência observada, e que as medidas nos demais INA'S sejam paralisadas.

2.3- Aciaria

Os indicadores nesta área estão aproximadamente estabilizados em torno da cota 989, apresentando nítida oscilação devido ao comportamento pluviométrico sobre áreas de corte. Recomendamos que sejam realizadas medidas mensais apenas no INA = 01, e que as leituras nos demais indicadores sejam paralizadas.

2.4- Calcinação

Os indicadores após um ano de observações contínuas, mostram tendência a estabilização em torno da cota 992, e demonstram sofrer alguma influência do comportamento pluviométrico local.

Isto posto, sugerimos que também neste caso sejam realizadas medidas mensais no INA = SP-34A e que as demais medidas sejam paralizadas.

Nos demais locais como: ESCRITÓRIO DO ALTO FORNO, EDIFÍCIO ENGENHARIA INDUSTRIAL E SOPRADORES DO ALTO FORNO, que apresentam sómente um INA em condições de funcionamento, sugerimos que continuem sendo feitas medidas mensais nos mesmos, até que possam ser melhor definidos em função das macro-drenagens as tendências gerais para a usina.

3. Salientamos que pelo fato, desta análise ter levado em conta dados levantados até outubro de 1979, alguns dos Indicadores de NA aqui citados, poderão já ter sido destruidos ou desativados.

Tal fato poderá ser melhor avaliado quando do recebimento de dados mais atualizados.

4. Recomendamos que os medidores de NA cujas leituras sejam paralizadas a partir desta data sejam mantidos intactos para eventuais futuras leituras visando inferir o comportamento geo-hidrológico a longo prazc da Área.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

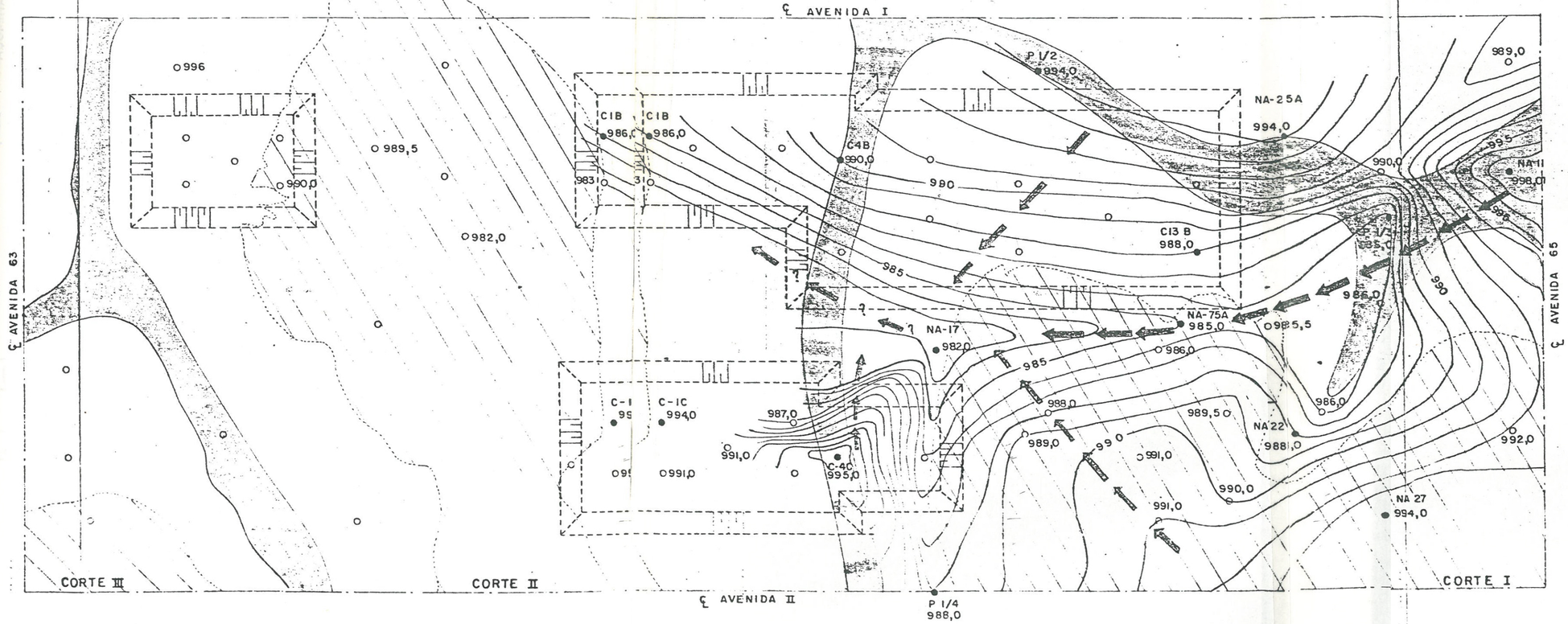
Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

Francisco Rodrigues Oliveira

*Anexo:- desenhos ilustrativos

LG/ms



LEGENDA:

- ESTIMATIVAS DAS CURVAS DE ISO-N.A. PARA ÁREA DA LAMINAÇÃO EM 10/79 A PARTIR DAS LEITURAS DOS I.N.A
- ÁREAS DE CORTE
- DRENAGEM PROFUNDA NA ÁREA
- INDICADORES DE NA EXISTENTES
- INDICADORES DE N.A. CUJAS LEITURAS DEVERÃO SER MANTIDAS.

DESENHO DE REFERENCIA:

IC 00000 - D - 4002 - F

TENDENCIA DA DRENAGEM OBSERVADA

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C Ltda.			
interessado: AÇOMINAS			
comportamento do nível d'agua para a área da laminação em 10/79			
data: 08-03-80	desenhado: SERGIO	figura: 1	código: AÇO-G-080380

I EEC

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA. AÇO-CQ-260380

São Paulo, 26 de Março de 1980

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua dos Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

AÇO MINAS GERAIS S/A -AÇOMINAS-
-2 ABR 1980 09 007672
ARQUIVO DO PROJETO

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

AÇO MINAS
RE... ...AM COPIAS
ISE TEC/SA

Ref.: Torre de resfriamento -
Produtos Carboquímicos.

Prezados Senhores,

1. Introdução:

De acordo com a solicitação de V.Sas. vimos através do presente materializar nossas interpretações referentes ao estudo do subsolo para apoio da torre de resfriamento na área dos Produtos Carboquímicos - Coqueria.

2. Dados básicos recebidos para o estudo:

a. Perfís de sondagens - executados pela Geotécnica na região de implantação da torre de resfriamento:

SP-RD-01 - S5
SP-RD-02 - S6
SP-RD-03 - S7
SP-RD-04 - S8
SP-RD-05 - S9
SP-RD-06 - S10
SP-F-02-A- S11
SP-F-02 - S12
SP-F-01 - S13

RECEBIDO
02 ABR 1980
ISE
SECRETARIA

Nº 01824
~~ISE~~
TEC-C
ARQUIVO

b. localização esquemática da torre e cota de implantação (entre eixos N 7.727522 e 7.727472 e E 628800 e 628890, com cota 998,0m).

c. carregamentos - hipótese de carregamento de acordo com croquis esquemático fornecido pela GEMA: - carga total (morta + viva) variando de 7,5 t/m^2 a 7,8 t/m^2.

3. Resumo e Conclusões:

3.1 Baseados nos dados acima apresentados estimaram-se coeficientes de mola para simulação do subsolo em questão.

3.2 Os recalques diferenciais calculados a partir destes coeficientes de mola indicam ser viável a implantação da torre ao redor da cota 988m em fundação direta no terreno.

3.3 Os coeficientes de mola obtidos bem como as hipóteses em que se basearam as análises estão esquematizadas nas figuras 1 e 2 em anexo.

4. Considerações:

As análises efetuadas foram, em princípio, análogas às desenvolvidas para as torres de resfriamento de Aciaria (vide nosso AÇO-AC-080280).

Resumidamente, a região aonde se apoiará a Torre de Resfriamento corresponde a uma área de corte de 12 a 25 metros com valores de índices SPT de médios a altos de acordo com a conceituação apresentada em nosso programa genérico para toda a Usina (vide relatórios AÇO-G-110878, AÇO-G-080279, AÇO-G-090779).

A partir dos perfis de sondagens e dos resultados de provas de carga em placa, correlacionados com índices de resistência à penetração, definiram-se inicialmente os módulos de elasticidade junto à cota de apoio da Torre. A seguir considerou-se o módulo de elasticidade crescente com a profundidade conforme Meigh-76 (16ª Rankine Lecture - Geotechnique - Vol. 26 nº3 - SET-76) estimando-se os valores de N para os diversos pontos sob a área a ser carregada de modo que $s = N \times 10^{-4} q$, onde s é o recalque previsto e q a carga aplicada; os respectivos coeficientes de mola correspondem a $k = \frac{1}{N \times 10^{-4}}$.

Para compatibilizar a condição atual do terreno em relação à apresentada nos perfis de sondagens utilizados para o estudo, localizadamente poderá haver necessidade de adoção de medidas visando retornar o terreno a condição compatível com o apoio em fundação direta estudado (representado pelas sondagens citadas).

Tais medidas, por exemplo, constam de remoção da camada superficial mais sujeita a degradação até profundidade a ser determinada no local em função das condições apresentadas pelo terreno na região.

Preferencialmente o apoio deve se dar em terreno em corte. Caso não seja possível, proceder a uma criteriosa recompactação em cama-

das até atingir o nível de implantação, com material adequado.

