

**CONCRETOS PARA A OBRA DA
USINA DE AGUA VERMELHA**

**CENTRAIS ELÉTRICAS DE SÃO PAULO S.A.
DIRETORIA DE CONSTRUÇÕES**

AGOSTO / 74

ENGº BENTO CARLOS SGARBOZA
ENGº FRANCISCO RODRIGUES ANDRIOLO

OBRA: LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES	ESC
ASSUNTO: CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA	VER.	FL 1 de
VERMELHA.	DES Nº TC - 02	

Eng. F.R. Andriolo.

[Handwritten signature] 16/06
- 7. - 75

Francisco Rodrigues Andriolo
Eng.º Civil

1 - INTRODUÇÃO

OBRA: LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.: _____	ESC _____
ASSUNTO: CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA VERMELHA.	VER.: _____	FL. 2 de _____
	DES. Nº TC - 02	

1 - INTRODUÇÃO

Neste trabalho elaborado pelo Laboratório de Concreto da CESP - Ilha Solteira apresentamos os dados obtidos nos estudos de Concretos para a Obra de Água Vermelha.

Obras do porte de Água Vermelha necessitam de estudos cuidadosos, afim de orientar as Projetistas quanto às capacidades portantes dos materiais, bem como a fidelidade que cada valor possui, quando se extrapola para a estrutura acabada.

Este estudo é então, fruto do conhecimento adquirido por uma equipe, através dos estudos elaborados para a Construção de Jupiá, Ilha Solteira, bem como do controle executado sobre as obras da CESP.

Praticamente são analisadas todas as propriedades do concreto e de seus constituintes. Foram também efetuadas correlações que permitirão uma visão global dos valores.

OBRA:	LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.	ESC
ASSUNTO:	CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA VERMELHA.	VER.	FL. 3 de
		DES. Nº	TC - 02

2 - DADOS INFORMATIVOS

OBRA	LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.	ESC
		VER.	FL 4 de
ASSUNTO	CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA	DES. Nº TC - 02	

VERMELHA.

2 - DADOS INFORMATIVOS:

A Usina hidrelétrica de Água Vermelha, cuja construção a CESP está iniciando, situa-se na divisa dos Estados de São Paulo e Minas Gerais, no baixo Rio Grande a 80 km da formação do Rio Paranã, pelos rios Grande e Paranaíba.

A obra se constituirá de duas barragens de terra, nas margens, com altura máxima de aproximadamente 62 m, e estruturas de concreto assentadas no leito do rio, logo a montante - da Cachoeira, denominada Cachoeira dos Índios.

A potência final instalada será de 1.380 MW, contando com 6 grupos geradores Francis de 230 MW.

As estruturas de concreto somarão um volume de aproximadamente 1.400.000 m3 de concreto, assim distribuídos:

Tomada d'água	360.000 m3
Casa de Força	170.000 m3
Vertedouro de Superfície	500.000 m3
Barragem de Gravidade	70.000 m3
Hall de Montagem	15.000 m3
Muro Direito	65.000 m3
Muro Esquerdo	95.000 m3
Muro de Separação Central	70.000 m3
Muro de Separação Esquerdo	25.000 m3
Diversos	30.000 m3

O projeto de viabilidade foi elaborado pela Coresp-Camambra, fazendo parte do levantamento energético do Rio Grande.

O projeto executivo está a cargo do consórcio PROMON - THEMAG e a construção está a cargo da C.C. Camargo Corrêa.

OBRA:	LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.	ESC
ASSUNTO:	CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA VERMELHA.	VER.	FL 5 de
		DES Nº TC - 02	

3 - INSTALAÇÕES PARA A PRODUÇÃO DE CONCRETO

OBRA: LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC.
ASSUNTO: CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA VERMELHA.	VER.:	FL. 6 de
	DES. Nº TC - 02	

3 - INSTALAÇÕES PARA A PRODUÇÃO DE CONCRETO

Para a produção de concreto durante a construção da Usina de Água Vermelha projetou-se o "Canteiro" cuja disposição é vista no Desenho LO-G. O projeto desse "Canteiro" fundamentou-se nos dados fornecidos pelo Relatório AV-02 - "Planejamento - Executivo do Canteiro ÁGUA VERMELHA"/ junho 1.972, elaborado - em Ilha Solteira.

Procurou-se, nesse Planejamento, fazer um aproveitamento dos equipamentos disponíveis do Canteiro de Ilha Solteira.

Através do Desenho LO-G observa-se que as instalações - para a produção de concreto constam basicamente de:

- Sistema de beneficiamento do agregado natural
- Sistema de beneficiamento do agregado britado
- Sistema de refrigeração
- Centrais de concreto

Faremos a seguir uma descrição dos vários sistemas, sem entrarmos em minúcias, pois tal assunto está bastante pormenorizado no Relatório AV-02.

OBRA: LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA

DES.:

ESC.:

VER.:

FL. 7 de

ASSUNTO: CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA

DES. Nº TC - 02

VERMELHA.

3.1 - SISTEMA DE BENEFICIAMENTO DO AGREGADO NATURAL

Orientativamente, para um melhor entendimento, poderemos seguir a descrição do sistema através do Fluxograma do Desenho F - LAV.

Como abordaremos mais à frente, a jazida de cascalho localiza-se na confluência dos rios Aporé e Paranaíba (Foz do - Aporé), pertencendo ao remanso do lago da Usina de Ilha Solteira.

3.1.1 - EXTRAÇÃO:

A exploração da jazida será feita por dragagem através - de dragas com capacidade de aproximadamente 400 m³/h. Esse - equipamento trabalhou na extração de cascalho para a Obra de Ilha Solteira. É um equipamento que permite um posicionamento relativamente rápido, podendo-se então obedecer as orientações de locação, nas quadras, dependendo dos dados granulométricos de prospecção.

3.1.2 - TRANSPORTE:

Para o transporte desse material, serão usados comboios de duas barcas, cada uma com capacidade de aproximadamente 800 t, movidas por empurradores.

3.1.3 - DESCARGA:

A descarga do material será feita através de um conjunto de dois pórticos Pohlig-Heckel dotados de CLAM-SHELL (caçambas com capacidade de 5 toneladas).

Após a descarga o material bruto será estocado próximo - ao porto. Através de uma correia transportadora de aproximadamente 5,5 km, o material será levado e estocado próximo ao lavador de Cascalho. A existência desses dois estoques é justificada pela vantagem de não se vincular, temporariamente, o sistema de descarga e o lavador. Permitindo-se então, a manutenção do sistema.

OBRA: LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC.:
ASSUNTO: CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA	VER.:	FL. 8 de
VERMELHA.	DES. Nº TC - 02	

3.1.4 - BENEFICIAMENTO:

Para o beneficiamento dos cascalhos projetou-se uma estrutura onde basicamente encontram-se:

- Dois conjuntos peneiradores
- Dois conjuntos desidratadores
- Conjunto de classificadores de areia

O material bruto, ao entrar no lavador sofrerá uma primeira separação, e lavagem, em um conjunto peneirador, dotado de peneiras de $\neq 1\ 1/2"$ e $\neq 3/16"$.

O material retido na malha de $\neq 1\ 1/2"$, é o Cascalho 3 ($\emptyset$ max = 76 mm), que seguirá para seu estoque.

A fração retida na malha $\neq 3/16"$ será levada através de um parafuso desidratador (que possui a função de desintegrar - possíveis torrões de argila e/ou materiais friáveis) para o segundo conjunto de peneiras, com malhas de $\neq 3/4"$ e $\neq 3/16"$, havendo então a separação dos Cascalhos 2 ($\emptyset$ max = 38 mm) e 1 ($\emptyset$ max = 19 mm) retidos respectivamente nas malhas de $\neq 3/4"$ e $\neq 3/16"$.

O material passante da $\neq 3/16"$ (areia) entrará em tanques classificadores, juntamente com um jato d'água adicional.

Os tanques classificadores tem a função de corrigir a granulometria da areia, mantendo-a constante. Os tanques são dotados de vários bocais automáticos de descarga, sendo que cada bocal corresponde uma gama de deposição material (o funcionamento do tanque baseia-se na diferença de velocidades de deposição dos grãos - Lei de Stokes). Desta forma aceita-se ou rejeita-se o material de cada bocal, dependendo da granulometria desejada.

O material muito fino e o pulverulento serão eliminados por transbordamento no tanque.

Através de canaletas metálicas a areia beneficiada irá para um segundo conjunto de parafusos desidratadores e posteriormente para os estoques.

Foram projetados dois estoques de areia-

- um para concreto, e
- um para filtros da barragem de terra. Dependendo dos consumos poder-se-á balancear ambos estoques.

OBRA: LABORATÓRIO DE CONCRETO-ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC.:
ASSUNTO: CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA	VER.:	FL. 9 de
	DES. Nº TC - 02	

VERMELHA.

A partir dos estoques individuais, os cascalhos serão levados por correias transportadoras ao Sistema de Refrigeração.

A areia a ser utilizada em concreto não será refrigera-da, sendo então levada diretamente a correia das Centrais de Concreto.

OBRA: LABORATÓRIO DE CONCRETO-ILHA SOLTEIRA	DES.	ESC
ASSUNTO: CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA	VER.	FL. 10 de
VERMELHA.	DES. Nº TC - 02	

3.2 - SISTEMA DE BENEFICIAMENTO DO AGREGADO BRITADO.

Para acompanhamento da descrição aconselhamos observar o Desenho F-BRI, onde apresentamos o Fluxograma do Sistema de - Britagem.

3.2.1 - EXTRAÇÃO:

Basicamente, serão aproveitados os materiais provenientes das escavações das fundações, que são constituídos por basalto compacto preto, ou cinza, são.

A exploração será feita através dos métodos convencionais de fogo, desmonte e transporte.

3.2.2 - BENEFICIAMENTO:

Para o beneficiamento projetaram-se várias estruturas onde fundamentalmente encontraremos:

- Alimentador
- Britador primário
- Dois conjuntos peneiradores
- Desidratador
- Rebritador

O material bruto será descarregado em um alimentador que terá por finalidade alimentar o Britador primário e eliminar o material fino, aumentando a eficiência de britagem.

O Britador Primário, é de sistema cônico, e tem por finalidade reduzir o material bruto a blocos com diâmetros não superiores a 6".

Após essa primeira britagem o material será levado a um conjunto de peneiras que o separará em duas frações, uma maior que 6", que retornará ao Primário para uma rebritagem, e outra menor ou igual a 6" que irá para um estoque "Pulmão" (alimentador). Como esse peneiramento não é de classificação, não se projetou lavagem do material.

O material do "Pulmão" passará, posteriormente, pelo segundo conjunto de peneiras de malhas $\neq 3"$, $\neq 1\frac{1}{2}"$, $\neq \frac{3}{4}"$ e $\neq \frac{3}{16}"$, providas de aspersão de água para lavagem.

OBRA: LABORATÓRIO DE CONCRETO-ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC.:
	VER.:	FL. 11 de
ASSUNTO: CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA VERMELHA.	DES. Nº TC - 02	

É interessante observar, pelo Desenho F-BRI, que o sistema é dotado de várias válvulas desviadoras, tipo "Borboleta" - que permitirão balancear a produção, tanto para as duas fases de Construção (Inicial e Final), como dentro das próprias fases.

O material retido na malha $\neq 3"$ poderá ser lançado diretamente no estoque da Brita 4 ($\emptyset$ max = 152 mm), ou ser rebrita do para produzir gamas inferiores, sendo que neste caso usaremos o Rebritador também de sistema cônico.

O material passante da $\neq 3"$ e retido na $\neq 1\ 1/2"$ denominado Brita 3 ($\emptyset$ max = 76 mm) irá para estoque.

O material passante da $\neq 1\ 1/2"$ e retido na $\neq 3/4"$ será utilizado como Brita 2 ($\emptyset$ max = 38 mm) ou poderá ser lançado - juntamente com as frações inferiores formando material de transição para filtros e enrocamentos.

O material passante da $\neq 3/4"$ e retido na $\neq 3/16"$ será utilizado, na fase Inicial, como Brita 1 ($\emptyset$ max = 19 mm), sendo que posteriormente poderá ser usado em transições, como citamos anteriormente.

O material passante da $\neq 3/16"$ irá para um parafuso desidratador e eliminador de material pulverulento e poderá ser es tocado separadamente ou em conjunto com a B2 e a B1.

As Britas 2,3,4, na Fase Final (após implantação do Sistema de Refrigeração) serão levados através de correias transportadoras ao Sistema de Refrigeração.

OBRA.	LABORATÓRIO DE CONCRETO-ILHA SOLTEIRA	DES..	ESC
ASSUNTO	CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA VERMELHA.	VER..	FL. 12 de
		DES. Nº	TC - 02

3.3 - SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO.

Tendo-se em vista a comprovada eficiência e necessidade de se lançar concretos refrigerados em obras do porte de Água Vermelha, projetou-se um Sistema de Refrigeração para produção do concreto.

No Desenho LO-G observa-se que o Sistema de Refrigeração localiza-se praticamente no eixo de simetria do conjunto de instalações para produção de concreto.

O Sistema de Refrigeração, constará basicamente de:

- Esteira de Refrigeração
- Silos de Refrigeração
- Fábrica de Gelo

No Desenho C-REFRIG , apresentamos esquematicamente a Correia de Refrigeração.

A Esteira de Refrigeração, constará de uma correia transportadora, isolada termicamente, de aproximadamente 200 m de comprimento com inclinação de 3% nos primeiros 180 m e de 5% - nos últimos 20 m, para facilidade de drenagem.

A água refrigerante, aspergida sobre os materiais, proporcionará além de abaixamento da temperatura, uma lavagem dos materiais. Há portanto, para reaproveitamento da água após a drenagem, necessidade de decantá-la. Projetou-se então, um tanque de Decantação.

Para uma boa desidratação dos agregados, após a passagem pela aspersão, a esteira os levará até um conjunto peneirador desidratador de malhas horizontais.

A água que circula pela correia transportadora será coletada no Tanque Decantador e bombeada para os evaporadores.

A Esteira de Refrigeração constitui o primeiro estágio - de Refrigeração, fazendo os agregados, em contacto com a água a 2°C, abaixarem suas temperaturas para aproximadamente:

C1 - 2,5°C

C2 - 3,5°C

C3 - 3,5°C

B2 - 4,0°C

OBRA:	LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC.:
		VER.:	FL. 13 de
	ASSUNTO: CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA	DES. Nº TC - 02	

VERMELHA.

B3 - 5,0°C

B4 -11,0°C

Após a desidratação nas peneiras horizontais, os agregados serão conduzidos aos silos das Centrais através de correias isoladas termicamente.

Nos Silos das Centrais de Concreto, os materiais sofrem uma insuflação de ar gelado (aproximadamente - 15°C), constituindo-se esta operação o segundo estágio de Refrigeração. Esse estágio compensará o ganho de calor verificado no transporte, bem como reduzirá ainda mais a temperatura dos agregados.

Lembramos novamente que a areia, devido à superfície específica elevada, não será refrigerada, pois poderia aglutinar-se. Do mesmo modo, o Cl não deverá sofrer a insuflação de ar, mas somente refrigerado por aspersão na correia.

O terceiro estágio de Refrigeração ocorre durante a betonagem do concreto, quando então lança-se gelo em escamas como água de mistura. Normalmente utiliza-se da quantidade total de água de mistura:

- 80% gelo em escama
- 20% água à $t \approx 2^\circ\text{C}$

Os vinte por cento de água conduzirão os aditivos que porventura sejam utilizados.

Através desse sistema ter-se-á condições de produzir concretos à temperatura de aproximadamente 6°C.

O gelo será produzido em escamas a $t = -18^\circ\text{C}$ tendo-se em vista a sua estocagem sem aglutinação. Considerando-se as perdas na estocagem e no transporte, que será feito por bombas a ar comprimido, a temperatura do gelo na entrada da betoneira não deverá estar além de -5°C.

OBRA	LABORATÓRIO DE CONCRETO-ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC.
		VER.:	FL. 14 de
ASSUNTO:	CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA VERMELHA.	DES. Nº TC - 02	

3.4 - CENTRAIS DE CONCRETO

Para a produção do concreto, previu-se inicialmente uma Central Johnson, com capacidade de 200 m³/H e posteriormente - uma central auxiliar.

A Central Johnson é do tipo gravidade, com 4 betoneiras de aproximadamente 3 m³, onde os materiais são estocados em - sua parte superior.

Possui silos para estocagem de cinco agregados, cimento, pozolana, gelo, água e aditivos.

Os materiais serão dosados em peso e separadamente. Os pesos serão indicados em mostradores e deverão ser registrados em papel padronizado.

Após a betonagem dos concretos, estes serão lançados em silos (dois), dotados de carrinhos amostradores para coleta e controle, e posteriormente lançados nas caçambas sobre carreta, que levarão os concretos até as estruturas.

OBRA	LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.	ESC
ASSUNTO	CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA	VER.	FL 15 ^{de}
VERMELHA.		DES. Nº	TC - 02

4 - ESTUDO

OBRA:	LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC
ASSUNTO:	CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA VERMELHA.	VER.:	FL 16
		DES. Nº	TC - 02

4 - ESTUDO

Tendo-se em vista a construção da Usina de Água Vermelha, o Laboratório de Concreto de Ilha Solteira, realizou estudos - de dosagem dos concretos a serem empregados naquela obra, com intuito de orientar a Projetista quanto aos caracteres dos concretos.

Para a elaboração do programa de estudos foram admitidas algumas premissas a saber:

- Na fase inicial de construção não estariam montadas as instalações de refrigeração dos materiais, fábrica de gelo, sistemas de dragagem e transporte de agregados naturais.

Desta maneira o estudo foi orientado no sentido de se trabalhar, fundamentalmente, com dois tipos de concretos:

= Concretos para a fase inicial da construção com as seguintes características:

- Temperatura de Lançamento - ambiente
- Agregado Graúdo - Britas de Basalto de Água Vermelha
- Agregado Miúdo - Areia da Ilha dos Dezoito, sem beneficiamento.
- Aditivos - Incorporador de Ar, Retardador de Pega e Plastificante.
- Aglomerantes - Cimento e Pozolana.

= Concretos para a fase final de construção com as seguintes características:

- Temperatura de lançamento - inferior a 16°C
- Agregado Graúdo - Cascalhos da Cascalheira da Foz do Aporé, complementados com Britas de Basalto de Água Vermelha.
- Agregado Miúdo - Areia da Cascalheira da Foz do Aporé, após beneficiamento.
- Aditivos - apenas Incorporador de Ar.
- Aglomerantes - Cimento e Pozolana.

OBRA:	LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC.:
ASSUNTO:	CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA	VER.:	FL. 17 de
		DES. Nº TC - 02	

VERMELHA.

Observa-se que a temperatura de lançamento foi considerada inferior à 16º pois, a critério da Projetista, poderemos ter estruturas que serão concretadas a aproximadamente 16ºC e outras onde o concreto será lançado ao redor de 7ºC.

OBRA	LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC.
ASSUNTO	CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA	VER.:	FL. 18 de
VERMELHA.		DES. Nº TC - 02	

5 - MATERIAIS

OBRA: LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.: _____	ESC _____
ASSUNTO: CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA	VER.: _____	FL. 19 de _____
VERMELHA.		
DES. Nº TC - 02		

5.1 - AGLOMERANTES:

5.1.1 - CIMENTO:

Admitindo-se que na construção da Usina de Água Vermelha deverá ser utilizado cimento com as mesmas características e qualidade daquele empregado na construção da Usina de Ilha Solteira, nos estudos efetuados, optamos por empregar o Cimento Clinker Itaú Corumbá moído em Jupiá.

Para aquilatar-se a qualidade e uniformidade do produto, apresentamos no Desenho AGL-C os resultados da análise química e física sobre as amostras médias mensais do Moinho nº 1 de Jupiá, durante a fabricação do ano de 1.973, bem como os seus dados estatísticos (média, desvio padrão e coeficiente de variação).

Ainda no Desenho AGL-C, são fornecidos os valores dos ensaios sobre as amostras das partidas utilizadas nas dosagens, uma tabela correlacionando a partida e as diversas dosagens.

Dentre as propriedades apresentadas ressaltamos que adotamos apenas o valor para o Calor Específico, a partir de dados bibliográficos.

5.1.2 - MATERIAL POZOLÂNICO:

Através dos estudos efetuados para os concretos de Ilha Solteira observamos a valiosa e necessária contribuição, em diversas propriedades dos concretos, da reposição de cimento por material pozolânico.

Baseando-se na experiência anterior, optamos pela adição de material pozolânico, nos concretos para a Obra de Água Vermelha.

De mesma forma que o cimento, a pozolana a ser utilizada, deverá ter características e qualidades semelhantes aquelas obtidas na Pozolana empregada em Ilha Solteira. Desta maneira, nos estudos efetuados, empregamos a Pozolana produzida em Jupiá.

Para também aquilatar a qualidade do material, apresenta

OBRA	LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC.:
ASSUNTO	CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA	VER.:	FL. 20 de
		DES. Nº	TC - 02

VERMELHA.

mos no Desenho AGL-P, os valores obtidos pelos ensaios físico-químicos sobre as amostras médias mensais da Fábrica de Pozolana - Jupiã, bem como seus valores estatísticos (média, desvio padrão, coeficiente de variação).

São também apresentados os valores dos ensaios físico-químicos realizados sobre a amostra representativa da partida utilizada nos estudos aqui reportados.

Também adotamos, dentre as propriedades apresentadas, o valor para Calor Específico.

5.2 - AGREGADOS

5.2.1 - AGREGADO GRAÚDO

5.2.1.1 - Agregado graúdo proveniente de basalto.

Na região da Obra de Água Vermelha foram encontrados vários tipos litológicos, os quais, de uma maneira geral, foram denominados da seguinte maneira:

- Basalto compacto preto (cinza azulado)
- Basalto compacto cinza
- Basalto vesículo-amigdaloidal
- Lava aglomerática

Tendo-se em vista a possibilidade de utilização desses tipos de rocha como agregado graúdo, britado, para concreto, executamos vários estudos afim de caracterizá-los.

Inicialmente, com a finalidade de verificar a resistência a desagregabilidade, realizamos ensaios de Ciclagem Natural, Ciclagem Artificial (água-estufa), Ciclagens Aceleradas com exposição ao Etileno Glicol e ao Sulfato de Sódio, sobre amostras coletadas em vários pontos.

Foram também executados estudos para avaliar a resistência mecânica, através de ensaios de compressão uniaxial com medida de deformação, e de Abrasão Los Angeles.

Estes estudos mostraram que apenas o Basalto Compacto Preto São e o Basalto Compacto Cinza São, preenchem os requisitos de resistência mecânica para serem utilizados como agregados em concretos. Para se avaliar estas características

OBRA:	LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC
		VER.:	FL 21 de
ASSUNTO:	CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA VERMELHA.	DES Nº TC - 02	

apresentamos no Desenho AGR-1, os resultados médios obtidos - nos vários ensaios, para este tipo de rocha.

Em seguida foram executados estudos para verificar a Reatividade destes dois tipos de rocha, com os Alcalis do cimento, através dos ensaios de Reatividade Potencial - Método Químico, Método Físico (Método das barras) e Análise Petrográfica.

No Desenho AGR-1 apresentamos as expansões máximas obtidas aos 3, 6 e 12 meses através do ensaio de expansão em barras - Método Físico, bem como o desempenho durante o ensaio pelo Método Químico. A Análise petrográfica demonstrou - que os dois tipos de rocha, em questão, têm características - de material INÓCUO.

Determinamos o Coeficiente de Expansão Térmica, sendo que a Condutividade Térmica e Calor Específico foram adotados, baseados em dados bibliográficos e estudos anteriormente efetuados pelo Laboratório de Concreto. Esses valores são apresentados no Desenho AGR-1.

Para os estudos de dosagens foram coletadas amostras de basalto que posteriormente foram britadas e separadas em - quatro faixas granulométricas de acordo com Diâmetros Máximos de 19 mm (B1), 38 mm (B2), 76 mm (B3) e 152 mm (B4). Efetuamos em seguida, a caracterização completa desses agregados.

Os resultados obtidos encontram-se no Desenho AGR-1. São apresentadas, também, as curvas granulométricas dos agregados mostrando que os mesmos se enquadram dentro das especificações adotadas por este Laboratório, para utilização em concretos.

5.2.1.2 - Agregado graúdo natural

Para a fase final de concretagem (após a instalação da Refrigeração) contar-se-á com agregado natural proveniente de dragagem na Cascalheira na Foz do Aporé. A cubagem e caracterização dessa cascalheira foram efetuadas pelo Laboratório de Ilha Solteira.

OBRA: LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.: _____	ESC.: _____
ASSUNTO: CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA	VER.: _____	FL. 22 de _____
DES. Nº TC - 02		

VERMELHA.

Nos Desenhos P-AG-1, P-AG-2 e P-AG-3 apresentamos a localização da Cascalheira bem como a delimitação de suas áreas,

Para cubagem e caracterização dos materiais foram realizadas duas campanhas de sondagens a percussão com sondina para coleta de material. Observamos que a areia dessa jazida é composta essencialmente de quartzo enquanto que o cascalho é composto por seixos de calcedonia, quartzo, chert e quartzito, de boa qualidade.

Tendo-se em vista a ocorrência de altas porcentagens de areia em determinados locais, o que não é conveniente para aproveitamento econômico da jazida, foram selecionadas as duas áreas (I e II), nas quais a ocorrência de cascalho é mais acentuada.

Essas duas áreas foram ainda subdivididas em quadras para locação do equipamento de extração. Cada quadra possui a dimensão de 40 x 40 m.

A prospecção indicou a existência de cascalho bruto na ordem de:

Área I = 1.759.000 m³

Área II = 5.696.000 m³, distribuídos na seguinte maneira:

Areia $\approx$ 55% C1 $\approx$ 22% C2 $\approx$ 13% C3 $\approx$ 10%

Como comentamos anteriormente, a dragagem e transporte serão feitos por comboio de barcas com capacidade de 800t.

Para os estudos das misturas dos concretos para a fase final, foram coletadas amostras e separadas segundo frações granulométricas com diâmetros máximos de 19 mm (C1), 38 mm (C2) 76 mm (C3). Sobre as diversas frações foram executados ensaios para caracterização completa, cujos valores encontram-se no Desenho AGR-2.

Observamos que, embora nos ensaios de Reatividade pelo Método Físico, os agregados tenham-se comportado como materiais INÓCUOS (expansões menores que: 0,05% aos 3 meses e/ou - 0,10% aos 6 meses), os mesmos se apresentaram através dos ensaios químicos, como materiais deletariamente expansivos.

OBRA: LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC
ASSUNTO: CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA VERMELHA.	VER.:	FL. 23 de
	DES. Nº	TC - 02

Entretanto, em situações dessa natureza a utilização de Pozolana minimizará as expansões prejudiciais, que eventualmente possam ocorrer.

Os valores apresentados no Desenho AGR-2, mostram - que tais agregados têm condições de serem utilizados para concretos, pois preenchem as limitações por nós adotadas.

Ressaltamos novamente que os valores de Condutibilidade Térmica e Calor Específico foram também adotados.

5.2.2 - AGREGADO MIÚDO

5.2.2.1 - Areia da Ilha dos Dezoito:

Como tal material provavelmente será utilizado sem beneficiamento (fase inicial) determinamos apenas - granulometria, densidade absoluta, pulverulento, material friável e matéria orgânica. Os valores obtidos encontram-se no Desenho AGR-1, os quais mostram que apenas a granulometria está fora dos limites adotados.

5.2.2.2 - Areia da Cascalheira da Foz do Aporé:

Este material será utilizado após o beneficiamento (através dos tanques classificadores) para a produção dos concretos da fase final.

De mesma forma que os cascalhos, para os estudos de dosagens, após a coleta de amostras, o material foi composto em uma faixa granulométrica padronizada, e posteriormente sobre - aliquotas desse material, foram executados ensaios para uma completa caracterização. Os resultados obtidos encontram-se - no Desenho AGR-2. Através deles observamos que o material enquadra-se dentro dos critérios normalmente adotados para agregados miúdos para concreto.

Observamos que a análise petrográfica, acusou uma - grande porcentagem de materiais deletérios e que por outro lado os ensaios físicos e químicos demonstraram que a areia em questão comportou-se como material INÓCUO. Desta maneira, por

OBRA: LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.: _____	ESC.: _____
ASSUNTO: CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA VERMELHA.	VER.: _____	FL. 24 de _____
DES. Nº TC - 02		

questões óbvias, achamos razoável lembrar o efeito benéfico da utilização da Pozolana, como lembramos no item 5.2.1.2, o que vem propiciar uma maior segurança quanto a Reatividade Alcalis-Agregados.

5.3 - ADITIVOS

5.3.1 - ADITIVO INCORPORADOR DE AR

Neste estudo, por questões de homogeneidade e desempenho, usamos como Incorporador de Ar, um aditivo preparado no Laboratório, à base de Resina Vinsol.

5.3.2 - ADITIVO RETARDADOR DE PEGA E PLASTIFICANTE

Foram utilizados alguns produtos comerciais, reconhecidos como de boa qualidade pelo Laboratório de Concreto de Ilha Solteira.

CENTRAIS ELÉTRICAS DE SÃO PAULO S.A. — CESP

OBRA:	LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES..	ESC
ASSUNTO:	CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA VERMELHA.	VER..	FL 25 de
		DES. Nº TC - 02	

6 - ARGAMASSA

OBRA	LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.	ESC
ASSUNTO	CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA	VER.	FL. 26 de
VERMELHA.		DES Nº TC - 02	

6.1 - COEFICIENTE DE EXPANSÃO TÉRMICA

Com intuito de se obter dados para o cálculo do Coeficiente de Expansão Térmica dos concretos, foram determinados os Coeficientes de Expansão Térmica de argamassas utilizando-se areia da Cascalheira da Foz do Aporé.

Foram obtidos os seguintes resultados:

- Argamassa sem Pozolana e fator A/C = 0,44

Estabilizou-se aos 8 dias com um coeficiente máximo de $\alpha = 13,2 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$.

- Argamassa com Pozolana (30% em volume sólido) e fator A/Ceq = 0,44

Estabilizou-se aos 24 dias com um coeficiente máximo de $\alpha = 15,8 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$.