Note-se que o carregamento aplicado é excentrico e deverá ser tratado como tal nas análises posteriores, como por exemplo, de recalques estimados nos diversos pontos.

Salientamos ainda que a relação carga viva/carga morta para a torre em questão é menor que 1, de modo que em princípio seria de se esperar recalques na fase de enchimento não muito diversos dos que serão observados durante o período construtivo.

Contudo lembramos novamente o interesse em um acompanhamento dos recalques durante os períodos de construção e primeiro enchimento conforme indicações já fornecidas em nosso relatório AÇO-AC-080280.

No aguardo dos resultados da análise global da estrutura, colocamo-nos à inteira disposição de V.Sas. para quaisquer esclarecimentos adicionais que se façam necessários. Subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

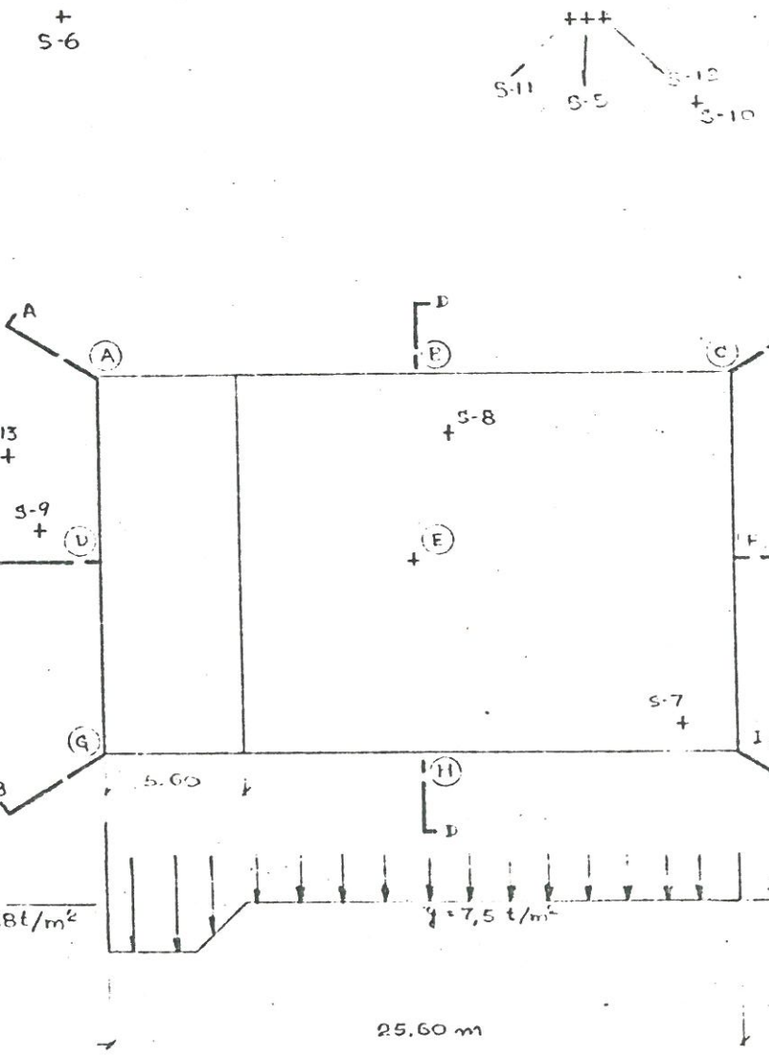
VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

c/c:- Dr. Agostin Oyanguren - Degremont
Anexo:- 2 figuras
LG/LR/ms

TORRE DE RESFRIAMENTO - PRODUTO CARBONÍFERO

ÁREA ARRENDADA



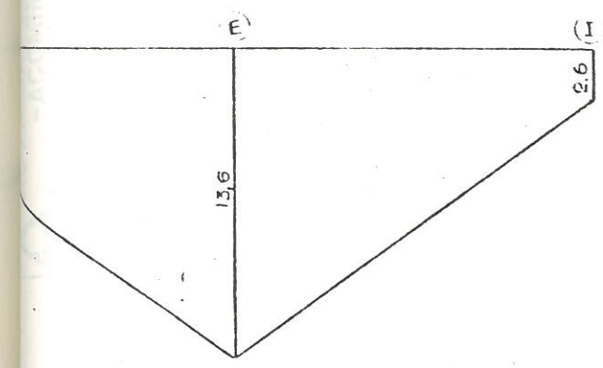
Fls 1

Aço CQ-

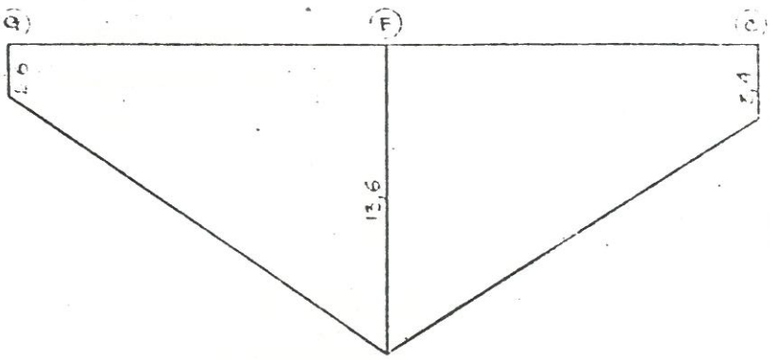
RESUMO:

VALORES DE η

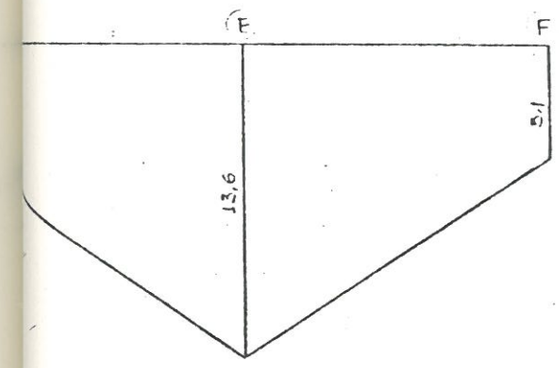
CORTE A-A



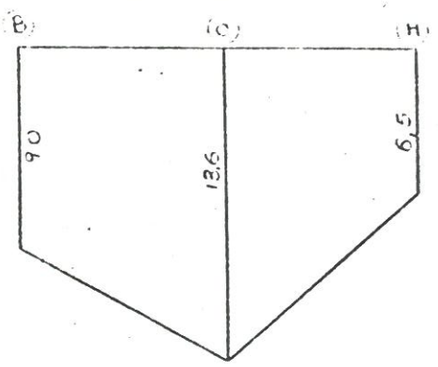
CORTE B-B



CORTE C-C



CORTE D-D



VALORES DE η TAL QUE:

$\lambda = \eta_i \times 10^{-1} \times g\ (T,M)$

FIG 2

A CAPITÃO ANTONIO ROSA, 295 — TELS. 280-8223 - 852-9220 — CEP 01443 — SÃO PAULO

IEEC

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.]

AÇO-G-170380

São Paulo, 26 de março de 1980

RECEBIDO
31 MAR 1980
ISE
SECRETARIA

Nº 01788
~~ISE~~
IEE-C

AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua dos Inconfidentes, 1001 - 4º andar
Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

AÇO MINAS GERAIS - AÇOMINAS
31 MAR 1634 08 007468
ARQUIVO DO PROJETO

Ref. Material Recebido IEE-C-699/80
IEE-C-700/80
IEE-C-701/80
Exame Expedito - Comentários Iniciais
Providências Imediatas

ANEXO
RECEBIDO
ISE IEEC ISA

Prezados Senhores,

Tendo recebido material de diferentes áreas da Usina através das remessas IEE-C-699/80, 700/80 e 701/80, apressamo-nos a um exame expedito dos mesmos, posicionando sempre que possível nossas recomendações e sugestões iniciais, bem como solicitando de V.Sas. providências imediatas, quando se fizerem necessárias.

1. Remessa IEE-C-699/80

1.1 Carta Internacional - GP-379-005/80 (e anexos)
Relatório Preliminar de Análise interpretativa dos Ensaios Geotécnicos - Fev/80.

As informações constantes nos relatórios anexos à referida carta bem como o relatório preliminar de análise interpretativa dos ensaios geotécnicos efetuados na área da Laminação de Perfis Pesados esclarecem de forma satisfatória os pontos levantados no nosso relatório AÇO-G-131279.

Os resultados de ensaios realizados serão analizados detalhadamente e comentários seguirão em breve.

1.2 Memo IEP-C-0074/80

Em princípio, e na fase atual em que se encontram as leituras de recalques em relação ao fenômeno (semi-log em relação ao tempo), concordamos que as leituras nos medidores de recalques sejam efetuadas com uma periodicidade mensal. Lembramos contudo que com o avanço no tempo tal periodicidade poderá ser revista e possivelmente ampliada ou eventualmente paralisada.

Oportunamente nos posicionaremos sobre a continuidade de tais leituras e reanálise do comportamento dos medidores;para tanto solicita - mos brevidade no envio das próximas 3 leituras.

1.3 IOC-T-097/80

Referente ao relatório preliminar de prova de carga sobre a estaca K-32 na área do BILLET-MILL.

Tal assunto vem sendo discutido em contato direto com V.Sas. e aguardamos os dados das outras provas de carga programadas para nos posicionarmos através de um relatório global específico.

Em princípio solicitaríamos tão somente as cotas de instalação dos tell-tales T1 a T4 para que possamos interpretar a presente prova de carga.

1.4 Os itens que seguem relacionados foram incorporados aos nossos estudos em andamento ou aos nossos arquivos para uso oportuno.

1.4.1 Memos: IOC-T-109/80
110/80
111/80
112/80
114/80
131/80
146/80
147/80

2. Remessa IEE-C-700/80

2.1 Os itens que seguem foram incorporados aos nossos estu - dos em andamento ou aos nossos arquivos para uso oportuno:

2.1.1 Memos: IOO-T-113/80
115/80
116/80
117/80
118/80
119/80
124/80
132/80
140/80
141/80
142/80
143/80
144/80

3. Remessa IEE-C-701/80

3.1 RD-IEP-B-072/80 - Relatório das prôvas de carga P-118 - estacas 8 e 11.

O assunto vem sendo discutido diretamente com V.Sas. tendo evoluido para a solicitação de provas de carga adicionais.

3.2 Os itens que seguem abaixo relacionados foram incorporados aos nossos estudos em andamento ou aos nossos arquivos para uso oportuno:

3.2.1 Relatório RD-IEP-B-087/80

3.2.2 Memos: IOC-T-120/80
121/80
122/80
123/80
126/80
145/80

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/sb

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO - G - 100480

São Paulo, 10 de abril de 1980.

AÇOMINAS - Aço Minas Gerais S/A
Rua dos Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref: Material recebido IEB - C - 0934/80
IEE - C - 693/80
Exame Expedito - Comentário Iniciais Providências Imediatas.

Prezados Senhores,

Tendo em mãos material de diferentes áreas da obra, recebido através das remessas IEB - C - 0934/80 e IEE - C - 693/80, apressamo-nos a um exame expedito do mesmo, posicionando sempre que possível nossas recomendações e sugestões iniciais, bem como solicitando de V.Sas . providências imediatas, quando se fizerem necessárias.

1. Remessa IEB - C - 0934/80

1.1. Relatório PROMON nº MS-02-80/188
-Laminação de Perfis Médios

Referente às condições do subsolo na área SM 3 e utilização de fundações profundas nos eixos SY-2 e SY-3. Para o eixo SY-1 a solução anteriormente proposta (em sapatas) seria mantida.

Estamos analisando os dados disponíveis a que se refere o relatório em questão, e em breve seguirão comentários específicos.

2. Remessa IEB - C - 693/80

2.1. Contrôle de recalques IEP - A - 668/80

Referente ao contrôle de recalques de diversas unidades da Usina (casa de contrôle, alto forno, casa de corrida, etc.).

Estes dados foram incorporados ao nosso acompanhamento sistemático das medidas de recalques das estruturas em observação e em ocasião oportuna emitiremos nosso parecer sobre o comportamento dos recalques registrados pela instrumentação.

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

2.2. Memo IOC - T - 187/80

Referente ao relatório preliminar de prova de carga sobre a estaca K/44 C na área do BILLET-MILL.

Estamos no aguardo de novos dados sobre as demais provas de carga programadas para um posicionamento conjunto sobre o assunto através de um relatório específico.

No momento solicitaríamos apenas maiores informações sobre o andamento de tal programa, se possível enviando-nos também uma planta com situação do estaqueamento no campo até o eixo 44, uma vez que em nosso arquivo não dispomos de uma planta atualizada com informações até o referido eixo. Na planta IC03Z-00--C-5001-A de 21/11/78, a estaca K44-C corresponde a uma estaca de diâmetro igual a 150cm, completamente diversa da estaca ensaiada (perfil 40 x 40 com carga de trabalho igual a 240t).

Salientamos ainda que continuamos no aguardo das profundidades "efetivas" dos 4 tall-talles da estaca K-32 anteriormente ensaiada.

2.3. Os itens que seguem foram incorporados aos nossos estudos em andamento ou aos nossos arquivos para uso oportuno:

2.3.1. Relatórios: BH-LAM-SP-129/79-39
BH-SIN-DS-131/78-31
BH-139/79-4

2.3.2. Desenhos: IC05Z00-D-4166
IC05Z00-D-4167
IC05Z00-D-4168

2.3.3. Sondagens: SP-EC-100
SP-EC-108 a 111
SP-EC-113 a 114
SP-EC-116
SP-EC-122 a 123
SP-EC-117 a 119
SP-EC-124
SP-EC-127 a 128
SP-EC-101 a 107
SP-EC-112
SP-SY2-31
SM-E-25B-Billet-Mill

2.3.4. Leituras de medidores de recalques

T- 20 - A - 187/78

T- 19 - A - AT - 187/78

2.3.5. Leituras de Inas -T-16 - B - AT-187/78
T-17 - B - AT-187/78

2.3.6. Memos IOC - T - 167/80
168/80
173/80
172/80
164/80
171/80
169/80
221/80
222/80
176/80
166/80

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.
Luiz Guilherme F. S. de Mello
ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

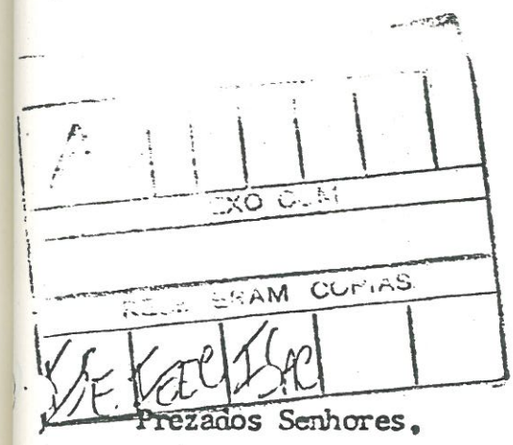
LG/LR/dm

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA. AÇO-G-280480

São Paulo, 28 de Abril de 1980.

IEEC

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua dos Inconfidentes, 1001 - 4º andar
Belo Horizonte - MG



At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lucio Flávio B. Pinheiro

Ref: Material recebido: IEE-C-1155/80
IEE-C-1136/80
Exame Expedito - Comentários Iniciais
Providências Imediatas.

Prezados Senhores,

Tendo recebido material de diferentes áreas da Usina atráves das remessas IEE-C-1155/80 e 1136/80, apressamo-nos a um exame expedito dos mesmos, posicionando sempre que possível nossas recomendações e sugestões iniciais, bem como solicitando de V.Sas. providências imediatas, quando se fizerem necessárias.

1. Remessa IEE-C-1155/80

1.1. Memo IOC/T-219/80

Referente ao controle de recalque dos pinos do B.100 da Aciaria.

Conforme contato já mantido com V.Sas, solicitamos a evolução do carregamento com o tempo do referido bloco para que possamos analisar segundo o conceito de causa-efeito os recalques, que vem sendo medidos.

1.2. Os itens que seguem relacionados foram incorporados aos nossos estudos em andamento ou aos nossos arquivos para uso oportuno.

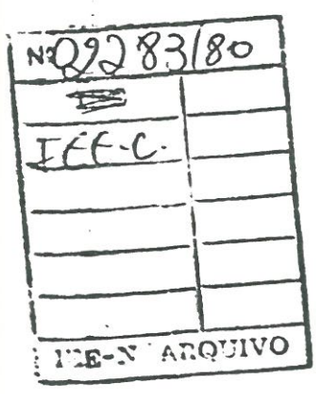
1.2.1. Relatórios:

BH-LAM-SP-129/79-39
BH-OMA-SP-143/78-9

1.2.2. Desenho: SEEBLA-IC03Z00-G-5543-D

1.2.3. Sondagens - SP-EC-101
SP-EC-102
SP-EC-103
SP-EC-104
SP-EC-105
SP-EC-106
SP-EC-107
SP-EC-112





1.2.4. MEMOS: IOC/T-210/80
215/80
216/80
217/80
218/80
234/80
235/80
246/80
247/80
248/80
249/80
250/80
123/80

2. Remessa IEE-C-1136/80

2.1. MEMO - IEE-C-018/80

Referente à profundidade dos tell tales da estaca K-32-C do BILLET-MILL ensaiada.

Com estes dados passaremos à interpretação da prova de carga em questão e oportunamente nós posicionaremos através de um relatório específico.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

p/ ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/LR/cn

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-020580

São Paulo, 02 de Maio de 1980.

ANEXO CCM

RECEBERAM CÓPIAS

ISE | IEEC | ISA

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua dos Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr.Stélio Francisco da Costa
Dr.Lúcio Flávio B.Pinheiro

AÇO MINAS GERAIS S/A -AÇOMINAS- 13 MAI 1980 010839 ARQUIVO DO PROJETO

Ref: Material recebido IEE-C-1158/80 - Exame expedito - Comentários Iniciais - Providencias Imediatas.

Prezados Senhores,

Tendo em mão material de diferentes áreas da obra, recebido através da remessa IEE-C-1158/80, apressamo-nos a um exame expedito do mesmo, posicionando sempre que possível nossas recomendações e sugestões iniciais, bem como solicitando de V.Sas, providencias imediatas, quando se fizerem necessárias.

RECEBIDO
14 MAI 1980
ISE
SECRETARIA

1. Relatório Internacional
- Alternativas de fundações para os equipamentos da Laminação de Perfis Pesados após o eixo:34: março 1980.

O relatório em questão encontra-se em análise e breve emitiremos nosso parecer em relatório específico sobre tal assunto, conforme solicitado por V.Sas.