Observamos que as argamassas com materiais utilizados em Ilha Solteira (areia do Pontal do Sucuriu, próximo a Jupia) obtivemos:

Para argamassas com Pozolana (30% em volume sólido) e fator A/Ceq = 0,45 um $\alpha = 16,3 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ e para fator A/Ceq = 0,75 um $\alpha = 12,3 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$.

Para determinação do Coeficiente de Expansão Térmica do Concreto, normalmente efetua-se à média ponderada dos respectivos Coeficientes (Argamassa, Cascalho e/ou Britas de Basalto) - utilizando-se como "PESOS" da Média Ponderada, as respectivas frações (ou percentuais) componentes do concreto.

OBRA:	LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.	ESC
ASSUNTO:	CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA	VER.	FL 27 ^{de}
		DES. Nº	TC - 02
VERMELHA.			

7 - CONCRETO

OBRA	LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC.:
		VER.:	FL. 28 de
ASSUNTO:	CONCRETO PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA VERMELHA.	DES. Nº TC - 02	

7 - CONCRETO

Os estudos de dosagens foram orientados com intuito de se obter uma mistura trabalhável, de fácil lançamento e vibração (adensamento), atendendo às necessidades de resistência e durabilidade, com máxima economia.

A trabalhabilidade das misturas, medida pelo abatimento do tronco de cone, foi fixada nos valores usualmente adotados visando, principalmente facilitar as condições de lançamento e adensamento sem segregação.

Procurou-se fazer uma combinação das várias frações - dos agregados graúdos de tal forma que durante a construção da Usina de Água Vermelha, não se fique limitado pelas situações momentâneas de estoques de materiais. Desta forma aparecerão adiante, dosagens como por exemplo C1 C2 B3 B4, C1 B2 C3 B4, C1 C2 C3 B4 e assim sucessivamente.

Para cada dosagem estudada procedeu-se ao acerto do "traço base", ou seja, para determinada trabalhabilidade determina-se a porcentagem de areia, em volume sólido, que conduz - ao mínimo consumo de aglomerante. Com intuito de cobrir possíveis variações granulométricas dos agregados, adicionou-se aos "traços bases" cerca de 5 a 10% de areia em relação à porcentagem ótima, isto é: se foi necessário 30% de areia em volume sólido, colocamos 31,5 a 33,0% de areia.

A composição dos agregados graúdos é tomada a partir - do volume restante para atender a Máxima Densidade do Concreto. No Desenho D-AG apresentamos as curvas orientativas para composição do gráudo a partir de frações individuais.

OBRA: LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.: _____	ESC.: _____
ASSUNTO: CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA	VER.: _____	FL. 29 de _____
	DES. Nº TC - 02	

VERMELHA.

7,1 - CONCRETO PARA FASE INICIAL

7.1.1 - GENERALIDADES

Como já comentado anteriormente, dividimos os concretos quanto à composição do grão em dois tipos:

- Concretos para fase inicial
- Concretos para fase final

Nos concretos para a fase inicial, após acerto do "traço base", procuramos caracterizar apenas a mistura referente a um fator água/cimento (equivalente), pois os valores das propriedades nas demais relações A/Ceq poderão ser obtidas - comparativamente, através das dosagens dos concretos para a fase final.

7.1.2 - DOSAGENS

7.1.2.1 - Dosagem AV - 14

É um concreto de diâmetro máximo de agregado britado $\varnothing$ max = 19 mm, de caráter estrutural, podendo-se através dele obter altas resistências, não se utilizando para estes fins, a adição de aditivo incorporador de ar.

Os valores obtidos para esta dosagem encontram-se no Desenho D-AV-14.

7.1.2.2 - Dosagem AV - 15

É um concreto com agregado grão britado $\varnothing$ max = 38 mm, com a introdução de agente incorporador de ar. Poderá ter uma utilização de âmbito geral.

Os valores obtidos encontram-se no Desenho D-AV-15.

7.1.2.3 - Dosagem AV - 16

É um concreto com agregado grão britado, e $\varnothing$ max = 38 mm diferindo da dosagem AV-15 por ter uma granulometria descontínua (sem britas 1, $\varnothing$ max 19 mm). Será um concreto para uti-

OBRA:	LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC.:
ASSUNTO:	CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA VERMELHA.	VER.:	FL. 30 de
		DES. Nº	TC - 02

lização em caráter de emergência, não sendo, entretanto de utilização aconselhável.

Para este concreto não foram feitas as determinações do Módulo de Elasticidade e Coeficiente de Poisson, como pode ser observado no Desenho D-AV-16.

7.1.2.4 - Dosagem AV - 17

É um concreto com agregados britados de ϕ max = 76 mm, com agente incorporador de ar, e de caráter intermediário entre os concretos estrutural e massa.

Devido as dimensões dos corpos de prova indicados para os ensaios de compressão nos concretos com agregados de ϕ max > 38 mm, há necessidade de um correlacionamento entre os parâmetros dos ensaios sobre o concreto integral e sobre o concreto peneirado (na peneira de malha $\neq$ 1 1/2").

Os valores de Módulo de Elasticidade e Coeficiente de Poisson foram obtidos somente sobre espécimes de concreto Integral.

Os valores obtidos encontram-se no Desenho D-AV-17.

7.1.2.5 - Dosagem AV - 18

São concretos com agregados britados de ϕ max = 152 mm, de caráter massivo. Além do agente Retardador de Pega e Plastificante, introduzimos aditivo Incorporador de Ar.

Foram executados ensaios sobre misturas de concretos com dois fatores A/Ceq - 0,60 e 0,85. Tendo-se em vista o caráter prioritário para lançamento de concretos massa nas primeiras estruturas a serem concretadas na Usina.

Os dados, obtidos pelos ensaios, são apresentados no Desenho D-AV-18, onde se observa a distinção de valores entre concretos integral e peneirado. O Módulo de Elasticidade foi obtido somente sobre o concreto integral.

Tendo-se em vista o caráter de massa desse concreto, efetuamos a determinação da curva de Elevação Adiabática da mistura com A/Ceq = 0,85. Desta maneira no Desenho AD-AV-18 apresentamos a curva de Elevação Adiabática e os respecti-

OBRA:	LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC.:
		VER.:	FL. 31 de
ASSUNTO:	CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA	DES. Nº TC - 02	

VERMELHA.

vos valores de caracterização bem como aqueles obtidos no ensaio.

Observa-se pela curva que houve uma estabilização na evolução de temperatura por volta de 12 dias após o lançamento e início do ensaio.

Afim de possibilitar à Projetista equacionar sobre as tensões de origem térmica, foram, além dos estudos de Elevação Adiabática, feitos ensaios para a determinação da Tensão - de Tração do concreto e da capacidade de Deformação na Tração, através de vigas submetidas a flexão.

No item 8.4 faremos um comentário mais amplo sobre o ensaio de flexão em vigas.

Nos Desenhos V-AV-18-3, V-AV-18-7, V-AV-18-28 e V-AV-18-90, são apresentados os valores obtidos nos ensaios de flexão e no Desenho TT-AV-18-85 fazemos um relacionamento das Tensões de Tração por flexão em vigas de concreto integral e as Tensões de Tração por compressão diametral (no concreto ~~≠~~) para o concreto com $A/C_{eq} = 0,85$.

Este correlacionamento permitirá fazer-se o controle da Tensão de Tração apenas pela compressão diametral nos espécimes de concreto peneirado.

7.2 - CONCRETO PARA A FASE FINAL

7.2.1 - GENERALIDADES:

Com os concretos para a fase final, após o acerto do "traço base", procurou-se caracterizar as misturas em várias - relações água/cimento (equivalente), obtendo-se dessa forma, - uma curva de variação e podendo-se ter uma análise mais ampla das propriedades.

Faremos a seguir uma descrição sucinta dessas dosagens.

7.2.2 - DOSAGENS:

7.2.2.1 - Dosagem AV - 1

É um concreto com diâmetro máximo do agregado natural

OBRA:	LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC
ASSUNTO:	CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA	VER.:	FL 32 de
		DES. Nº	TC - 02

VERMELHA.

(cascalho) ϕ max = 19 mm, de carater estrutural.

Os valores obtidos nos ensaios para esta dosagem encontram-se no Desenho D-AV-1. Como comentamos no item 7.1.2.5 sobre a dosagem AV-18, fizemos para esta mistura ensaios de flexão em vigas, nas idades de 3, 7, 28 e 90 dias cujos valores são reportados nos Desenhos V-AV-1-3, V-AV-1-7, V-AV-1-28, V-AV-1-90 respectivamente. No Desenho TT-AV-1-50 fazemos uma correlação das Tensões de Tração por flexão em vigas e as Tensões de Tração por compressão diametral.

7.2.2.2 - Dosagem AV - 2:

É um concreto com ϕ max = 19 mm, diferindo da dosagem AV-1 pela não inclusão de incorporador de ar. Possui um carater estrutural e poderá ser utilizado em peças estruturais - e/ou locais onde se requeira um rápido descimbramento. Devido a estes objetivos, a porcentagem de adição de pozolana passou a ser 20% (em volume sólido) e não 30% como na AV-1.

Os valores obtidos são fornecidos no Desenho D-AV-2. Observamos que os valores de Módulo de Elasticidade aos 90 - dias não apresentaram grandes variações quando se alteram o fator A/Ceq. Isto prende-se ao carater estrutural dado à mistura, que a torna potencialmente resistente logo às pequenas idades.

Observamos ainda que as Tensões de Tração por Compressão para as várias idades com A/Ceq = 0,30, apresentam - uma evolução um tanto irregular, dentro porém das variações - esperadas, fato este justificado pelo comentário acima.

7.2.2.3 - Dosagem AV - 3:

É um concreto com ϕ max = 38 mm, composto apenas - por seixos rolados.

Os valores obtidos através dos ensaios realizados - sobre esse concreto encontram-se no Desenho D-AV-3.

Fizemos também para a Dosagem AV-3, ensaios para de terminação das Tensões de Tração por flexão e Capacidade de Deformação para concretos com A/Ceq = 0,40 e 0,60, nas idades

OBRA: LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC.:
	VER.:	FL. 33 de
ASSUNTO: CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA	DES. Nº TC - 02	

VERMELHA.

de 3, 7, 28, 90 dias.

Os valores dos concretos com $A/C_{eq} = 0,40$ encontram-se nos Desenhos V-AV-3-3, V-AV-3-7, V-AV-3-28 e V-AV-3-90, bem como no TT-AV-3-40, onde se observa a correlação das Tensões de Tração por flexão e por compressão.

Nos Desenhos V-AV-3-3/1, V-AV-3-7/1, V-AV-3-28/1, - V-AV-3-90/1 e TT-AV-3-60, são apresentados os valores de flexão sobre concretos com $A/C_{eq} = 0,60$.

7.2.2.4 - Dosagem AV - 4:

É um concreto semelhante ao da dosagem AV-2 somente que para um ϕ max = 38 mm, composto apenas por seixos rolados. Possui caráter estrutural, sem incorporação de ar e 20% de pozolana em volume sólido.

Os valores obtidos pelos ensaios realizados sobre as misturas encontram-se no Desenho D-AV-4.

7.2.2.5 - Dosagem AV- 5:

É um concreto com ϕ max = 38 mm de características semelhantes aos concretos da Dosagem AV-3. O agregado grão é composto por seixos rolados e britas de basalto, isto para permitir, durante a utilização, um balanceamento de estoques dos agregados.

Os valores obtidos para tais concretos são fornecidos no Desenho D-AV-5.

7.2.2.6 - Dosagem AV - 6:

É um concreto com agregados de ϕ max = 76 mm composto apenas por seixos rolados. Possui um caráter massivo. Os valores obtidos são fornecidos no Desenho D-AV-6. Pode-se notar que os valores de ruptura são apresentados em termos de concreto peneirado e integral, ou seja, espécimes cilíndricos 25 x 50 cm para concreto integral e espécimes cilíndricos 15 x 30 cm para concreto peneirado na $\neq 1\ 1/2"$, a partir do concreto integral.

OBRA	LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES	ESC
ASSUNTO	CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA	VER.	FL 34 ^{de}
		DES Nº	TC - 02

VERMELHA.

Em se tratando de concretos de massas, certas medidas e precauções referentes a propriedades térmicas devem ser tomadas. Desta forma, no Desenho AD-AV-6-1 são fornecidas as curvas de Elevação Adiabática para concretos com $A/C_{eq} = 0,40$, $0,55$ e $0,85$, bem como alguns dados auxiliares para permitir-se correlações.

7.2.2.7 - Dosagem AV - 7:

É um concreto com agregado grão de ϕ max = 76 mm, composto ainda, somente por seixos rolados, diferindo da dosagem AV-6 pelo aumento de teor de Pozolana de 30% para 40% em volume sólido e possibilitando, algumas vezes, diminuir um pouco mais o consumo de cimento.

Os valores obtidos são reportados no Desenho D-AV-7.

7.2.2.8 - Dosagem AV - 8:

É um concreto, também, com agregado grão de ϕ max = 76 mm, possuindo caráter de massa. A diferença desta dosagem, para a AV-6 reside na composição do grão, que é definida a partir de cascalhos e britas de basalto. Constitui-se dessa forma em mais uma opção para balanceamento de estoques de agregados.

Na construção da Usina de Ilha Solteira, esse tipo de mistura foi bastante utilizado.

Os valores obtidos pelos ensaios rotineiros sobre esse concreto encontram-se no Desenho D-AV-8.

No Desenho AD-AV-8 apresentamos as curvas de Elevação Adiabática para os concretos com $A/C_{eq} = 0,55$ e $0,85$.

São também fornecidos os valores obtidos através dos ensaios de flexão em vigas, para determinação da tensão de tração, nas várias idades e em três fatores A/C_{eq} a saber:

Desenho - V-AV-8-3 - $A/C_{eq} = 0,50$ - 3 dias

V-AV-8-7 - $A/C_{eq} = 0,50$ - 7 dias

V-AV-8-28 - $A/C_{eq} = 0,50$ - 28 dias

V-AV-8-90 - $A/C_{eq} = 0,50$ - 90 dias

TT-AV-8-50 - Correlação das Tensões de Tração por flexão e por compressão.

OBRA:	LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC.:
ASSUNTO:	CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA	VER.:	FL. 35 de
	VERMELHA.	DES. Nº TC - 02	

Desenho - V-AV-8-3/1 até V-AV-8-90/1 correspondente a A/Ceq = 0,60 nas várias idades, bem como a correlação através do TT - AV-8-60.

7.2.2.9 - Dosagem AV - 9:

Afim de permitir um balanceamento dos estoques de - agregados, elaboramos a dosagem AV-9 que possui uma composi-
ção de agregado graúdo a partir de cascalhos e britas para um diâmetro máximo $\varnothing$ max = 76 mm. É também de caráter massivo. Os valores são fornecidos no Desenho D-AV-9.

7.2.2.10 - Dosagem AV- 10:

É um concreto com agregado graúdo composto por seixos rolados e britas de basalto, com $\varnothing$ max = 152 mm. Possui - caráter massivo e se constitui em uma das opções quanto ao remanejamento dos estoques de agregados graúdos.

Os valores obtidos para esse concreto são fornecidos no Desenho D-AV-10. Nota-se ali também a correlação - existente entre o concreto integral (espécimes 45 x 90 cm) e a fração peneirada na malha de 1 1/2", fornecendo espécimes de 15 x 30 cm.

7.2.2.11 - Dosagem AV - 11:

É um concreto massivo de agregado graúdo com $\varnothing$ max = 152 mm, e composição diferente de AV-10, com os objetivos já amplamente comentados. Os valores obtidos são fornecidos no - Desenho D-AV-11.

7.2.2.12 - Dosagem AV - 12:

É um concreto massivo com agregados graúdos compostos de maneira diversa a da AV-10 e AV-11, também com $\varnothing$ max = 152 mm.

Na construção da Usina de Ilha Solteira esse tipo de mistura foi bastante utilizado.

Sobre esse tipo de concreto efetuamos

OBRA	LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC.
ASSUNTO	CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA	VER.:	FL. 36 de
		DES. Nº TC - 02	

VERMELHA.

ensaios para determinação das curvas de Elevação Adiabática, para A/Ceq 0,55 e 0,85, bem como os ensaios para determinação da capacidade portante à tração, através de vigas submetidas à flexão. Os valores são fornecidos nos seguintes Desenhos:

D-AV-12 - valores gerais

AD-AV-12 - Elevações Adiabáticas

V-AV-12-3 a V-AV-12-90 e TT-AV-12-85 referentes aos concretos com A/Ceq = 0,85 e V-AV-12-3/1 a V-AV-12-90/1 e TT-AV-12-60 referentes aos concretos com A/Ceq = 0,60.

7.2.2.13 - Dosagem AV - 13:

A composição granulométrica dos concretos desta dosagem assemelha-se a da dosagem AV-12. A modificação introduzida nesta mistura refere-se ao teor de pozolana que passou de 30% para 40%, em volume sólido, do aglomerante. Os valores obtidos são fornecidos no Desenho D-AV-13.

OBRA: LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.: _____	ESC _____
ASSUNTO: CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA VERMELHA.	VER.: _____	FL. 37 de _____
DES. Nº TC - 02		

8 - CORRELAÇÕES

OBRA:	LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES..	ESC
		VER..	FL. 38 de
		DES. Nº TC - 02	
ASSUNTO: CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA VERMELHA.			

8.1 - TRABALHABILIDADE

Trabalhabilidade de um concreto pode ser definida como sendo a facilidade com a qual o concreto pode ser misturado, manuseado, transportado e lançado, com a menor perda de homogeneidade.

A trabalhabilidade depende do proporcionamento e das características físicas dos componentes.

A consistência do concreto é um elemento importante da trabalhabilidade, que indica o grau de coesividade do concreto. Normalmente "concretos úmidos" são mais trabalháveis que "concretos secos", porém concretos de mesma consistência poderão variar bastante quanto à trabalhabilidade.

Vários fatores podem alterar consideravelmente a trabalhabilidade das misturas. Dentre os fatores comumente controláveis podemos citar:

- Quantidade de água
- Quantidade e qualidade do cimento
- Temperatura
- Quantidade e qualidade dos agregados.
- Aditivos

Tendo-se em vista o caráter de massa dos concretos de Água Vermelha a sua trabalhabilidade foi fixada, basicamente, em dois valores:

5 a 6 cm para os concretos com agregado até ϕ max = 38 mm

e 4 a 4,5 cm para os concretos com ϕ max = $\geq$ 76 mm .

Para a obtenção dessa trabalhabilidade, com as misturas citadas anteriormente, observamos que o conteúdo de água/m³, na condição saturada superfície seca dos materiais, obedeceu a uma lei de variação cujas curvas são mostradas no Desenho C-ÁGUA. Note-se que as curvas mostram-se abertas à medida que aumentamos o ϕ max do agregado. Isto ocorre porque à medida que aumentamos o ϕ max do agregado grão, a sua composição foi diversificada, tendo-se em vista as várias combinações de cascalhos e britas, e que resultou na variação de alguns litros d'água por metro cúbico.

OBRA:	LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC.:
ASSUNTO:	CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA	VER.:	FL39 de
	VERMELHA.	DES. Nº	TC - 02

Observa-se também que esse consumo de água (e de aglomerante) é decorrente do consumo de argamassa que, por sua vez, é função do índice de vazios da mescla de agregados. Nota-se que para ϕ max menores, o consumo de argamassa é maior redundando em maior teor de água.

Com referência à qualidade do aglomerante, podemos dizer que dentre os fatores atuantes, no que diz respeito à trabalhabilidade, é a Finura do cimento e da pozolana, que prepondera. Podemos observar pelo Desenho C-ÁGUA que os concretos para Água Vermelha, apresentaram uma sensível redução em comparação aos concretos estudados, de mesma trabalhabilidade, para a obra de Ilha Solteira, pois na época daqueles estudos, os aglomerantes possuíam finura diferente da que obtivemos durante a construção da Usina de Ilha Solteira bem como nos estudos dos concretos para Água Vermelha.

A trabalhabilidade é, ainda, bastante alterada pela variação da temperatura de produção do concreto. Levando-se em consideração tal fenômeno, os estudos de dosagens para os concretos da fase final, foram preparados à temperatura de 16°C. Como, durante a execução, muitos concretos serão produzidos à temperatura de aproximadamente 6°C, fizemos determinações para aquilatarmos as variações do consumo de água, mantendo-se as respectivas trabalhabilidades, para as diversas temperaturas.

Concluimos desta maneira que, na faixa de temperaturas - entre 6°C e 26°C, o consumo d'água varia de aproximadamente - 0,3%/°C tomando-se como referência o consumo à 16°C ou seja:

6°C	REDUÇÃO NA TEMPERATURA	16°C	AUMENTO NA TEMPERATURA	26°C
-0,3%/°C	REDUÇÃO NO CON SUMO DE ÁGUA	ÁGUA	AUMENTO NO CON SUMO DE ÁGUA	+0,3%/°C

A trabalhabilidade é também alterada pelas características dos agregados (miúdos e graúdos).

Esse fato é nitidamente observado na figura do Desenho C-ÁGUA, podendo-se notar também a economicidade quando se uti

OBRA: LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.	ESC
ASSUNTO: CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA VERMELHA.	VER..	FL. 40 de
	DES Nº TC - 02	

lizam seixos rolados.

Pode-se também observar, através dos valores das dosagens AV-1 até AV-4, a variação do consumo d'água quando se utiliza - da incorporação de ar (por meio dos Incorporadores) e se mantém a trabalhabilidade.

8.2 - DENSIDADES

A densidade é também uma das propriedades importantes do concreto, principalmente levando-se em conta sua aplicabilidade em barragens do tipo gravidade como será Água Vermelha.

Também, como outras propriedades do concreto endurecido, a densidade é afetada pela qualidade dos agregados e pela composição granulométrica.

Para a composição dos agregados, tendo-se em vista obter-se a máxima densidade (ou o menor índice de vazios), o Laboratório de Concreto de Ilha Solteira, baseia-se em curvas de graduação preconizadas pela "Corps of Engineers" (vide Desenho D-AG) e que foram obtidas a partir da expressão fornecida pelos estudos de TALBOT - RICHART, posteriormente BOLOMEY, e que citamos abaixo:

$$p = \frac{\sqrt{d} - \sqrt{0,1875}}{\sqrt{d_{\max}} - \sqrt{0,1875}} \times 100 \quad \text{onde}$$

d = abertura da malha

dmax = diâmetro máximo do agregado

p = porcentagem acumulada passando

No Desenho DENS-CONC podemos observar a variação da densidade do concreto para com o tamanho máximo do agregado.

Podemos notar também que os concretos produzidos com britas de basalto são mais densos.

Note-se que a densidade aumenta, a medida que se dimi-nui o consumo de água e de argamassa, isto é, aumenta, de maneira geral, com a evolução do ϕ max.

Podemos também observar que a incorporação de ar reduz a

OBRA: LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC.:
ASSUNTO: CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA VERMELHA.	VER.:	FL. 41 de
	DES. Nº TC - 02	

densidade do concreto. Isto é observado através dos valores - das misturas das dosagens AV-1 até AV-4.

8.3 - RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

Normalmente, a primeira propriedade a ser verificada e analisada é a Resistência à Compressão Axial. Embora ela não traduza certos detalhes da estrutura, é potencialmente a propriedade que indica a qualidade da construção.

A resistência do concreto é determinada primeiramente - pela quantidade e qualidade da pasta de cimento e pela qualidade e quantidade dos agregados miudos e graúdos.

Lembramos que a resistência, como em outras propriedades pode ser afetada por:

- Tipo e finura do cimento
- Tipo e quantidade da pozolana
- Textura, forma, constituição mineralógica e granulometria dos agregados
- Utilização de aditivos
- Cura e adensamento

O tipo e finura do cimento podem influenciar na resistência, tanto através do consumo de água, conforme já comentamos, como também pelas próprias características físico-químico-mecânicas do cimento. Isto também é válido para a pozolana.

Para expressarmos melhor a potencialidade dos concretos estudados para Água Vermelha, apresentamos no Desenho EFI-DOS a "EFICIÊNCIA DAS DOSAGENS" dos concretos que poderão ser utilizados. Por "EFICIÊNCIA DE DOSAGEM" entende-se o quociente da Resistência (kg/cm²) pelo Consumo de Aglomerantes (Cimento + Pozolana = kg/m³). Exemplificando:

DOSAGEM - AV - 10 - $A/C_{eq} = 0,55$. ϕ max = 152 mm. (Ver Desenho D-AV-10).

Consumo = Cimento + Pozolana = 132,5 kg/m³

RESISTÊNCIAS = 7 dias = 157 kg/cm²

28 dias = 271 kg/cm²

90 dias = 302 kg/cm²

OBRA:	LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC
		VER.:	FL. 42 ^{de}
ASSUNTO:	CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA	DES. Nº TC - 02	
VERMELHA.			

$$\text{EFICIÊNCIAS} = N7 = \frac{157}{132,5} = 1,18 \frac{\text{kg/cm}^2}{\text{kg/m}^3}$$

$$N28 = \frac{271}{132,5} = 2,05 \frac{\text{kg/cm}^2}{\text{kg/m}^3}$$

$$N90 = \frac{302}{132,5} = 2,28 \frac{\text{kg/cm}^2}{\text{kg/m}^3}$$

ou seja, é a resistência fornecida através do consumo - adotado para cada mistura.

Desta forma no Desenho EFI-DOS, são apresentadas as faixas de variações para cada ϕ max. São apresentados a título - de comparação os Rendimentos (Eficiências) médios obtidos na construção de Ilha Solteira.

Através desses Rendimentos podemos observar que os concretos com 40% de Pozolana, em Volume Sólido, apresentam-se - com eficiência menor em idades baixas e que a partir de 28 dias tendem a igualar-se aos concretos com 30% de Pozolana.

Esta observação justifica a variação da quantidade da Pozolana.

Comparando-se as dosagens dos concretos para a Fase Inicial, com as dos concretos na Fase Final, podemos observar - que as primeiras apresentam rendimentos sensivelmente inferiores às dos concretos com cascalhos.

A incorporação de ar também produz alterações consideráveis na resistência. Isto é observado pelas misturas AV-1 até AV-4. Entretanto é conveniente lembrar que concreto de alta resistência inicial praticamente não é utilizado em grandes - volumes, e que em avançadas idades os Rendimentos mostram a economicidade do consumo devido à incorporação de ar.

Através dos valores obtidos no Controle do Concreto de Ilha Solteira pudemos calcular a média da evolução porcentual de resistência, tomando-se 28 dias como básico, a saber:

OBRA:	LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC.:
ASSUNTO:	CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA VERMELHA.	VER.:	FL. 43 de
		DES. Nº	TC - 02

Ø MAX - mm	IDADE - DIAS				
	3	7	28	90	180
19	51,5%	74,0%	100%	-	-
38	47,3%	66,8%	100%	115,3%	120,0%
76	39,6%	57,9%	100%	116,1%	124,8%
152	-	55,4%	100%	120,6%	125,3%

Tais valores permitem comparações orientativas dos concretos aqui estudados.

Quando se utiliza concreto massa as dimensões dos agregados impedem a utilização dos moldes convencionais (15 x 30 cm) para o controle de resistência. Há então necessidade de se fazer um correlacionamento entre o concreto Integral e aquele usado para moldagem dos espécimes 15 x 30 cm, que é a fração peneirada na malha de 1 1/2".

Normalmente são usados os seguintes moldes cilíndricos:

Ø MAX	INTEGRAL	PENEIRADO
19 e 38 mm	15 x 30 cm	-
76 mm	25 x 50 cm	15 x 30 cm
152 mm	45 x 90 cm	15 x 30 cm

Pelas dosagens estudadas pudemos determinar o "Fator de Forma" = q , que é definido pelo quociente das resistências do integral e do peneirado, respectivamente.

O valor médio obtido para q , foi:

$$q(76 \text{ mm}) = 1,27$$

$$q(152 \text{ mm}) = 1,17$$

Não resta dúvida que estes valores são orientativos e serão verificados durante o controle que será efetuado sobre os concretos de Água Vermelha.

Comparativamente fornecemos os valores médios obtidos de " q " durante o controle em Ilha Solteira:

$$q(76 \text{ mm}) = 1,22$$

$$q(152 \text{ mm}) = 1,20, \text{ que estão bem próximos aos deste estudo.}$$

OBRA: LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC
ASSUNTO: CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA	VER.:	FL. 44 de
VERMELHA.	DES. Nº TC - 02	

8.4 - RESISTÊNCIA A TRAÇÃO

Mais adiante comentaremos sobre as diversas propriedades térmicas, cujo conhecimento é imprescindível a projetos do por te do de Água Vermelha.

Para a adoção de valores efetivos de Tensões e Capacidades de Deformação é interessante conhecer a capacidade portante do concreto quando submetido a esforços de tração (entre os quais os esforços térmicos).

Desta forma programamos uma série de ensaios de flexão - em vigas, com intuito de se determinar a Tensão de Tração - por flexão e a capacidade de deformação na tração.

Os valores obtidos são mostrados nos desenhos de sigla - V-AV e TT-AV. Lembramos, outrossim, que 3 vigas distintas do concreto da Dosagem AV-08, foram desprezadas, devido a irregularidades observadas nos ensaios. Uma das anormalidades observadas é mostrada na fotografia F-EV-1 através da qual notamos que a superfície de ruptura da viga nº 15005 foi enfraquecida ocasionalmente por uma concentração de britas.

A fotografia F-EV-2 nos mostra um instante do ensaio, - vendo-se que a sollicitação foi aplicada de baixo para cima - com intuito de minimizar os esforços devido ao peso próprio.

Pelos valores obtidos pudemos observar que as Tensões - de Tração por flexão, diminuem com o aumento do ϕ max do agregado e com o aumento do fator A/Ceq.