2. Os itens que seguem abaixo relacionados foram incorporados aos nossos estudos em andamento ou aos nossos arquivos para uso oportuno:

Nº 02404
ISE
IEE/C
DP-N/ARQUIVO

2.1. Relatórios: T-18-B-AT-187/78
T-21-A-AT-187/78
BH-AEX-SP-236/78-5
BH-LAM-SP-129/79-60

2.1. Desenhos: 1A01C01-G-4010-D
1A01C02-G-4002-D

2.3. Sondagens (avulsas)

2.3.1. - Laminação de Perfis Médios:

SP-SH-Y1-13; SP-SH-Y1-15; SP-SH-Y2-10
SP-SH-Y2-14; SP-SH-Y2-12; SP-SH-Y2-16
SP-SH-Y2-18; SP-SH-Y3-09; SP-SH-Y3-13
SP-SH-Y3-15; SP-SH-Y3-17.

2.3.2. - Laminação de Perfis Pesados-
Sondagem: BM-PC-01

2.3.3. Edifício de Engª. Industrial:
Sondagens: SP-S-01
SP-S-02
SP-S-03

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui,

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

p/ ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/LR/cn

IEEC

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA. AÇO-G-060580

São Paulo, 06 de Maio de 1980

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua dos Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

11261 19 MAIO
ARQUIVO DO PROJETO

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

ANEXO COM
ENVIARAM COPIAS
IEE/C/AA

Ref.: Material recebido IEE-C-1183/80
Exame expedito - Comentários Iniciais
Providências imediatas.

Prezados Senhores,

Tendo recebido material de diferentes áreas da obra através da remessa IEE-C-1183/80, apressamo-nos a um exame expedito do mesmo, posicionando sempre que possível nossas recomendações e sugestões iniciais, bem como solicitando de V.Sas. providências imediatas, quando se fizerem necessárias.

07490
IEE/C
IE-N/ARQUIVO

1. MEMOS - IOC-T-253/80
256/80
277/80
278/80
279/80
281/80

REC
20 MAI 1980
ISE
SECRETARIA

Referentes ao controle de recalques de diferentes áreas da obra:

- Alto Forno, Casa de Controle, chaminé do Alto Forno, Coletor de Pó, Casa de Corrida e Regenerador;
- Main Stack - Sinterização;
- Sintering Machine - Sinterização;
- Storage Bins - Sinterização;
- Caldeiras - Alto Forno;
- Main Stack - Sinterização.

Solicitamos a V.Sas. que nos seja enviada a evolução das cargas no tempo destas unidades, mesmo que aproximadas, para que possamos interpretar os recalques em função do carregamento na forma causa-efeito.

Tal análise expedita de carregamentos poderia ser realizada tanto por Vosso pessoal de Obra quanto pelas Projetistas envolvidas nos diferentes pacotes.

As leituras foram incorporadas ao nosso acompanhamento de recalques sendo que oportunamente quando dispusermos de maiores dados emitiremos comentários específicos.

2. Relatório - BH-LAM-DS-129/79-55

Solicitamos o envio deste relatório na próxima remessa uma vez que na atual constam apenas os desenhos referentes a este relatório.

3. Os ítens abaixo relacionados foram incorporados aos nossos estudos em andamento ou aos nossos arquivos para uso oportuno:

3.1 Relatório - BH-LAM-DS-129/79-48

No aguardo das informações solicitadas, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/LR/ms

IEEC ✓

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-LM-080580

São Paulo, 08 de Maio de 1980.

AÇOMINAS GERAIS S/A
AÇOMINAS
011343 20 MAI 80
ARQUIVO DO PROJETO

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua dos Inconfidentes, 1001 4º andar
30000 - Belo Horizonte - MG

ANEXO COM
QUANTIDADE DE COPIAS
IEEC IEEC ISE

At.Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Marcio Quintão

Ref: Estudos Alternativos para as Fundações da Laminação de Perfis Pesados.

Prezados Senhores,

20 MAI 1980
ISE
SECRETARIA

Tendo discutido preliminarmente com V.Sas. o relatório sobre alternativas de fundações para os equipamentos da Laminação de Perfis Pesados preparado pela Projetista, quando de reuniões havidas em Belo Horizonte no dia de ontem, servimo-nos do presente para encaminhar nossas recomendações iniciais e solicitações de dados adicionais sobre o assunto.

1- Primeiramente ressaltamos a necessidade de dispormos dos estudos básicos de fundações pelas diferentes alternativas levantadas e realizados pela Projetista, para uma análise das condicionantes técnicas e portanto de custo que levaram às quantidades sintetizadas no relatório ora disponível.

Solicitamos também que nos sejam enviados os dados que serviram de subsídio aos estudos mencionados para uma rápida análise (como por exemplo o mapa de cargas, a mencionada revisão das leituras de recalques do sobreaterro B feita pela Geotécnica, etc)

2- Acreditamos também que o assunto estacas escavadas - parâmetros e concepção de projeto mereceria atenção especial de V. Sas.

Sugerimosm a formação de uma Comissão de Alto Nível com nomes internacionalmente reconhecidos como pesquisadores e atuantes no tópico específico. Tal Comissão se reuniria e estudando as características do local e dos equipamentos disponíveis pré-fixaria os Critérios de Projeto (Design Criteria) a serem enviados a todas as Projetistas envolvidas na obra com estruturas que requeiram tal concepção de fundações. Pré estabelecido o prazo de 1 mes para que os Projetistas estudassem os Critérios do

seria realizado em Seminário aberto, com participação de todos, para discussões e debates.

As Projetistas passariam então a adotar, com as devidas responsabilidades, o resultado do Seminário como Critério de Projeto a seguir.

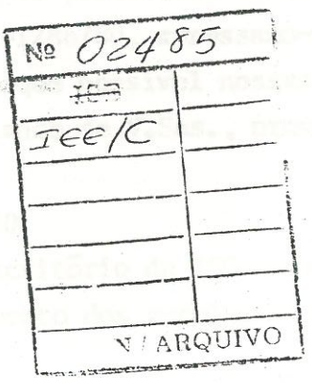
No aguardo das informações solicitadas, colocamo-nos a vosso inteiro dispor para quaisquer esclarecimentos.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos

Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

Victor Guilherme Bittencourt



VM/cn

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA. AÇO-G-150580 IEEC

São Paulo, 15 de maio de 1980

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua dos Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

AÇOMINAS
011746 23 MAI 80
ARQUIVO DO PROJETO

ANEXO QUM
RECEBERAM
IEEC/USA

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

RECEBIDO
23 MAI 1980
ISE
SECRETARIA

Ref.: Material recebido -
- remessas: IEE-C-1262/80
1286/80
Exame Expedito - Comentários Iniciais
Providências imediatas.

Prezados Senhores,

Tendo recebido material de diferentes áreas da obra através das remessas IEE-C-1262/80 e IEE-C-1286/80, apressamo-nos a um exame expedito do mesmo, posicionando sempre que possível nossas recomendações e sugestões iniciais, bem como solicitando de V.Sas., providências imediatas, quando se fizerem necessárias.

02549
E/C
N/ARQUIVO

1. Remessa IEE-C-1286/80

1.1 Ata de reunião - Escritório da ISO - data: 07/05/80.

Referente ao acompanhamento dos recalques da estrutura do bloco B-100 ACIARIA.

Estamos no aguardo das revisões das leituras que deverão ser efetuadas conforme solicitadas na obra, para posterior posicionamento.

1.2 Ata de reunião - Escritório da Açominas em Belo Horizonte - data: 07/05/80.

Referente ao estudo da fundação da Aciaria e provas de carga em estacas escavadas.

O assunto se encontra em análise por parte de V.Sas., sendo que estamos no aguardo dos novos dados de recalques da estrutura para continuação dos estudos.

1.3 Os ítens abaixo relacionados foram incorporados aos nossos estudos em andamento ou aos nossos arquivos para uso oportuno.

1.3.1 Desenhos: 1 C05Z00 - D - 4104-D
4109-D
4110-D
4111-C
4112-C
4115-C

2. Remessa: IEE-C-1262/80

2.1 Os ítens abaixo relacionados foram incorporados aos nossos estudos em dandamento ou aos nossos arquivos:

2.1.1 Relatórios: BH-LAM-SH-129/79-59
BH-LAM-SP-488/80-2
BH-SIN-SP-131/78-30
BH-AEX-SP-236/78-6

2.1.2 Sondagens: SP-SH-Y1-07 - Laminação
SH-PC-EST. Norte - Forno Poço
SH-PC-EST. Sul - Forno Poço

2.1.3 Memo IOC-T-285/80.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/LR/ms

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-290580

São Paulo, 29 de maio de 1980

IEEC

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua dos Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio F. da Costa
Dr. Márcio Quintão

Ref.: Material recebido IEE-C-1494 e 1532/80
Exame expedito - Comentários iniciais -
Providências solicitadas.

Prezados Senhores,

Tendo em mãos material de diferentes áreas da Obra, recebido através das remessas acima epigrafadas, passamos através do presente a uma rápida análise do material recebido, posicionando sempre que possível nossas recomendações e sugestões iniciais, assim como solicitando providências de V.Sas. quando se fizer necessário.

1. Remessa IEE-C-1494/80

1.1 Memo IOC/T/321/80 e 322/80.

Conforme já posicionado nos relatórios AÇO-G-280480 e AÇO-G-060580 para a interpretação dos recalques das diversas estruturas da Usina de Ouro Branco se faz necessário o conhecimento da evolução dos carregamentos (por construção, montagem, etc.) no tempo a que estão submetidas suas respectivas fundações.

Aguardamos o recebimento de tal informação para o início do acompanhamento e interpretação sistemática das estruturas instrumentadas.