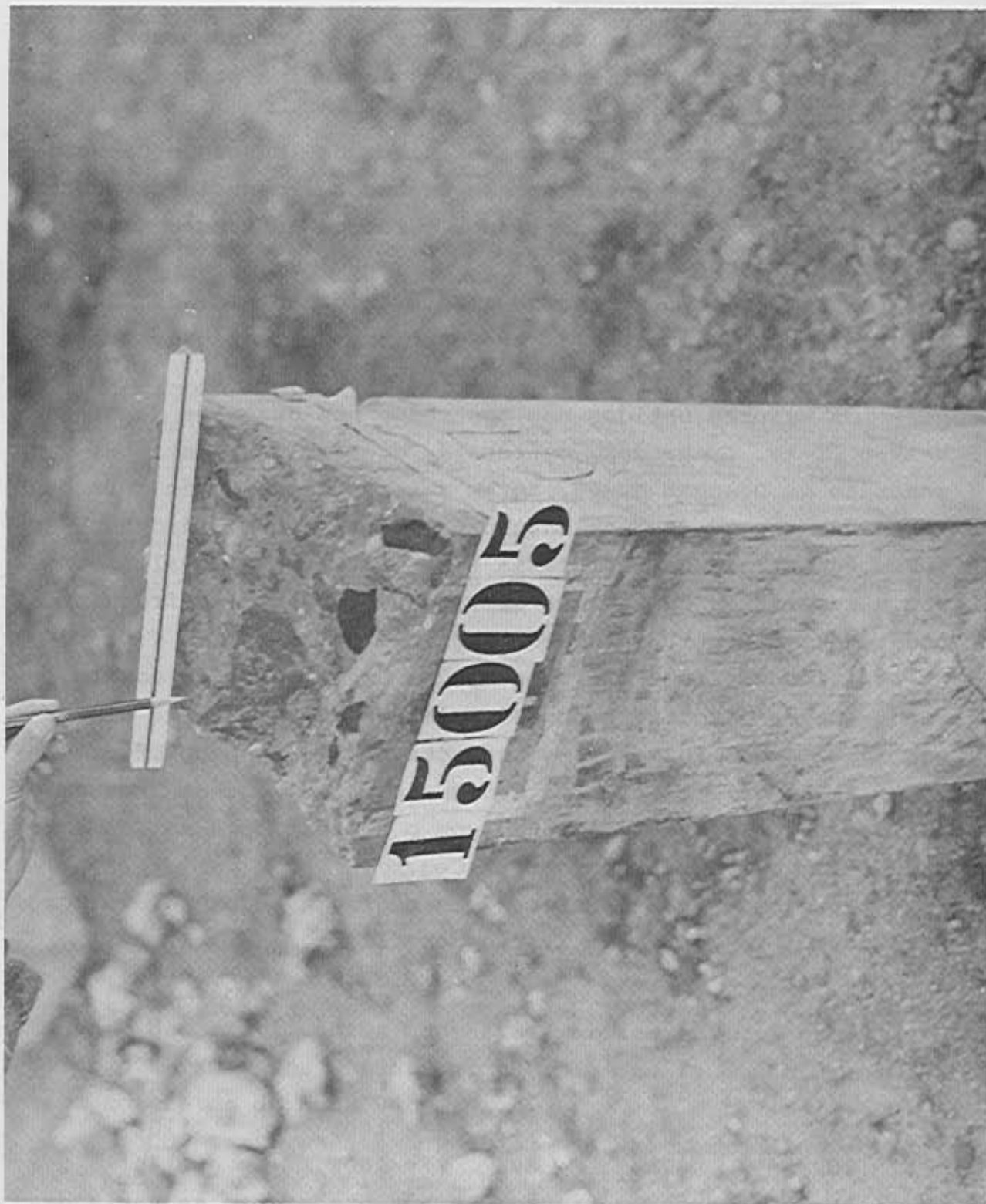
Podemos também verificar, em média, a seguinte evolução, porcentual, da Tensão de Tração por flexão.

ϕ max			Idade	-	Dias
mm	3	7	28		90
19	58%	86%	100%		130%
38	51%	71%	100%		125%
76	48%	72%	100%		110%
152	47%	69%	100%		114%

As deformações a tração, também obedeceram as variações acima comentadas.

Através dos Desenhos de sigla TT-AV, são fornecidas

OBRA:	LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC.:
ASSUNTO:	CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA	VER.:	FL. 45 de
		DES. Nº	TC - 02
VERMELHA.			



F-EV-1 - Seção enfraquecida, de uma viga, devido à concentração de britas.

OBRA:	LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC.:
		VER.:	FL. 46 ^{de}
ASSUNTO:	CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA VERMELHA.	DES. Nº TC - 02	



F-EV-2 - Instante do ensaio, mostrando o sistema de carregamento ascendente, para minimizar as deformações devidas ao peso próprio.

OBRA: LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC.:
	VER.:	FL. 47º
	DES. Nº	TC - 02
VERMELHA.		

as relações entre Tensões de Tração por flexão e por compressão Diametral, pois para controle de rotina, o Ensaio de Compressão Diametral tem caráter bem mais expedito. A média da relação foi:

		IDADE - DIAS			
<u>TENSÃO TRAÇÃO POR FLEXÃO</u>	=	3	7	28	90
TENSÃO TRAÇÃO POR COMPRESSÃO		1,7	1,3	1,1	1,1

Pode-se observar que a partir de 28 dias a relação tende para um valor constante, próximo à unidade.

8.5 - MÓDULO DE ELASTICIDADE

O Módulo de Elasticidade definido pela equação.

$E = \frac{\text{TENSÃO}}{\text{DEFORMAÇÃO}}$ é a medida de rigidez ou da Resistência à de

formação do material, no nosso caso, o concreto.

O concreto não é verdadeiramente um material elástico e o gráfico tensão - deformação para incrementos contínuos de carga tem geralmente a forma de uma linha suavemente curva. Entretanto, para fins praticos, é considerado constante, dentro do campo - das tensões normalmente adotadas.

Os mesmos fatores que causam variações na resistência tam**ém** provocam variações no Módulo de Elasticidade não havendo, po**re**m, uma direta proporcionalidade entre as duas propriedades, - mas apenas, um mesmo sentido de variação. Desta forma concretos ricos (baixo fator água/cimento), com baixos conteúdos de ar e altas idades de controle, resultam em um aumento na Resistência e no Módulo de Elasticidade.

O Módulo de Elasticidade do concreto, de certa maneira de**ep**ende do Módulo de Elasticidade do agregado.

Nota-se que a evolução do Módulo de Elasticidade é maior (ou mais rápida) do que a Resistência. Isto ocorre porque quan**do** o Módulo de Elasticidade do agregado é muito alto, (como no caso do quartzito por exemplo) é a grande elasticidade da pasta que orienta a rigidez à baixas idades, mas a medida que a pasta ganha rigidez, o Módulo de Elasticidade da mistura, gradativa**me**nte tende a se aproximar ao do agregado, que ocupa maior volu**me** porcentual.

OBRA: LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC
ASSUNTO: CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA	VER.:	FL 48 ^{de}
DES. Nº TC - 02		
VERMELHA.		

Pelos valores apresentados podemos observar que, tomando-se por base os valores de 28 dias, podemos ter a seguinte faixa de evolução porcentual do Módulo de Elasticidade:

Ø MAX	IDADE - DIAS		
mm	7	28	90
19 e 38 mm	70 a 90%	100%	105 a 115%
76 e 152 mm	65 a 85%	100%	105 a 120%

Observa-se então que a evolução do Módulo de Elasticidade é razoavelmente mais rápida que a Resistência, principalmente quando os concretos possuem caráter estrutural, como é o caso das misturas AV-2 e AV-4.

Salientamos que os ensaios para determinação do Módulo de Elasticidade foram executados sobre espécimes de concreto integral, ou seja:

Ø max 19 e 38 mm	- espécimes 15 x 30 cm
Ø max 76 mm	- espécimes 25 x 50 cm
Ø max 152 mm	- espécimes 45 x 90 cm

Para controle de qualidade, durante a execução, poderão ser moldados espécimes de "concreto peneirado" a partir dos concretos com agregados de $\varnothing \text{ max } \geq 76 \text{ mm}$. Os valores obtidos durante o controle de Ilha Solteira, mostraram que o concreto peneirado, a idade de 3 dias, apresenta-se com valor correspondente a $\sim 80\%$ do Módulo de Elasticidade do Integral, sendo que essa relação tende a unidade, às idades superiores a 28 dias.

8.6 - COEFICIENTE DE POISSON:

A relação entre a deformação lateral e a deformação longitudinal, dentro dos limites elásticos para cargas axiais, é denominada de Coeficiente de Poisson.

O Coeficiente de Poisson e o Módulo de Elasticidade determinam o comportamento elástico dos materiais isotrópicos. Esses dois parâmetros são de grande valia para a análise dos projetos estruturais.

Os valores obtidos neste estudo mostram a seguinte variação:

OBRA: LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC.:
ASSUNTO: CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA	VER.:	FL 49 de
	DES. Nº	TC - 02

VERMELHA.

Ø max	COEFICIENTE DE POISSON (MÉDIO)	
	CONCRETOS FASE INICIAL	CONCRETOS FASE FINAL
19 e 38 mm	0,26	0,18
≥ 76 mm	0,25	0,15

Esses valores enquadram-se dentro das faixas médias obtidas no controle de Ilha Solteira:

Ø max	COEFICIENTE DE POISSON		
	MÍNIMO	MÉDIO	MÁXIMO
19 e 38 mm	0,13	0,19	0,25
≥ 76 mm	0,13	0,16	0,22

Observamos, pelos valores, que os concretos produzidos através de agregados basálticos somente (fase inicial) apresentam-se com Coeficientes de Poisson superiores aos concretos com seixos e britas. Nota-se também que há uma ligeira tendência de diminuir-se o Coeficiente de Poisson à medida que se aumenta o Ø max do Agregado. Os dois fenômenos observados são explicados pela variação do conteúdo de argamassa, maior nos "concretos finos" (menores Ø max dos agregados) e nos concretos compostos com britas do que em outros concretos.

8.7 - PERMEABILIDADE:

Permeabilidade é a propriedade do concreto que permite a passagem de um fluido através de seu interior.

O concreto endurecido poderia ser completamente estanque se fosse composto de materiais sólidos. Entretanto é praticamente impossível produzir-se um concreto, cujos vazios entre os agregados sejam preenchidos por um ligante sólido. Para obter-se misturas trabalháveis requer-se mais água do que aquela necessária somente para a hidratação do cimento. Essa abundância de água produz vazios que poderão ficar interligados formando passagens contínuas que permitirão um fluxo de líquido.

A permeabilidade do concreto é também uma propriedade - que varia com o fator A/C e com o Ø max do agregado. A medida - que a relação A/C aumenta, eleva-se a permeabilidade. Como por

OBRA: LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.: _____	ESC. _____
ASSUNTO: CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA	VER.: _____	FL. 50 de _____
VERMELHA.		

exemplo podemos verificar os valores dos concretos da AV-12 , no Desenho D-AV-12. A variação da permeabilidade para o ϕ max pode ser observada através das Dosagens AV-1, AV-5, AV-6 e AV-12.

Para este estudo, a permeabilidade dos concretos foi determinada por dois métodos distintos:

- Bureau of Reclamation -

É um método direto, pelo qual se mede o escoamento da água através do corpo de prova padronizado. Um correspondente - Coeficiente de Permeabilidade (K) é calculado baseando-se na Lei de Darcy. Não é um ensaio rápido, pois as leituras de vazão, através do espécime prolongam-se por um período não menor que 500 horas. Desta forma, esse tipo de ensaio não é interessante para atuar como controle. Para permitir um controle mais rápido é usado o método preconizado pela:

- Swedish Standard Specification -

É um ensaio comparativo e expedito. A ideia básica é que um corpo de prova prismático quando submetido a uma pressão d'água direcional por tempo relativamente curto apresenta certa profundidade de penetração. Essa profundidade é medida após a quebra do espécime.

Através dos ensaios comparativos efetuados pelos dois métodos pode-se determinar uma lei comparativa.

No Desenho R-PERM apresentamos os sistemas empregados - nos dois ensaios bem como a curva de correlação dos valores , do Bureau of Reclamation e Swedish State Power Board, obtidas por Sallstrom.

Normalmente considera-se que os concretos são "impermeáveis" quando apresentam $K \leq 10^{-9}$ cm/seg o que corresponderia a penetrações inferiores a 6 cm.

Os valores obtidos neste estudo enquadram-se dentro da faixa do grau de "impermeável".

Julgamos que os valores de Permeabilidade dos concretos possuem certo caráter acadêmico quando se extrapola para as estruturas da qual farão parte. Pois dois fatores devem ser levados em conta a saber:

OBRA: LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC.:
	VER.:	FL. 51 de
ASSUNTO: CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA VERMELHA.	DES. Nº TC - 02	

- Dimensões da estrutura e carga hidráulica
- Juntas de concretagem

Dependendo das dimensões da estrutura que se opõem ao caminho d'água e da carga hidráulica, poder-se-á ver que, para determinados concretos, levaria um tempo indeterminado para haver passagem completa de água.

Por outro lado as juntas de concretagem tornam-se seções vulneráveis à passagem d'água (e por conseguinte todos os problemas que advêm de sua passagem - subpressões etc...) se não forem adequadamente preparadas. E justamente elas não são verificadas através de ensaios.

Tais fatores fazem com que os valores de permeabilidade sejam apenas orientativos.

8.8 - PROPRIEDADES TÉRMICAS:

O volume de concreto estimado para a Obra de Água Vermelha requer em várias estruturas lançamentos de concretos em blocos de grandes dimensões.

Advem dessa situação um problema já amplamente discutido que é o aparecimento de fissuras.

Afim de se contornar e minimizar os problemas de origem térmica é de grande interesse manter um contacto com as propriedades térmicas dos materiais para o concreto e do concreto.

Sabemos que a composição mineralógica dos agregados afeta de modo contundente as propriedades térmicas do concreto. Nos Desenhos AGR-1 e AGR-2 são apresentadas as propriedades térmicas dos agregados.

Os requisitos quanto a cimento, pozolana, porcentagem de areia e consumo de água são elementos modificadores, porém de pequena monta.

As propriedades térmicas mais importantes para a previsão e controle das temperaturas e deformações dos blocos de concreto em obras vultuosas, são:

- Calor Específico: C - que é a quantidade de calor requerida para elevar de uma unidade de temperatura, uma massa unitária de material. Usualmente o Calor Específico é expres-

OBRA: LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC.:
ASSUNTO: CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA	VER.:	FL. 52 de
	DES. Nº	TC - 02

VERMELHA.

so em Cal/g x °C, Kcal/kg x °C ou BTU/lb x °F.

- Condutividade Térmica - K_T - que é a razão na qual o calor passa por um material de dimensões unitárias quando há uma variação unitária da temperatura entre as duas faces do material. É expressa por Kcal/cm x seg x °C, Kcal/M x H x °C ou BTU/ft x H x °C.

- Difusividade Térmica - h^2 - é a relativa habilidade - que o calor possui em passar por determinado material; ou seja, a facilidade ou não de troca de calor. É definido pela relação:

$$h^2 = \frac{K_T}{\rho c} \text{ onde:}$$

K = condutividade térmica

ρ = densidade do concreto

c = calor específico

h^2 = difusividade térmica

- Coeficiente de Expansão Térmica - α - é a variação de comprimento, de um comprimento unitário, causado pela variação unitária da temperatura.

- Elevações Térmicas devido às reações de hidratação durante o endurecimento, que são determinadas através de sistemas adiabáticos, até obter-se, praticamente, a estabilização da evolução de temperatura.

No Desenho CT-1, são apresentadas as características térmicas de - Calor Específico - Condutividade Térmica - Difusividade.

Essas características foram calculadas a partir das respectivas características térmicas dos componentes dos concretos estudados. Foram calculadas tendo-se em vista a dificuldade e a exiguidade de tempo para a determinação das várias misturas.

Porém, para uma confirmação de que os valores adotados representavam os materiais utilizados, fez-se uma verificação indireta:

- Para determinado concreto, calculou-se a Difusividade usando-se os valores adotados através de:

OBRA	LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES..	ESC..
		VER..	FL 53 de
		DES. Nº TC - 02	
ASSUNTO	CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA		

VERMELHA.

$$K_{\text{calculado}} = \frac{\sum K_i m_i}{\sum m_i}$$

$$C_{\text{calculado}} = \frac{\sum C_i m_i}{\sum m_i}$$

$$\begin{aligned} f &= \text{obtido} - t/m^3 \text{ e} \\ h^2 &= \frac{K_T}{f C} \end{aligned}$$

Em seguida determinou-se experimentalmente a Difusividade do mesmo concreto. Para isso foram preparados 30 corpos de prova cilíndricos 15 x 30 cm deixando-se instalado nos seus centros um par termo-elétrico. À determinada idade e sob uma temperatura uniforme cada espécime foi transferido para um recipiente com água a certa temperatura, medindo-se através dos termopares a temperatura do concreto em função do tempo. De posse da curva temperatura x tempo, para o ponto central do corpo de prova e assimilando-o a um cilindro indefinido de diâmetro 15 cm pudemos usar o âbaco de integração da Equação de Fourier (Cooling of Concrete Dams - Pag - 73 - Bureau of Reclamation - U.S.A.) extraíndo-se o valor de h^2 . Com esse procedimento obteve-se um valor médio (a partir dos 30 espécimes) para h^2 igual ao calculado e com Coeficiente de Variação de 4,3%. Desta maneira a proximidade dos valores encontrados nos assegura a aplicabilidade das constantes adotadas.

Salientamos que os valores determinados no Desenho CT-1, poderão de certa forma contrariar a "Teoria dos Números", devido ao número de casas decimais fornecidas, porém foram assim calculados com intuito de permitir e observar as variações que elas apresentam.

Pode-se então observar, pelos valores obtidos, a variação do Calor Específico dos concretos, com a alteração do fator Água/cimento equivalente e com o ϕ max dos agregados. A Difusividade também apresentou tais variações. Notável, também, é a variação apresentada entre os concretos da Fase Inicial - (britas) e da Fase Final (cascalhos, predominantemente e britas). Observa-se, por exemplo, a diminuição da Difusividade - quando se utiliza somente concretos com britas.

OBRA: LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.: _____	ESC
ASSUNTO: CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA	VER.: _____	FL 54 ^{da}
DES. Nº TC - 02		

VERMELHA.

O Coeficiente de Expansão Térmica do concreto normalmente reflete a média ponderada dos coeficientes de expansão térmica dos vários materiais empregados.

O Coeficiente de Expansão Térmica do concreto varia principalmente com o tipo e a quantidade do agregado graúdo utilizado. Eles poderão ser calculados através dos valores fornecidos nos Desenhos AGR-1, AGR-2 e no item 6-1.

Conforme comentamos anteriormente, nos vários Desenhos - de sigla AD-, fornecemos as curvas de elevação adiabáticas de certos concretos.

Observa-se pelas curvas obtidas, que há um decréscimo da diferença (pico-lançamento) de temperatura à medida que se aumenta o ϕ max, como era de se esperar, devido também a redução do consumo quando se aumenta o ϕ max do agregado para - uma mesma relação A/Ceq.

Nota-se também, através dos valores da Dosagem AV-6, a variação das diferenças de temperatura, para com o fator A/Ceq, observando-se que ha um abaixamento do pico máximo a medida - que se eleva o fator A/Ceq, o que também era de se esperar, e é observado nos Desenhos R-AD-1 e AD-AV-6-1.

É interessante lembrar aqui a importância desses valores, pois é prática corrente especificar-se concretos de parâmetros - que sofrerão variações de nível d'água e velocidades altas - com fator A/Ceq $\leq$ 0,45. Podemos notar que a mistura da dosagem AV-6, com A/Ceq = 0,40, forneceu um pico máximo de 43,5°C, quando o concreto fora lançado à temperatura de 8,1°C, dando-nos uma diferença de 35,4°C. O valor da estabilização - mostra que está bem acima da temperatura ambiente média. Desta maneira tais elementos devem ser analisados conjuntamente com os valores de Capacidade de Resistência e Deformação, por tração, afim de se verificar se a capacidade portante do material não será atingida.

Pode-se também aquilatar, pelas elevações adiabáticas da AV-6, a eficiência do lançamento de concretos a baixas temperaturas para limitação dos problemas térmicos. Tal fato pode - ser verificado através dos Desenhos AD-AV-6-2 e R-AD-1.

OBRA: LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC.:
ASSUNTO: CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA	VER.:	FL. 55 de
VERMELHA.	DES. Nº TC - 02	

8.9 - OUTRAS PROPRIEDADES:

Afim de aquilatar mais profundamente a capacidade dos concretos, o Laboratório está efetuando e realizará outros ensaios, tais como:

- Compressão triaxial
- Deformações limites
- Fluência
- Variações autógenas.

8.9.1 - COMPRESSÃO TRIAXIAL

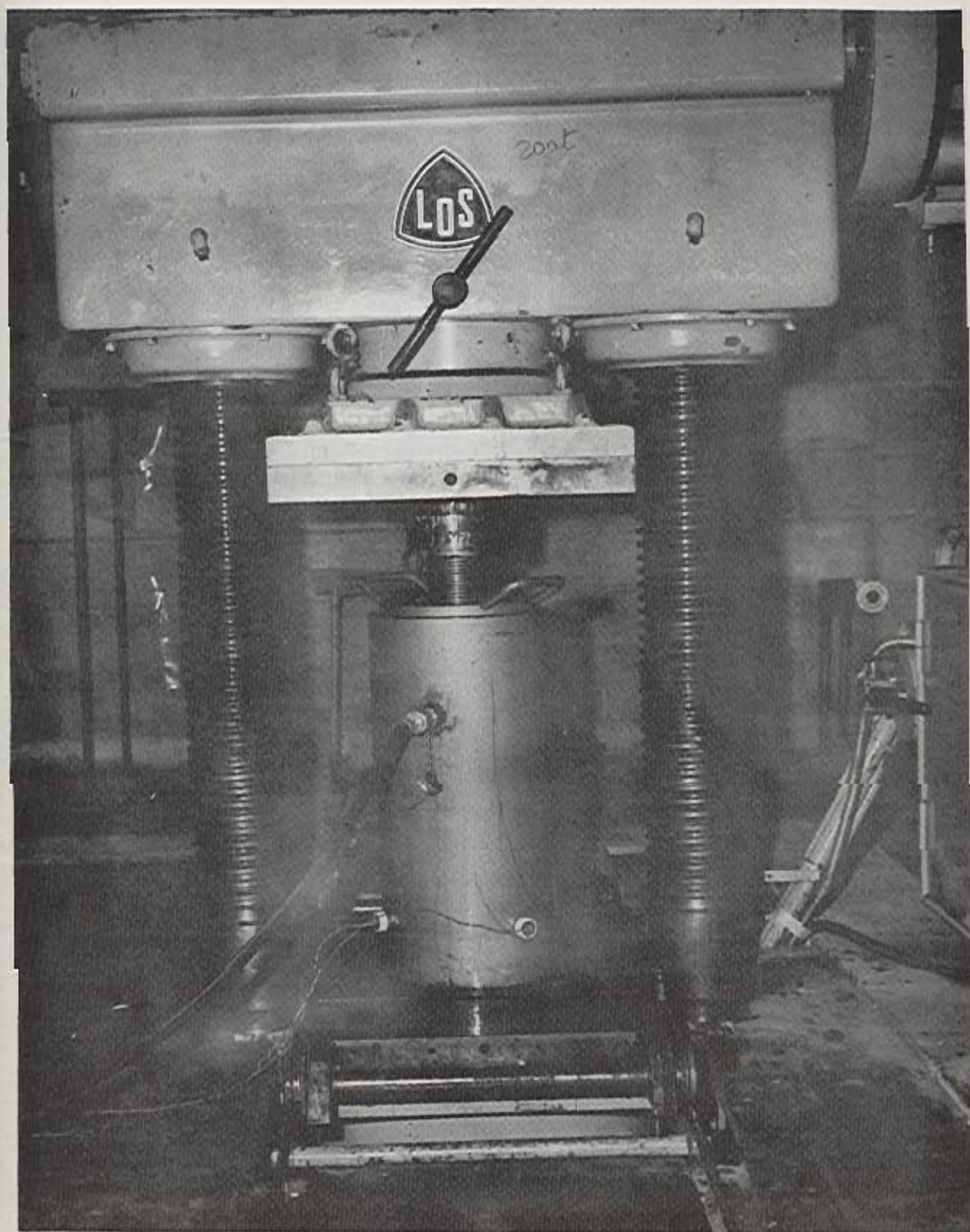
Os estudos de Compressão Triaxial encontram-se em fase preliminar. Para a Ruptura por Compressão Triaxial, o espécime após receber uma proteção contra os efeitos do líquido - que proporciona a pressão confinante é posicionado em uma câmara triaxial.

Essa câmara, dotada de um êmbolo para carregamento axial é posicionada em um sistema de compressão (prensa). A pressão confinante é aplicada através de uma bomba injetora.- As deformações do espécime oriundas dos carregamentos, são observadas através de extensômetros elétricos. Obtém-se assim uma Curva Tensão-Deformação que nos define o instante preciso da ruptura. Através dos elementos obtidos podemos traçar - os círculos de MOHR, bem como a envoltória característica para os concretos em estudo.

Nas figuras discriminadas abaixo, fornecemos uma sequência dos ensaios que estão em realização:

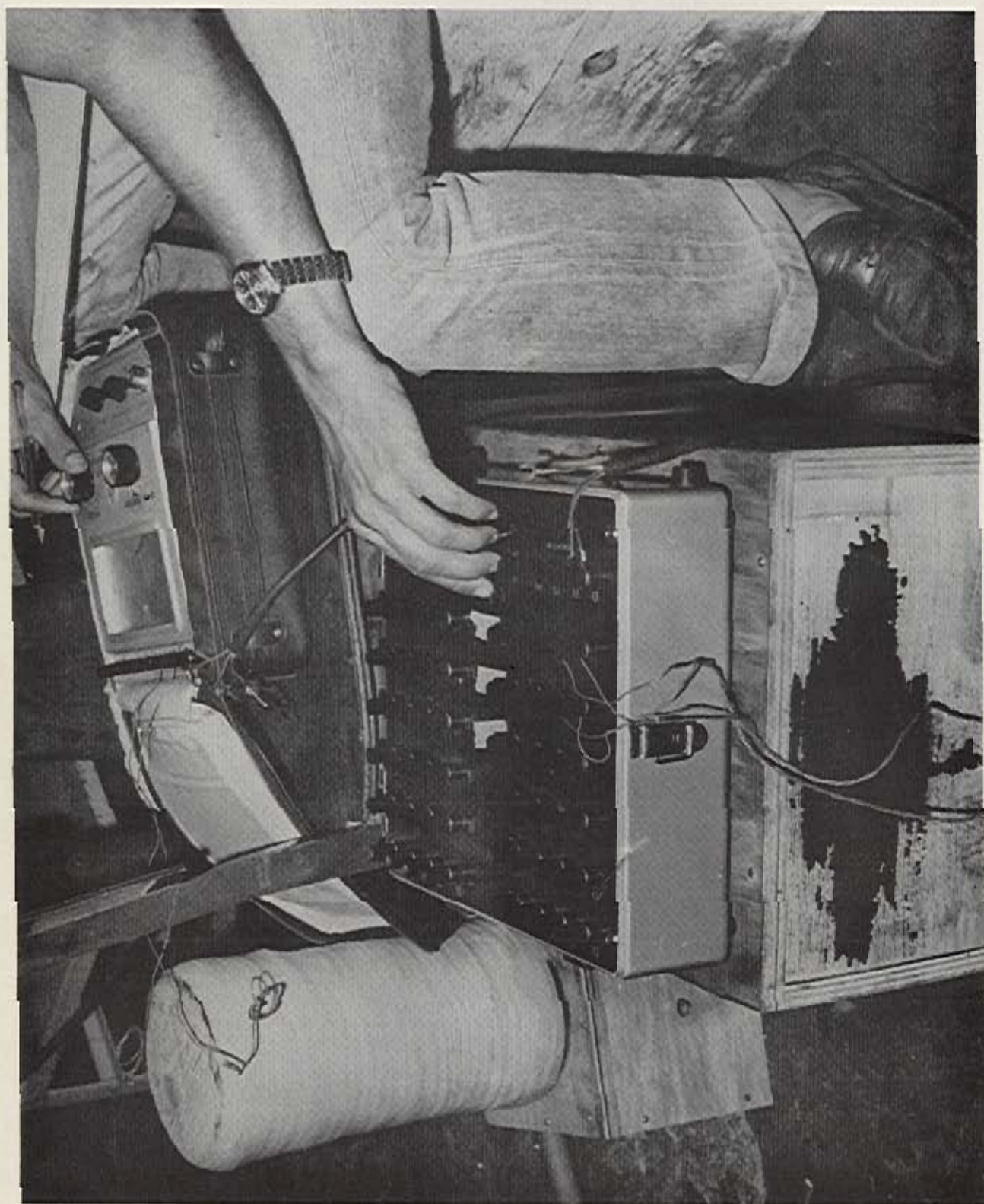
- FOTOGRAFIA F-CTR - 1
Mostra a câmara triaxial posicionada na prensa
- FOTOGRAFIA F-CTR - 2
Mostra os equipamentos de leituras de deformações e o corpo de prova "COMPENSADOR" também com revestimento protetor.
- FOTOGRAFIA F-CTR - 3
Mostra o corpo de prova nº 10, rompido.
- FOTOGRAFIA F-CTR - 4
Mostra o corpo de prova nº 17, após ruptura.