1.2 Memo IOC/T/325 e 334/80.

Dizem respeito a duas sondagens a percurssão realizadas recentemente na Aciaria, próximas aos blocos B200 e B600. Tendo-se em consideração que não serão executados provas de carga nestas áreas, tomamos a liberdade de indagar qual o motivo que teria levado a sua execução.

1.3 Memo IOC/T/339/80.

Projeto de Prova de Carga em Estaca Escavada.

A realização de provas de carga em estacas de grande capacidade, em áreas de aterro e de corte, já foi intensamente discutida com a Projetista Geotécnica, tendo sido objeto específico dos relatórios

RT15 - PR168/78, RT28 - PR168/78, AÇO-G-240179 e AÇO-G-220679.

Em especial no que diz respeito ao sistema de reação a ser detalhado, no ítem 3 do relatório AÇO-G-220679 posicionamos a necessidade da utilização de tirantes confinados (inclinados ou verticais) e com ancoragem iniciando abaixo da ponta da estaca no mínimo 4 vezes o diâmetro da estaca.

Tomamos a liberdade de reposicionar tal necessidade para minimizar o efeito da superposição de campos de tensões opostas, que dificultariam uma interpretação dos resultados.

É necessário também considerar que a estaca a ensaiar situa-se em regiões do aterro (Forno-Poço) com carregamentos adicionais por atrito negativo. Conforme posicionado em nossos relatórios anteriores é indispensável isolar a estaca até seu ponto neutro de deformações, para ensaiar sòmente o comprimento resistente da mesma quando da atuação de todos os esforços previstos.

Colocamo-nos a disposição de V.Sas. para voltar a discutir o assunto com a Projetista.

1.4 Relatórios BH-LAM-PC-488/80-1
BH-SIN-SP-131/78-28

Provas de carga em perfis H.

Acreditando que os recalques observados durante o teste sejam compatíveis com os esperados e que a Projetista esteja verificando sua compatibilidade com os critérios de recalque das estruturas, incorporamos os resultados aos nossos arquivos. Oportunamente pretendemos sintetizar toda informação disponível em provas de carga em estacas de diferentes tipos na Usina.

1.5 Memo IOC/T/338/80 e T-19-B-AT-187/78

Leituras de Indicadores de Nível d'água.

Em relatório AÇO-G-080380 encaminhamos a V.Sas. indicação para periodicidade de leituras dos INA. Acreditamos que em breve tal sistemática venha a ser implementada, visando diminuir o número de observações da instrumentação.

1.6 Memo IOC/T/318/80 e 319/80.

Sondagens Rotativas e Deep-Soundings realizados no Forno-Poço.

Considerando que as fundações do Forno-Poço já foram concluídas a um certo tempo, indagamos da necessidade da campanha de testes ora recebido.

1.7 Os ítens que relacionamos abaixo foram incorporados aos estudos de acompanhamento ou aos nossos arquivos para uso oportuno:

1.7.1 Relatório EH-LAM-RN-488/80/3
T-22-A-AT-187/78

1.7.2 Memos: IOC/T/310/80
329/80
328/80
335/80
340/80
319/80
318/80
324/80
e 311/80

2. Remessa IEH-C-1532/80
Laminação de Perfis Médios - Locação de Sondagens Especiais - Especificações para Amostragem e Ensaios de Laboratório.

Após análise detalhada do programa de ensaios solicitado enviaremos nossos comentários através de relatório específico.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/ms

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-LM-020680 IEEC

São Paulo, 02 de Junho de 1980

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua dos Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Márcio Quintão

Nº 02774
ISE
IEE/C

Ref.: Execução de Ensaios Especiais -
Laminação de Perfis Médios.

Prezados Senhores,

Damos em mãos os documentos de solicitação, por parte da Projetista PROMON ENGENHARIA, para execução de sondagens especiais com amostragem em distintas profundidades e ensaios de laboratório na área dos Laminadores de Perfis Médios.

Após exame pormenorizado do mesmo, sentimos a necessidade de reposicionar e conceituar nosso enfoque nos problemas de definição de fundações em questão, e desta forma tomamos a liberdade de fazer referência a relatórios já anteriormente enviados a V.Sas.

1. Primeiramente posicionaríamos que o assunto: Fundações dos Laminadores - Áreas de Aterro merece atenção especial de V.Sas. Conforme proposto em reunião com V.Sas. e materializado no relatório AÇO-LM-080580, acreditamos que a única forma de atender a toda a gama de solicitações e de incertezas das Projetistas para atender aos rígidos critérios impostos pelos Fornecedores, será constituir uma Junta de Consultores de alto nível para fixação de parâmetros e critérios de projeto para toda a Área. Tal Junta de Consultores englobaria, além dos Consultores atuando pela Proprietária, um consultor de cada uma das Projetistas envolvidas, para assim minimizar discussões posteriores ao parecer final da Junta.

2. No que diz respeito especificamente à campanha de sondagens e ensaios especiais ora proposta posicionaríamos que, prévia à aceitação da mesma por parte de V.Sas., caberia uma análise dentro de sistemáticas propostas no desenvolvimento de projetos de outras fundações da Usina.

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

2.1 Primeiramente nos referiríamos a nosso relatório AÇO-G--260977 - "Atendimento a Solicitações das Projetistas para Ensaios e Estudos Adicionais". Naquela oportunidade, preocupados em garantir que se estabelecessem os parâmetros geotécnicos diretamente aplicáveis aos cálculos de projeto de qualquer das estruturas da Usina, posicionamos a validade e necessidade de se: definir o problema a enfrentar; pesquisar e documentar através de bibliografia o sucesso da utilização de determinado procedimento de cálculo entevisto; estimar os parâmetros geotécnicos intervenientes e realizar cálculos preliminares, testando inclusive a sensibilidade dos parâmetros e, finalmente, comprovar a aplicabilidade dos ensaios e cálculos especiais através de documentação de observações de comportamento em obra publicados na bibliografia.

2.2 Aqui mereceria lembrar que desconhecemos os detalhes dos estudos que teriam levado a Projetista a programar os ensaios ora solicitados; entretanto acreditamos que nossa conceituação dos "Princípios Gerais de Projetos das Unidades dos Laminadores - Áreas de Aterro" permaneça válida (nosso relatório AÇO-G-150679).

Uma vez satisfeita uma metodologia de análise preliminar do problema conforme exposta nos ítens anteriores ficariam implícitos quais os parâmetros geotécnicos condicionantes. A obtenção de tais parâmetros geotécnicos condicionantes e representativos das condições in situ do subsolo (ou de suas camadas condicionantes perante determinado comportamento) fica condicionada à sua amostragem.

Em inúmeras oportunidades posicionamos a V.Sas. a mínima representatividade que tem uma amostra de solo retirada de profundidade (no caso em questão, sempre maior do que 20 metros) sujeita ao inexorável alívio do estado de tensões iniciais e demais problemas de manuseio, etc. O estado de tensões in situ é difícil de ser restabelecido antes dos ensaios especiais de laboratório por desconhecimento total das tensões verticais e horizontais atuantes nos solos residuais (que podem estar afetadas por esforços tectônicos, etc.) e nos solos compactados (condicionadas pelos equipamentos de compactação). Em nosso relatório AÇO-LM-160679 encaminhamos uma apreciação sobre programa de ensaios em amostras ditas indeformadas realizado no Laminador de Perfis Pesados. Amostras retiradas em cotas inferiores à cota 977m (19 metros abaixo do greide da plataforma, ou seja, as amostras 12,14,17,19 e 20 da tabela referência 1 C05-Z-00-A-4004-A, retiradas com amostrador Denison, teriam uma qualidade duvidosa que geraria, mesmo sob metodolo-

gias de ensaios e cálculos especiais, uma credibilidade baixa nos resultados obtidos.

3. Assim sendo, posicionamos nossa dúvida quanto a validade de se efetivar a campanha de sondagens e ensaios especiais ora proposta perante as garantias exigidas pelos Fornecedores.

Acreditamos na formação de uma Junta de Consultores de alto nível como maneira única de fixar parâmetros e critérios de projeto definitivos para todos os Projetistas envolvidos na Usina.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

Dr. Victor F.B. de Mello

VM/LG/ms

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-C-160680

São Paulo, 16 de junho de 1980

AÇO MINAS GERAIS S/A
Rua dos Inconfidentes, 1001 - 4º andar
Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio F. da Costa
Dr. Márcio Quintão

Ref.: Solicitação de programas adicionais de sondagens e ensaios

Prezados Senhores,

1. Solicitam-nos um pronunciamento referente à necessidade, conveniência e/ou rentabilidade de programas complementares de amostragens e ensaios geotécnicos. Ninguém pode ser contra a realização de ensaios: a quantificação de parâmetros constituem a base de todo o desenvolvimento científico e tecnológico.

No tocante ao tecnológico, porém, importa muito discutir " por que" e "para que": presumem-se necessidades de resultados práticos quer perante o problema imediato em foco, quer, pelo menos, perante um investimento perante situações análogas futuras.

2. A possibilidade de quantificação e teorização depende:

2.1 de razoável homogeneidade do maciço amostreado;

2.2 razoável representatividade da(s) amostra(s) colhida(s);

2.3 razoável validês dos parâmetros extraidos;

2.4 conhecimento de coeficientes de ajuste de ensaio-cálculo, comparado com realidade de protótipos análogos anteriores.

3. Comportamento de amostra intacta

Houve época (até $\pm$ 1962) em que as preocupações da Mecânica dos Solos internacional se concentraram na chamada "amostragem indeformada" (minimização de variações de volumes, $\Delta V \to 0$, e de perturbação da " estrutura"):atendeu-se razoavelmente a problemas de rutura pois a equação de resistência não sofre adulteração significativa, e a variação resulta a favor da segurança.

Após 1963-67 concentram-se as atenções sobre problemas de deformações e amostragem intacta (amostra que represente o elemento de solo in situ inclusive no tocante a trajetórias de tensões e deformações).

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 · 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

Concluiu-se que os ensaios laboratoriais convencionais, mesmo cuidadosos e sofisticados, são demasiado grosseiros: as previsões de comportamentos de deformações passaram a se demonstrar insatisfatórias, geralmente exageradas em proporções de 3 a 5 vezes maiores do que as reais.

4. Barragens de terra compactada, e fundações diretas sobre solos consistentes

4.1 É fartíssima a documentação de ensaios de controle de qualidade de nossas barragens de terra compactada: também fartíssima a documentação de ensaios laboratoriais especiais (convencionais) para definição de parâmetros geotécnicos.

Desnecessário será frizar que via de regra todas as previsões de pressões neutras de compressibilidade, e bem assim as de recalques e deformações, tem sido completamente diferentes dos resultados de observações. Isto em aterros realmente bem homogêneos, e com colheita de blocos indeformados de poços rasos.

O que esperar de aterros heterogeneamente executados, e de amostras de poços profundos? E pior ainda, de amostras inexoravelmente adulteradas, ditas indeformadas, extraídas de sondagens (profundas)?

4.2 Mesmo no caso de ensaios in situ e amostras indeformadas em bloco extraídas de pouca profundidade, são inúmeras as confissões do insucesso em prever recalques à escala das diminutas tolerâncias de estruturas exigentes modernas. Anexo ao presente uma cópia xerox de apenas um trabalho (local) intitulado:

"Observações sobre a capacidade de carga e o módulo de deformação de solo por meio de provas de carga e ensaios de laboratório", P.P.C. Velloso et al., Congresso Brasileiro de Mec. dos Solos, 1978, p. 305.

4.3 É indispensável evoluir lentamente até acertar em coeficientes de ajuste apropriados. A escola de Stuttgart sob o Prof. E. Schultze começou a ensaiar, projetar, e acompanhar edifícios de grande porte assentes sobre os solos preadensados de Stuttgart, desde o imediato após-guerra - Publicações de 1953 em diante mostram os passos gradativos de ajuste de amostragem e de técnicas de ensaio, para extração de parâmetros. Finalmente, em 1977 publica-se o trabalho Statistical Evaluation of Settlement Observations (E. Schultze, 1977, em anexo), que bem demonstra que em média os recalques mesmo depois de cuidadosamente ajustados não conseguem ser ajustados melhor do que $\pm$ 60% em torno da previsão, em solo homogêneo natural. Veja-se a Fig.4 do artigo para com

preender a que ponto os casos individuais diferem ainda muito mais da igualdade desejada entre previsão e observação.

5. Reitero portanto o fato de que as soluções de engenharia de fundações com apertada tolerância tem que ser buscadas em função de ficar aquém do permitido, e não presumindo acertar na previsão. Perante tal conceituação devem ser analisadas as garantias que se pretenderia alcançar em maiores volumes de amostragens, ensaios, e cálculos.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

Victor F.B. de Mello

Prof. Victor F.B. de Mello

anexo=cópias dos artigos mencionados.

VM/ss

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-AC-240680

São Paulo, 24 de Junho de 1980

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua dos Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Márcio Quintão

Ref.: Controle de recalques dos
blocos B-100, B-300 e B-600 - ACIARIA.

Prezados Senhores,

Tendo recebido as leituras de recalque dos referidos blocos referentes ao mês de maio/80, vimos através do presente comentar alguns aspectos referentes a estas leituras de acompanhamento:

1. De acordo com o posicionado durante a reunião efetuada em 07/05/80 na obra com a presença de nosso engenheiro, os BM-3.6 e BM-3.7 não serviriam mais de pontos de referência para as leituras de recalques dos pinos do Bloco-100 passando a se utilizar os BM-3.4, BM-3.5 e BM-3.8 tidos como "confiáveis" pela equipe encarregada dos serviços de acompanhamento.

Cabe periodicamente realizar triangulação de amarração destas referências (BM-3.4, BM-3.5 e BM-3.8) com relação a outras distantes.

2. As leituras efetuadas durante o mês de maio e que tem como referência estes BMS (3.4, 3.5 e 3.8) contudo apresentam ainda valores, ou melhor, incrementos de recalques, supostamente de "alivio" (indicados como positivos), o que fisicamente com o prosseguimento de montagem da estrutura, seria impossível.

Os "alivios" parciais hoje disponíveis para os pinos instalados oscilam até valores máximos de + 0,50 mm: aproximadamente da ordem de grandeza da precisão das leituras (por exemplo: pino 8-C no B-100 e pino 602 no B-600).

3. Sugere-se portanto que as leituras continuem sendo efetuadas em relação aos BM-3.4, BM-3.5 e BM-3.8 enquanto aguardamos novas leituras que permitam (ou não) estabelecer tendências mais definidas.

AÇO MINAS GERAIS S/A - AÇOMINAS - 27 JUN 15 11 83 014742 ARQUIVO DO PROJETO

03091 ISE/C N/ARQUIVO

RECEBIDO 9 JUN 1980 ISE SECRETARIA

4. Estamos no aguardo ainda da evolução dos carregamentos das diversas estruturas com o tempo para uma interpretação adequada. Conforme já comentado em relatórios anteriores, bastaria em princípio uma estimativa destes carregamentos, sendo que em breve encaminharemos um relatório específico da maneira como pretendemos interpretar os dados de recalques associados aos carregamentos.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos aqui

Atenciosamente,

VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/LH/ms

ISDE

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

AÇO-G-250680

São Paulo, 25 de Junho de 1980

ANEXO COM
RECEBERAM COPIAS
DE DEEC ISU

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua dos Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

IOC-4

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Márcio Quintão

27 JUN 1512 09 014243 ARQUIVO DO PROJETO

AÇOMINAS
03 JUL 1980
RECEBIDO

Ref. Acompanhamento e interpretação
de recalques das estruturas.

Prezados Senhores,

Inúmeras estruturas da Usina ora em montagem vem sendo objeto de acompanhamento dos recalques de seus principais blocos de fundação através de topografia de precisão. É o caso do Alto Forno, Aciaria, Sinterização, etc.

O acompanhamento se faz necessário para comprovar atendimento a valores pré-fixados pelos Fornecedores e aquilatar importante experiência que, devidamente reciclada perante as hipóteses e cálculos iniciais, permitirá otimização de projetos futuros de fundações na área da Usina.

A interpretação dos recalques sómente é possível por associação de causa-efeito a modelos disponíveis de cálculos (previsões) de recalques, ou seja, pela associação de fases de carregamento a cada uma das leituras de recalque. Obviamente tais carregamentos podem ser aproximados, devendo ser levantados, em relação à fase de montagem de cada estrutura quando da leitura dos pinos, pelas Projetistas ou pelo Vosso pessoal de Obra.

Na figura 1 em anexo apresentamos uma figura ilustrativa dos dados necessários a uma interpretação.

Assim sendo, tomamos a liberdade de solicitar que todas as estruturas em acompanhamento de recalques tenham suas leituras (já passadas e futuras) associadas a carregamento aproximado no bloco em questão.

Colocando-nos a Vossa inteira disposição para quaisquer esclarecimentos, subscreveno-nos mui

Atenciosamente,

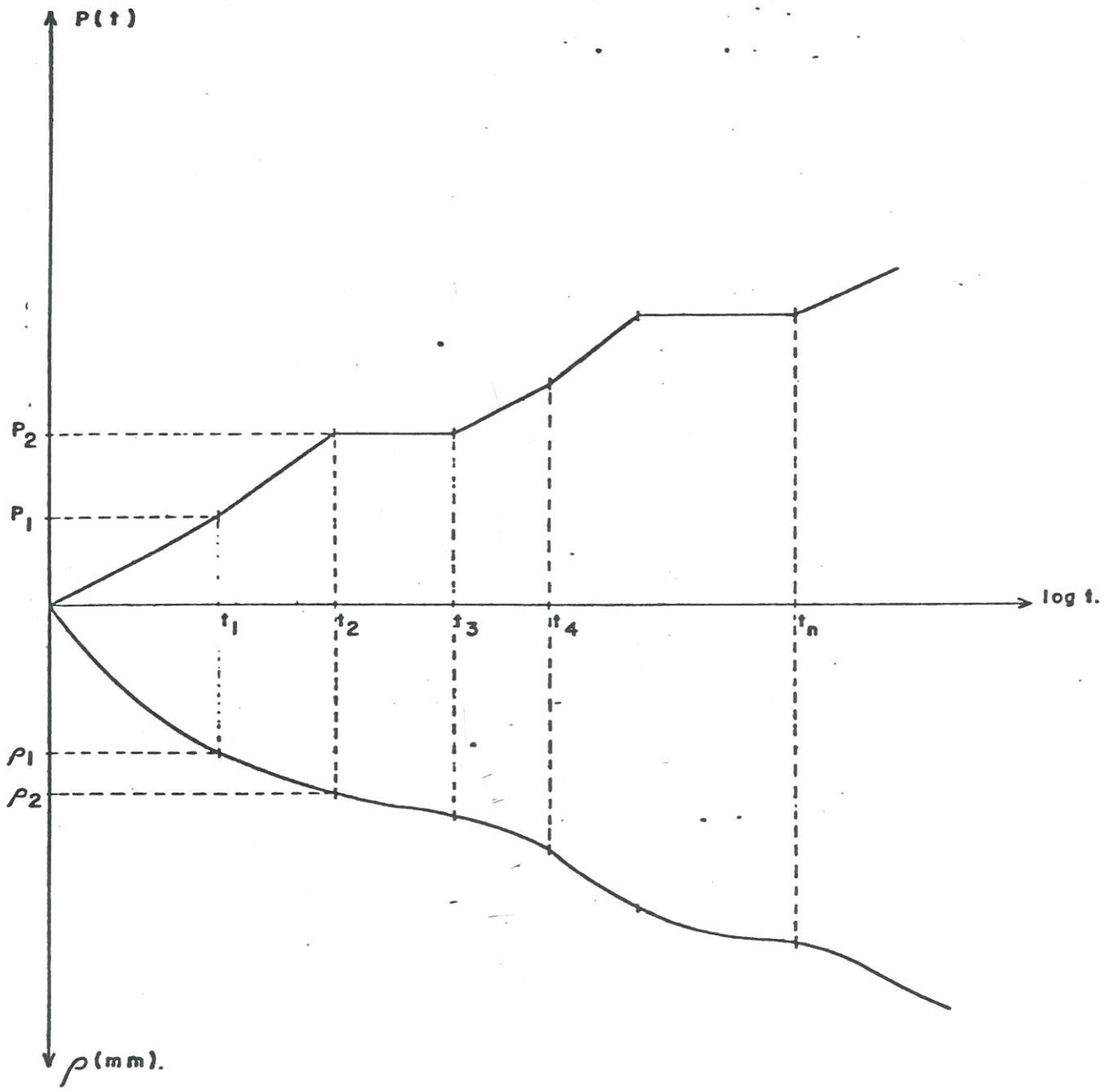
VICTOR F.B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