OBRA:	LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC:
ASSUNTO:	CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA VERMELHA.	VER.:	FL. 56 de
		DES. Nº	TC - 02



F-CTR-1 - Câmara Triaxial posicionada na prensa

OBRA:	LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC.:
		VER.:	FL. 57 ^{de}
ASSUNTO:	CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA VERMELHA.	DES. Nº TC - 02	



F-CTR-2 - Equipamentos para medidas das deformações

OBRA: LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA

DES.:

ESC.:

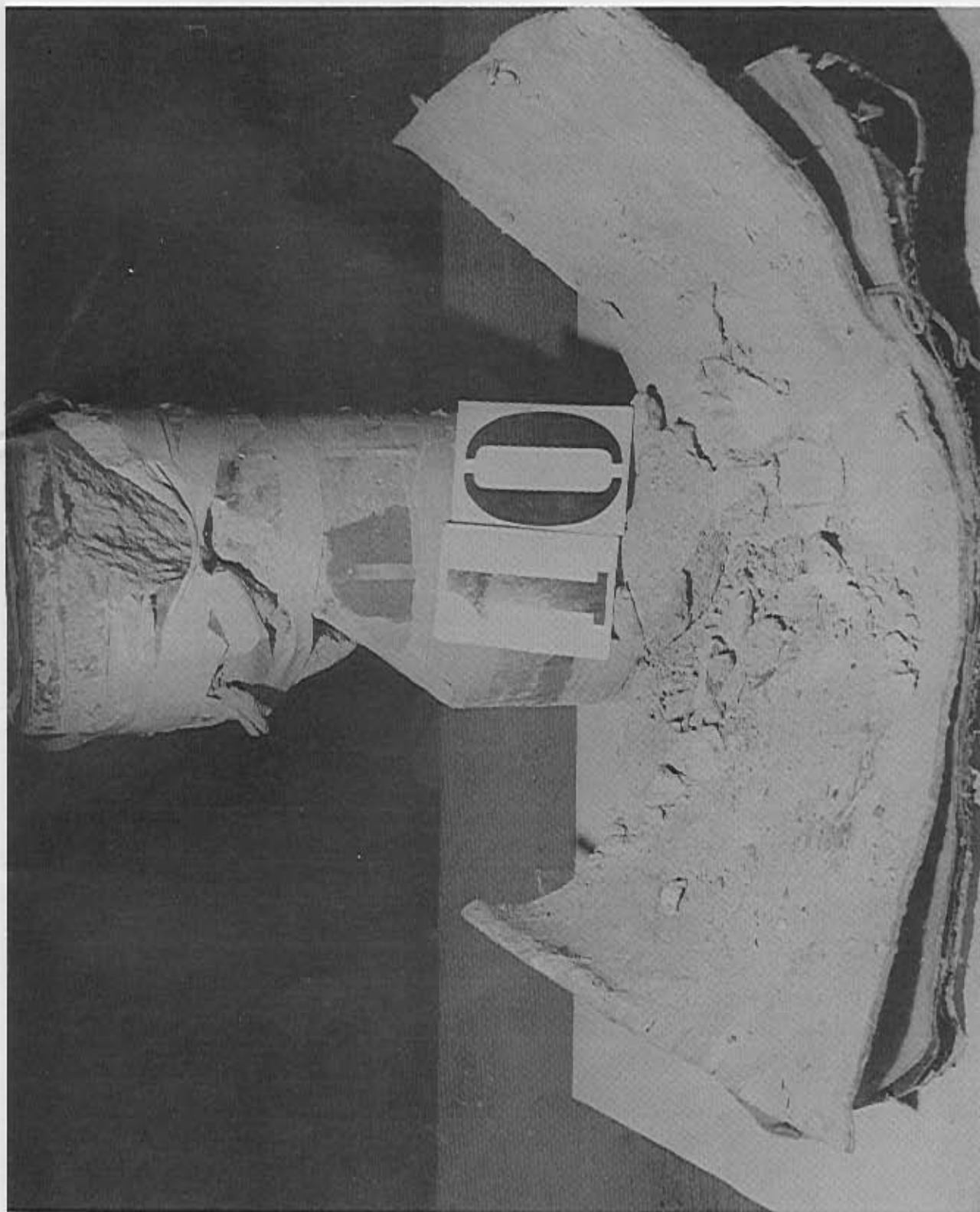
ASSUNTO: CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA

VER.:

FL. 58 de

DES. Nº TC - 02

VERMELHA,



F-CTR-3 - Ruptura do Corpo de Prova Nº 10.

OBRA: LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA

DES.:

ESC.:

ASSUNTO: CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA

VER.:

FL. 59 de

DES. Nº TC - 02

VERMELHA.



F-CTR-4 - Ruptura do Corpo de Prova Nº 17.

OBRA:	LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC.
		VER.:	FL. 60 de
ASSUNTO:	CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA	DES. Nº TC - 02	
VERMELHA.			

8.9.2 - DEFORMAÇÕES LIMITES

Os estudos para determinação das Deformações Limite servirão para se determinar o "Fator velocidade de Carregamento", pois no ensaio rápido convencional obtém-se a tensão máxima em aproximadamente 10 minutos.

Interrompendo-se o ensaio ligeiramente abaixo do valor de ensaio rápido e mantendo a tensão constante, observa-se uma ruptura após um tempo maior com uma deformação, também maior. Esse processo não caminha indefinidamente, pois existe uma tensão mínima, na qual o material só se rompe após tempo infinito, representada pela tensão que é a resistência sob carga constante.

Os gráficos do Desenho D-FL-1 mostram de modo orientativo o fenômeno supra citado.

8.9.3 - FLUÊNCIA

Os estudos para avaliação da Fluência (CREEP) serão efetuados de maneira a se aquilatar as qualidades dos concretos lançados próximos aos aparelhos de Auscultação, previstos para a Obra.

8.9.4 - VARIAÇÕES AUTÓGENAS

Os estudos para avaliação das Variações Autógenas, - também serão efetuados de maneira semelhante aos de Fluência.

OBRA:	LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC.:
ASSUNTO:	CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA	VER.:	FL. 61.
		DES. Nº	TC - 02

VERMELHA.

9 - COMENTÁRIOS FINAIS

Observamos que o trabalho aqui apresentado, fruto dos conhecimentos de uma equipe formada pela CESP, mostra o alto grau de economia que poderemos obter durante a Construção da Usina de Água Vermelha, no que se refere a produção de Concreto.

É interessante lembrar a alta Eficiência (ou Rendimento) obtida pelos concretos estudados. Porém, é muito mais interessante lembrar que, só poderemos continuar melhorando o Rendimento, bem como minimizando as variações, se continuar - mos controlando:

- A produção de cimento
- A produção de pozolana
- O processamento de agregados
- A produção, transporte, lançamento, adensamento do concreto da mesma maneira que nossas equipes vêm fazendo até o presente.

OBRA:	LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC.
ASSUNTO	CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA	VER.:	FL. 62 de
		DES. Nº	TC - 02

VERMELHA.

10 - BIBLIOGRAFIA

RELATÓRIOS DO LABORATÓRIO DE CONCRETO:

- C-10/71 - Estudos preliminares realizados sobre os diversos tipos litológicos de Água Vermelha.
- C-04/72 - Ensaaios de caracterização de basaltos de Água Vermelha.
- C-44/72 - Ensaaios de compressão uniaxial em amostras dos vários tipos de rocha de Água Vermelha.
- C-50/72 - Ensaaios de desagregabilidade de rochas de Água Vermelha.
- C-71/72 - Complementação do Relatório C-50/72.
- C-78/72 - Determinação do Coeficiente de Expansão Térmica dos agregados e argamassas- Água Vermelha.
- C-81/72 - Cubagem e caracterização da Cascalheira da Foz do Aporé.
- C-21/73 - Complementação dos Relatórios C-50/72 e C-71/72.
- C-29/73 - Ensaaios de Desagregabilidade em material da pedreira da Margem Direita - Água Vermelha.
- C-30/73 - Ensaaios de reatividade Alkali-Agregado, Material de Água Vermelha.
- C-41/73 - Ensaaios de desagregabilidade em material da pedreira "C" - Margem Esquerda de Água Vermelha.
- P - 01 a
- P - 08 - Dados orientativos sobre os concretos para a obra da Usina de Água Vermelha.

OUTROS:

- Relatório nº 7225 do IPT - Análise petrográfica.
- Relatório nº 7143 do IPT - Apreciação Petrográfica da Areia-Cascalheira do Aporé.
- Cooling of Concrete Dams - Bureau of Reclamation.
- Concrete Construction Handbook - Joseph J. Waddell.
- Métodos do ASTM.
- Métodos do CRD - Corps of Engineers.
- Métodos MIS - Laboratório de Concreto de Ilha Solteira.
- Relatório AV-02 - Planejamento executivo do canteiro - Água Vermelha.
- Métodos do Bureau of Reclamation.

OBRA	LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES..	ESC..
		VER..	FL.63 de
ASSUNTO	CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA	DES. Nº TC - 02	

VERMELHA.

AGRADECIMENTOS

A todos os funcionários do Laboratório de Concreto da CESP em Ilha Solteira, que trabalharam nos estudos.

A aqueles que, indiretamente, tenham contribuído para a publicação deste trabalho.

OBRA	LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.	ESC
		VER.	FL. 64 de
ASSUNTO	CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA VERMELHA.	DES. Nº TC - 02	

ENGENHEIRO - BENTO CARLOS SGARBOZA

- Formado em 1.969 - Escola de Engenharia de São Carlos "USP".
- De 1.970 a IX/1.974 - Engenheiro no Laboratório Central-Concreto da CESP - ILHA SOLTEIRA .
- A partir de IX/1.974 - Supervisor do Laboratório de Concreto da CESP - ÁGUA VERMELHA.-

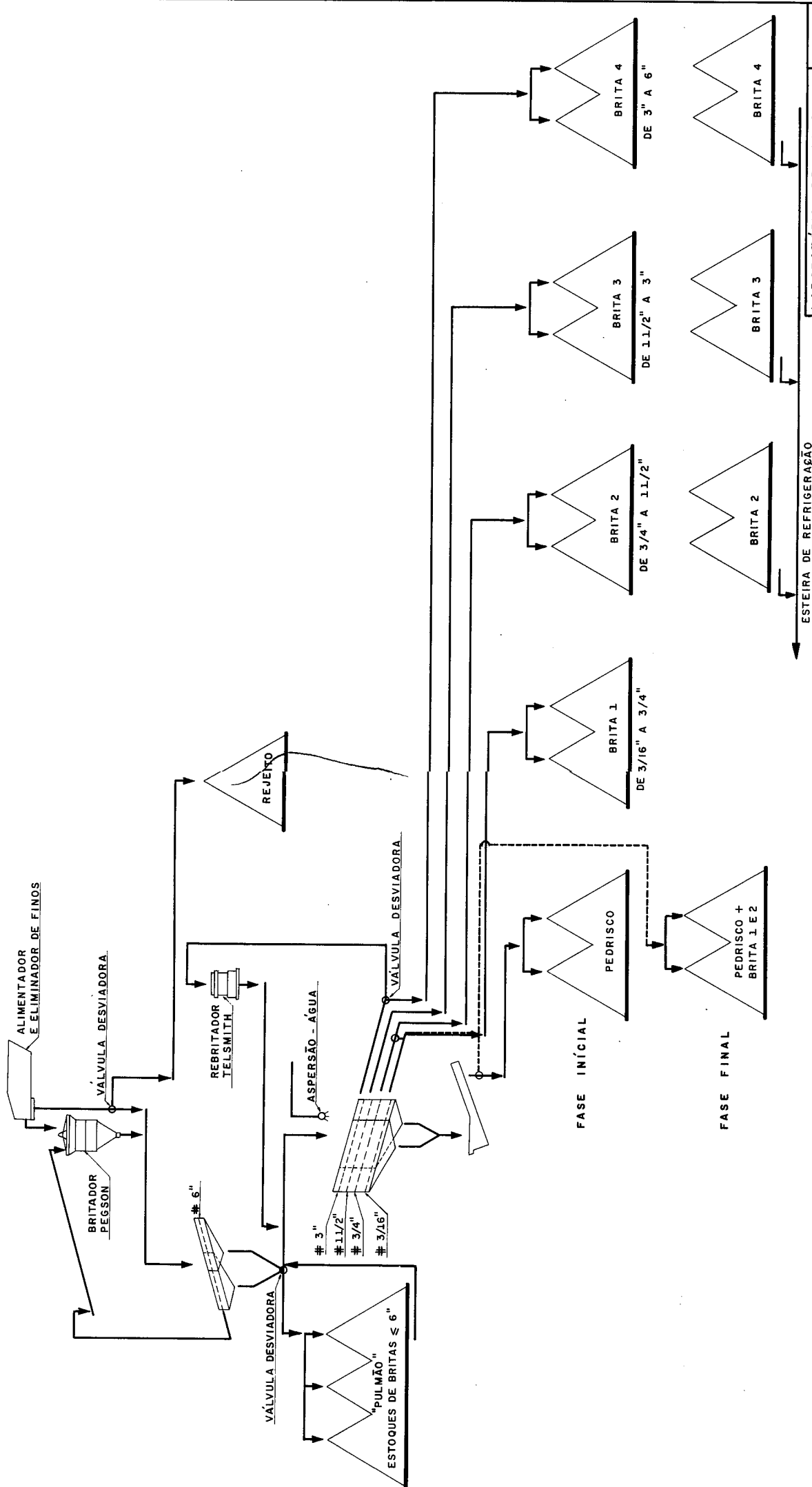
ENGENHEIRO - FRANCISCO RODRIGUES ANDRIOLO

- Formado em 1.969 - Escola de Engenharia de São Carlos "USP".
- De 1.970 a 1.973 - Engenheiro no Laboratório Central-Concreto da CESP - ILHA SOLTEIRA
- De 1.974 a XI/1.974 - Supervisor do Laboratório Central-Concreto da CESP - ILHA SOLTEIRA
- A partir de XII/1.974 - Chefe do Setor de Laboratórios - Central da CESP - ILHA SOLTEIRA

OBRA.	LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.	ESC
		VER.	FL. 65 de
ASSUNTO	CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA	DES Nº TC - 02	

VERMELHA.

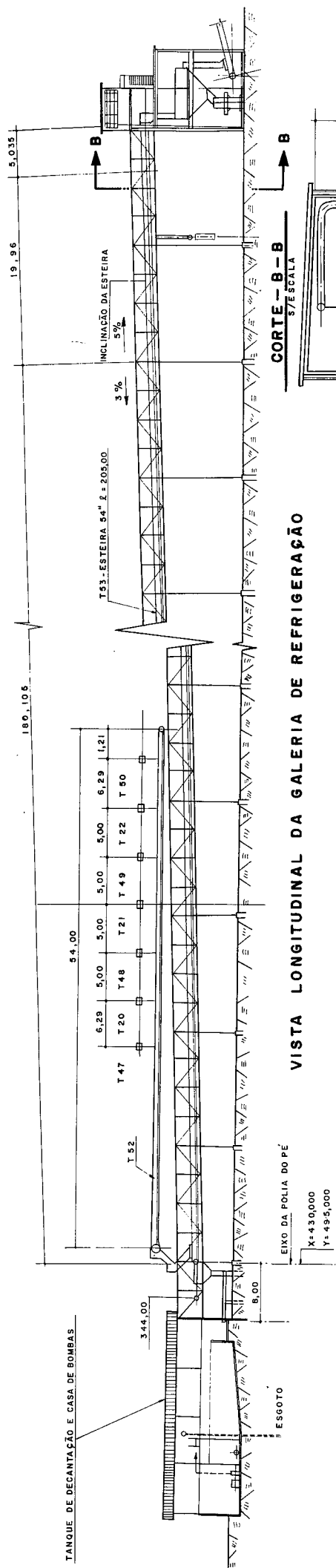
11 - DESENHO



ESTEIRA DE REFRIGERAÇÃO

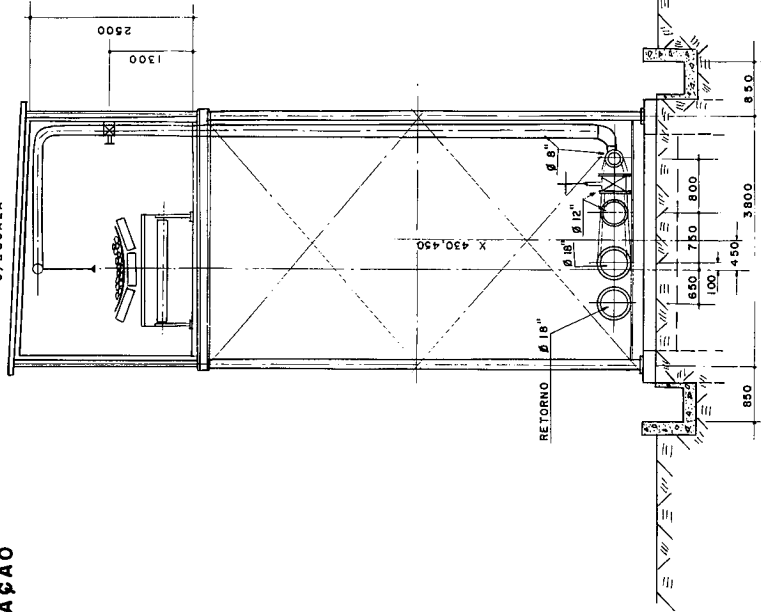
LABORATÓRIO DE CONCRETO		DESENHO
CESP - ILHA SOLTEIRA	SISTEMA DE BRITAGEM	F-BRI
FLUXOGRAMA 1ª E 2ª FASE		