Anexo:- 1 figura
LG/ms

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 - 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

EXEMPLO ESQUEMÁTICO DE INTERPRETAÇÃO DOS DADOS DE CARGA RECALQUE PARA AS ESTRUTURAS EM EM ACOMPANHAMENTO DE RECALQUES.



AÇO-G- 250680

São Paulo, 04 de Julho de 1980

Nº 03306
ISE
IER
IEE
IFE-N/ARQUIVO
ISE
C2129

AÇOMINAS - AÇO MINAS GERAIS S/A.
Rua dos Inconfidentes, 1001 - 4º andar
30.000 - Belo Horizonte - MG

RECEBIDO
10 JUL 1980
ISE
SECRETARIA

10 JUL 0939 08 015794
ARQUIVO DO PROJETO

At. Dr. Sérgio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

A
ANEXO COM
RECEBERAM COPIAS
ISE IEA-N ISA-C

Ref.: Especificações para instalação de inclinômetros - Caso específico do Pacote C-05.

Prezados Senhores,

Atendendo ao solicitado temos o prazer de submeter nossas apreciações sobre o assunto. Tomamos a liberdade de subdividir em duas parcelas: a geral, e a específica.

1. Geral.

Conforme já tivemos o ensejo de explicar, a política que nos parece mais correta na condição de Consultores é a de não começar por intervir no método de execução (equipamento + procedimento) e de interpretação (conjugados) que Empresas Especializadas tenham validamente estabelecido, com o apoio adequado de bibliografia demonstrativa, incluindo o ciclo fechado de compatibilidade de comportamento observado vs. previsto em situações profissionais análogas anteriores. Ressalte-se a distinção que reputamos indispensável reconhecer entre bibliografia proponente de técnica nova, e bibliografia demonstrativa de sucesso comprovado. Cabe respeitar a experiência da Empresa Especializada, e puxá-la para atendimento em nível dos brios e responsabilidades respectivos, de preferência a uma imposição de alguma técnica um pouco diferente que eventualmente nos pareça melhor; isto principalmente porque toda e qualquer técnica tem sua parcela de arbitrário e nominal. Exige-se, porém, que a Empresa Especializada incumbida dos ensaios informe formalmente qual a técnica que adota, e forneça a documentação técnica hábil respectiva, não só quanto aos pormenores (nominais) dos equipamentos e procedimentos, mas também, desejavelmente, dos casos anteriores, documentados, em que o conjunto de procedimentos em questão tenha fornecido um razoável acôrto entre cálculos do projeto e comportamentos de obra.

Eng. Orlando
Acompanhamento

2. Considerações específicas sobre a utilização dos inclinômetros.

Considerando-se que no caso em questão solicita-se a utilização rotineira de um equipamento específico, a obediência ao manual de calibração, instruções de manipulação, montagem e leitura, assim como a utilização, por parte da Executora, de pessoal capacitado e já experiente representam o esperado por parte da Projetista, Proprietária e seus Consultores.

Uma vez conscientizada a finalidade a que se propõe a utilização do equipamento específico em questão, a Executora deveria ser chamada a apresentar suas eventuais considerações, uma vez que a proposição do teste estando bem caracterizada é esta a que se deveria considerar como produto recebido. A retribuição pelo serviço fica na dependência da comprovação supra.

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

ENG. LUIZ GUILHERME F. S. DE MELLO

LG/ms

...TOR F. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

...SBI 1242 015816

São Paulo, 21 de setembro de 19.78

ANEXO CSM

RECEBERAM CÓPIAS

I.E | IEEC | ISA

AÇO MINAS GERAIS S/A - AÇOMINAS
Rua Inconfidentes, 1001 - 4º andar
Belo Horizonte - MG

At. Dr. Stélio Francisco da Costa
Dr. Lúcio Flávio B. Pinheiro

Ref. Ensaios não destrutivos em elementos estruturais concretados in situ. Válido para toda a Usina.

Prezados Senhores,

1. INTRODUÇÃO

Tendo-se em consideração o emprego de elementos de concreto moldados in loco de grande capacidade portante em inúmeras estruturas de responsabilidade na área da Usina e da dificuldade e dos onus envolvidos na execução de cada prova de carga assim como a sempre questionável representatividade estatística do comportamento obtido em tal ensaio, vimos através deste apresentar a V.Sas. a conceituação de ensaios não destrutivos de comprovação da idoneidade de elementos concretados in situ.

2. RESUMO DAS CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES

2.1 Considerando-se a grande responsabilidade de inúmeras estruturas da Usina de Ouro Branco e os rígidos critérios de comportamento apresentados pelos Fornecedores é indispensável uma apreciação da idoneidade estrutural das estacas de suas fundações.

2.2 Ensaios não destrutivos poderiam ser realizados em todas estacas (devido ao seu baixo custo) e relacionados a poucas provas de carga realizadas em peças selecionadas.

2.3 Ensaios não destrutivos permitiriam verificar a integridade estrutural das peças concretadas sob lama bentonitica, a fim de comprovar que as mesmas se encontram capazes de satisfazer às hipóteses de projeto.

2.4 Várias firmas já se encontram possibilitadas de realizar tais ensaios, tendo comprovado sua eficácia em outras obras de responsabilidade (metros, viadutos, etc...).

3. SÍNTESE DOS PROBLEMAS USUAIS ASSOCIADOS A ESTACAS OU ESTRUTURAS MOLDADAS IN SITU.

Considerando-se que todas as fundações profundas moldadas in situ em execução na Obra estão utilizando processo de escavação com lama bento

RE...
09 OUT 1978

A CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 · 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

A CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-8223 · 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

nitica nos vale sintetizar os problemas que tal processo executivo poderia vir a apresentar.

A concretagem de escavações abertas e cheias de bentonita utiliza do processo de tremonha, o qual em geral apresenta resultados satisfatórios mas que poderá resultar em estacas imperfeitas em algumas situações.

3.1 Para conseguir um satisfatório apoio da base da estaca uma limpeza de fundo e remoção completa da bentonita "contaminada" do fundo é necessária. Tal premissa pode ser atendida desde que se proceda a cuidadosa operação de limpeza de fundo por aplicação de ar comprimido.

Além de "sujeira" no fundo da estaca, a bibliografia cita outros casos de mau contacto de base de estaca que ocorreriam principalmente quando:

3.1.1 a pressão hidrostática da suspensão de bentonita cai abaixo da pressão de água no solo circundante devido a queda do nível de bentonita no furo ou a existência de pressões artesianas em determinado extrato de subsolo;

3.1.2 durante o primeiro lançamento de concreto pela tremonha, esta esteja muito acima do fundo da perfuração. Neste caso pela descarga brusca deste primeiro concreto lançado poderia acontecer dispersão do concreto e incorporação de vazios preenchidos de lama bentonica no seu interior.

3.2 No fuste das estacas os principais problemas que poderiam ocorrer seriam:

3.2.1 em estacas excessivamente armadas ou com concreto mal dosado poderia ocorrer uma obstrução física pela armadura, dificultando o preenchimento do espaço anular entre a gaiola de armação e o solo e formando vazios no fuste da estaca;

3.2.2 ocasionados pela falta de sincronia entre a concretagem propriamente dita e a subida da tremonha, quer por falha humana quer por interrupção no fornecimento de concreto, etc.

4. COMPROVAÇÃO DA INTEGRIDADE ESTRUTURAL DAS PEÇAS

Uma vez que os projetos de fundações profundas moldadas in situ fixam um comprimento mínimo de fuste das estacas a ser comprovado e obedecido a partir da análise do material proveniente das escavações, cabe sempre verificar a integridade estrutural das peças após sua concretagem submersa.

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 207 — TELS. 280-0223 · 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

Os programas de provas de carga em estacas recomendados pelos Projetistas sempre se baseiam numa amostragem estatística dentro do universo global, sugerindo por exemplo testar, 1 estaca a cada 200 estacas executadas. O estudo dos resultados fornecidos por tal programa de testes é então considerado representativo das fundações da estrutura como um todo.

Tal programa de ensaios infelizmente não impediria que determinada estaca, obviamente não ensaiada, quando solicitada pelo funcionamento da estrutura, apresente comportamento indesejável que poderia até levar o bloco na qual se situa a condições indesejáveis de deformações com risco de por a perder o comportamento ideal de toda a estrutura..

Os defeitos de concretagem em uma estaca moldada in-situ poderiam até não afetar o comportamento de uma estaca ensaiada em prova de carga mas causar deficiências de comportamento em condições de trabalho a longo prazo, particularmente se a estaca é solicitada por esforços horizontais e momentos.

Dentro de tal propósito já se vem estudando, e publicando resultados satisfatórios na bibliografia, a possibilidade de rapidamente submeter estacas ou qualquer outro elemento estrutural a ensaios não destrutivos que comprovem ou não sua integridade, sua condição de apoio na ponta, seu comprimento real, etc..

Um ensaio ideal da integridade de um elemento indicaria a natureza e a influência de cada defeito. Na realidade defeitos menores são dificeis de detectar o que não invalida a utilização de tais testes, pois estes defeitos de pequena monta terão proporcionalmente pouca influência no comportamento do elemento.

Os ensaios não destrutivos que abaixo descreveremos devem ser visualizados como uma ferramenta a ser utilizada pelos engenheiros a fim de estimar um índice de qualidade de determinado estaqueamento e também de detectar imperfeições de concretagem, apoio, etc.. Não podem entretanto, ser encarados como substitutos de provas de carga uma vez que a elas são referenciados para a determinação da qualidade do estaqueamento e que sua profundidade, diâmetro e demais características foram devidamente estudadas na fase de projeto da estrutura.

Como ensaios não destrutivos poderiamos incluir: amostragem através de sondagem rotativa com 100% de recuperação, inspeção do furo

RUA CAPITÃO ANTONIO ROSA, 207 — TELS. 280.8223 · 852.9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

com cameras de TV especiais ou através de "calipers".

Apresentaremos a seguir com discussão mais pormenorizada outros tipos de ensaios não destrutivos:

4.1 Métodos acústicos (ultra-sonico)

O método ultra-sonico baseia-se na transmissão e captação de ondas acústicas dentro dos elementos estruturais. Conhecendo-se a distância entre o emissor e o receptor, medindo-se o tempo decorrido entre a emissão e a captação das ondas, pode-se deduzir a velocidade de propagação e consequentemente um "módulo de elasticidade" dinâmico da peça. Na prática utiliza-se as informações recebidas em comparações relativas com outras estacas previamente ensaiadas da continuidade do elemento estrutural. A informação recebida é geralmente arquivada sob forma de película polaroide.

O processo impõe a utilização de tubos verticais no interior da peça, sendo necessário garantir a verticalidade e paralelismo entre tubos para sucesso da instrumentação.

No caso de se contar com somente um tubo, um transmissor/receptor único é utilizado; tal medidor é inserido no tubo, previamente cheio de água (para solidarizar acusticamente o instrumento e a peça estrutural) sob velocidade constante enquanto ondas ultrasônicas são emitidas através do concreto pelo transmissor e captadas pelo receptor.

A informação é transmitida para a superfície, convertida em uma série de seções claras e escuras. Atrasos na transmissão de determinado sinal (concreto poroso, inclusões, etc.) causam uma defasagem na imagem, permitindo portanto mapear eventuais descontinuidades das peças.

Quando se utiliza mais do que um furo na peça, a onda ultrasonica é transmitida através da estaca e permite localizar com relativa precisão qualquer defeito entre tubos, possibilitando também obter medições para 1 emissor/receptor não à mesma profundidade, artifício este que permite melhor mapeamento da eventual descontinuidade.

Recomenda-se geralmente a colocação dos tubos antes da concretagem das peças, sendo que estes devem estar bem amarrados à armação das mesmas para garantir sua verticalidade e paralelismo, evitando-se também utilizar tubos que apresentem alta transmissão acústica.

O espaçamento entre tubos emissor e receptor pode variar, os casos publicados indicam sucesso para espaçamentos entre 30 a 200cm, pois

para distâncias muito grandes diminue-se a precisão do equipamento.

Impõe-se utilização de tal processo em peças devidamente curadas.

4.2 Métodos de Resposta Dinâmica

Nos métodos dinâmicos uma vibração ou choque é aplicada na peça e dois tipos de observações podem ser feitas: ou a resposta em frequencia da peça pode ser recebida dentro de um espectro selecionado de frequencias, ou a resposta transitória ao impulso aplicado na peça pode ser examinada.

4.2.1 Uma das maneiras consiste em atingir axial ou lateralmente a cabeça da estaca e gravar as vibrações recebidas na cabeça da estaca por um vibrógrafo. Dois tipos de vibração seriam gravadas; a frequencia própria corresponderia à vibração do sistema solo/estaca, tendo baixa frequencia e alta amplitude e a oscilação secundária a maiores frequencias corresponderia a vibração da estaca propriamente dita.

A frequencia própria depende da rigidez da estaca; uma vibração de baixa amplitude em alta frequencia indicaria uma oscilação secundária que depende do comprimento da estaca e da qualidade do concreto.

4.2.2 Outro tipo de teste dinâmico seria através de análise da aceleração e deformação da cabeça de uma estaca devidamente instrumentada submetida a impacto, através dos principios de ondas de vibrações sismicas. Tal processo poderia ser simplificado através da observação somente da força e da velocidade da cabeça da estaca.

Permite também uma estimativa da capacidade de carga da estaca em termos de seu atrito lateral e resistência de ponta.

4.2.3 Finalmente poder-se-ia vibrar continuamente a estaca dentro de um amplo espectro de frequencias e estudar sua resposta através de um transdutor de velocidade ao lado do vibrador que transforma o movimento vertical da cabeça da estaca em um sinal elétrico.

Desde que a cabeça da estaca esteja convenientemente preparada, tal ensaio poderia ser realizado 4 dias após a concretagem da peça, e seu campo de utilização depende de certa maneira da relação diâmetro/comprimento da peça (a bibliografia cita inúmeros casos instrumentados com sucesso para relações de até 1:30 e alguns em até 1:50).

O estudo dos resultados do ensaio por elemento especializado permitiria verificar a rigidez da estaca, seu comprimento (entre base e ponta da peça ou caso existam descontinuidades entre ponta e obstrução).

A CAPITÃO ANTONIO ROSA, 297 — TELS. 280-9223 · 852-9280 — CEP 01443 — SÃO PAULO

4.3 Métodos Sísmicos

Compreendem na medida da velocidade das ondas vibratórias na peça. Como só se tem acesso a uma das duas extremidades da peça, o ensaio utiliza um acelerômetro instalado no topo da estaca, que é atingida por um impulso mecânico que atinge um transdutor no topo da estaca. O acelerômetro capta então o impulso que a ele chega por ondas de superfície assim como as ondas refletidas na base da estaca ou em determinada descontinuidade da peça.

Os dados obtidos geralmente indicam as ondas de superfície diminuindo com o tempo e interrompidas pelas ondas refletidas pela base ou descontinuidade da peça.

Assumindo uma proporção constante entre a velocidade das ondas de superfície e a velocidade das ondas longitudinais refletidas, podendo-se determinar com precisão a velocidade das ondas superficiais permite-se uma avaliação das ondas longitudinais caso o concreto estivesse perfeito na peça toda. Assim se calcula a distância à ponta da estaca e compara-se com os dados de execução da estaca.

O presente método vem sendo utilizado com enorme sucesso em estacas pré-moldadas cravadas com sucesso parcial em estacas moldadas in situ.

4.4 Outros métodos se encontram em fase de pesquisa não sendo portanto recomendáveis para uso imediato em obra de grande responsabilidade.

5. PROVIDÊNCIAS INICIAIS

Tendo em mente o grande valor e necessidade da comprovação da integridade das estacas moldadas in situ da Usina perante os rígidos critérios impostos pelos Fornecedores encaminhamos a V,Sas, referência a firmas instaladas no Brasil, que utilizando Know-how estrangeiro, vem realizando ensaios não destrutivos em inúmeras obras de igual responsabilidade:

5.1 CEBTP - Centre Experimental de Recherches et D'Etudes du Batiment et des Travaux Publics
Av. Presidente Vargas 534 - 5º andar
Rio de Janeiro - RJ
fone: 223-4732

5.2 CONCREMAT - Engenharia e Tecnologia S/A
Rua Barão de Suruí, 143
São Paulo - SP
fone: 241-9359 e 240-7407

Ao mesmo tempo temos liberdade de contactar os colegas pertencentes aos Laboratórios que desenvolveram os equipamentos e servimo-nos do presente para encaminhar a V.Sas, um orçamento estimativo por nós recebido.

Solicitamos ser informados do andamento da sugestão da realização dos ensaios de integridade a fim de podermos colaborar nas discussões técnicas que se fizerem necessárias na escolha de equipamentos, etc..

Sem mais para o momento, subscrevemo-nos mui

Atenciosamente,

VICTOR J. B. DE MELLO & ASSOCIADOS S/C LTDA.

Nivaldo Guilherme Vitorello

VM/LG/sb