TANQUE DE DECANTAÇÃO E CASA DE BOMBAS



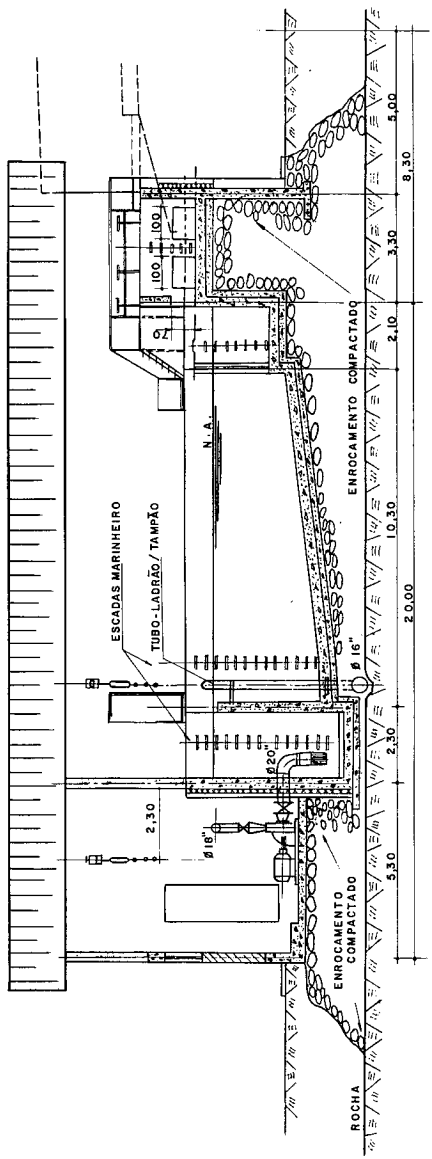
VISTA LONGITUDINAL DA GALERIA DE REFRIGERAÇÃO

CORTE - B - B
S/ESCALA



TANQUE DE DECANTAÇÃO

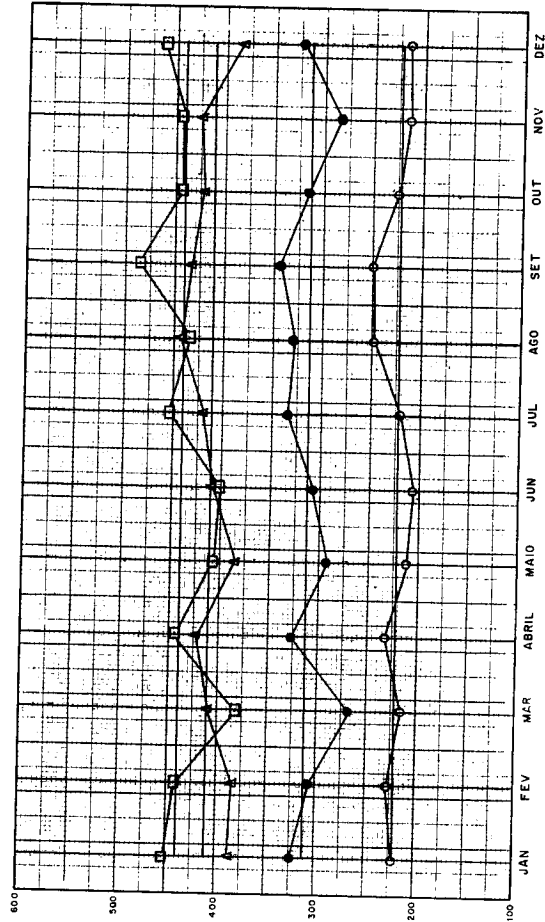
S/ESCALA



LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP - ILHA SOLTEIRA	
CORREIA DE REFRIGERAÇÃO	C-REFRIG.

PROPRIEDADES	
PENEIRA 800 (% RETIDA)	
PENEIRA 325 (% RETIDA)	
S.P. ESPECÍFICA (BLAINE) cm ³ /g	
S.P. ESPECÍFICA (WAGNER) cm ³ /g	
DE CONSISTÊNCIA PASTA (%)	
AQUA	
EXPANSÃO EM PASTA (R.M.N.)	
EXPANSÃO EM AUTO CLAVE (%)	
COMPRESSÃO	
TENSÃO	
RESISTÊNCIA	
DE GALO TAGAÇÃO	
DE HIDRATAÇÃO	
PERDA AO FOGO	
INSOLUVEIS	
ANÁLIS	
QUÍMICO	
(%)	
COMPOSTOS	
DE BOQUE	
DE METODO	
DE CALOR E	

RESULTADOS DE AMOSTRAS MÉDIAS MÊSIAIS DO MOINHO 1-JUPLA. - 1973											
JAN.	FEV.	MAR.	ABRIL	MAIO	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.
7,0	7,0	7,0	6,6	7,0	7,8	8,0	7,0	6,0	4,6	4,0	1,8
11,9	12,2	12,5	11,6	11,7	11,9	12,8	11,5	11,6	11,2	9,3	10,6
3,446	3,433	3,393	3,404	3,534	3,512	3,552	3,515	3,492	3,528	3,568	3,558
22,8	22,8	23,4	23,0	22,6	22,6	22,6	22,6	23,4	22,6	23,0	22,6
0,151	0,111	0,108	0,119	0,100	0,119	0,156	0,110	0,137	0,129	0,124	0,142
0,070	0,110	0,152	0,084	0,101	0,132	0,132	0,149	0,143	0,099	0,102	0,086
0,474	0,468	0,478	0,478	0,474	0,471	0,471	0,465	0,462	0,452	0,458	0,471
165	167	165	164	164	166	164	162	167	164	165	163
227	232	219	236	214	209	222	250	250	226	216	216
328	312	273	328	296	309	334	330	345	316	284	323
392	388	413	424	397	409	422	446	435	423	425	388
455	446	384	448	411	408	456	435	482	436	443	487
78,0	78,0	80,0	81,0	81,0	86,0	83,0	83,0	85,0	81,0	85,0	87,0
92,0	89,0	92,0	96,0	96,0	96,0	95,0	97,0	99,0	98,0	98,0	96,0
1,40	1,60	1,40	1,40	1,60	1,35	1,25	1,10	0,95	1,10	1,05	1,35
0,10	0,00	0,00	0,05	0,05	0,15	0,25	0,15	0,10	0,15	0,20	0,05
21,30	21,10	21,20	21,55	21,35	21,25	21,15	21,05	21,40	21,35	21,20	20,75
3,06	3,07	2,97	2,90	2,97	2,10	3,16	3,10	3,02	3,00	2,95	3,16
5,54	5,33	5,33	5,50	5,33	5,50	5,34	5,60	5,38	5,50	5,45	5,44
64,40	64,10	63,90	64,20	64,10	64,10	64,10	64,30	64,80	64,39	64,47	64,40
2,10	2,43	2,90	2,21	2,24	2,42	2,57	2,23	2,53	2,46	2,46	2,64
1,27	1,46	1,47	1,41	1,64	1,44	1,46	1,23	1,39	1,53	1,66	1,61
0,06	0,11	0,09	0,09	0,08	0,07	0,12	0,05	0,07	0,07	0,08	0,09
0,75	0,76	0,76	0,77	0,69	0,75	0,73	0,70	0,64	0,68	0,62	0,69
0,155	0,61	0,59	0,60	0,53	0,56	0,60	0,51	0,49	0,52	0,49	0,54
1,23	1,05	1,14	1,08	1,17	1,10	0,98	1,28	1,02	0,84	0,62	1,04
55,07	56,23	54,78	52,46	53,95	53,96	53,66	56,17	57,50	54,27	55,78	58,81
19,53	18,07	19,45	22,20	20,51	20,21	18,65	17,98	17,69	20,27	18,70	15,12
9,50	8,93	9,09	9,67	9,09	9,33	8,80	9,59	9,15	9,90	9,25	9,07
9,31	9,34	9,04	8,82	9,04	9,43	9,62	9,43	9,19	9,13	8,98	9,62



RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO Kg/cm²

LEENDA
 - 3 DIAS
 - 7 DIAS
 - 28 DIAS
 - 90 DIAS
 - MÉDIA ACUMULADA

CIMENTO UTILIZADOS NA DOSAGEM					
A	B	C	D	E	F
7,0	5,0	7,0	4,0	3,6	3,6
12,2	8,5	9,2	9,7	11,6	11,6
3491	3902	3764	3586	3655	3655
22,8	22,8	22,8	22,4	22,2	22,2
0,134	0,106	0,147	0,156	0,154	0,154
0,162	0,121	0,122	0,081	0,085	0,085
0,471	0,436	0,449	0,449	0,458	0,458
167	164	162	162	168	168
192	264	246	158	200	200
295	354	337	244	299	299
426	414	425	339	329	329
473	455	453	365	369	369
82,0	83,0	79,0	85,0	88,0	88,0
93,0	91,0	92,0	99,0	101,0	101,0
1,00	1,20	0,85	1,10	1,05	1,05
0,15	0,05	0,05	0,15	0,15	0,15
21,25	21,15	21,15	21,05	20,85	20,85
3,19	2,86	3,10	3,11	3,21	3,21
5,41	5,34	5,50	5,69	5,39	5,39
64,50	64,48	65,19	64,73	64,83	64,83
2,57	2,43	2,24	2,50	2,64	2,64
1,34	1,87	1,25	0,98	1,22	1,22
0,11	0,05	0,08	0,13	0,09	0,09
0,75	0,69	0,72	0,61	0,60	0,60
0,60	0,50	0,52	0,53	0,48	0,48
1,16	1,25	1,23	0,97	0,81	0,81
56,36	56,47	59,70	58,07	61,18	61,18
18,40	18,04	15,60	16,54	13,62	13,62
8,94	9,31	9,33	9,82	8,85	8,85
9,71	8,70	9,43	9,46	9,77	9,77
0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200

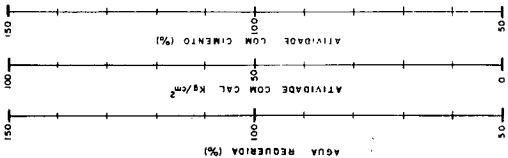
DOSAGENS		CORRESPONDENTES							
AV-1	AV-11	AV-4	AV-6	AV-2					
AV-2	AV-16	AV-6	AV-11	AV-3					
AV-4	AV-17	AV-8		AV-5					
AV-8	AV-18	AV-9		AV-6					
AV-11		AV-10		AV-7					
AV-12		AV-11		AV-10					
AV-14		AV-13		AV-13					
AV-15		AV-14		AV-15					
		AV-17		AV-17					
		AV-18		AV-18					

LABORATÓRIO DE CONCRETO		DESENHO	
CESP — ILHA SOLTEIRA		CIMENTOS UTILIZADOS NAS DOSAGENS	
		AGL - C	

ANO DE 1973.

RESULTADOS DE AMOSTRAS MÉDIAS MENSIS DA FABRICA DE POZOLANA — JUPIÁ											
JAN.	FEV.	MAR.	ABRIL	MAIO	JUN.	JUL.	AGOS.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.
2,51	2,57	2,52	2,53	2,53	2,47	2,45	2,51	2,54	2,55	-	-
5,6	6,5	7,5	7,4	5,7	8,9	9,5	5,1	4,1	5,0	-	-
2,7	2,8	2,6	2,6	2,4	2,8	2,8	2,7	2,6	2,7	-	-
8739	8338	9267	9188	9841	8601	8615	8924	9024	8844	-	-
22,2	22,2	22,2	22,2	22,6	22,6	22,8	22,4	22,4	22,4	-	-
26,6	25,8	26,4	26,6	27,0	27,6	26,8	26,6	26,8	25,4	-	-
0,115	0,115	0,115	0,115	0,106	0,106	0,162	0,081	0,081	0,096	-	-
0,068	0,068	0,069	0,064	0,049	0,066	0,092	0,058	0,058	0,066	-	-
100,6	98,1	107,0	100,6	100,6	99,4	101,2	98,9	100,7	100,8	-	-
-0,004	-0,005	0,000	-0,002	0,000	0,001	0,002	0,000	0,005	0,001	-	-
104,8	103,1	106,3	103,9	102,3	106,3	103,1	103,2	104,0	103,2	-	-
83,8	89,1	85,2	84,9	93,5	101,0	92,9	89,4	88,0	100,2	-	-
85	88	79	79	90	92	80	88	72	74	-	-
0,011	0,004	0,009	0,019	0,020	0,030	0,016	0,015	0,010	0,012	-	-
0,25	0,20	0,45	0,10	0,10	0,10	0,20	0,25	0,10	0,50	-	-
1,40	0,90	2,10	1,65	1,80	1,50	0,80	0,80	0,80	0,85	-	-
66,60	65,50	63,00	65,60	66,50	67,10	67,20	66,70	68,70	67,30	-	-
23,69	25,19	27,66	25,42	24,60	24,47	23,68	25,24	22,82	23,92	-	-
5,31	5,11	5,24	5,08	5,30	5,13	5,22	5,06	5,88	5,08	-	-
1,59	2,14	1,99	1,41	1,70	0,80	2,25	1,41	1,27	1,16	-	-
TRAÇOS	TRAÇOS	TRAÇOS	TRAÇOS	TRAÇOS	TRAÇOS	TRAÇOS	TRAÇOS	TRAÇOS	TRAÇOS	-	-
29,00	30,30	32,90	30,50	29,90	29,60	28,90	30,30	28,70	29,00	-	-
95,60	95,80	95,90	96,10	96,40	96,70	96,10	97,00	97,40	96,30	-	-

PROPRIEDADES		POZOLANA UTILIZADA NAS DOSAGENS
PESO ESPECÍFICO DOS GRÃOS (g/cm³)	# 325 (% RETIDA)	DESENHO
FINURA	Ø MÉDIO (mm)	CESP — ILHA SOLTEIRA
BLANK	SUPERFÍCIE ESPECÍFICA (m²/g)	POZOLANAS UTILIZADAS NAS DOSAGENS
ÁGUA DE CONSISTÊNCIA	PASTA COM 100% CIMENTO (%)	AGL - P
EXPANSÃO EM	PASTA COM 20% POZOL. (%)	
AUTOCALAGEM	PASTA COM 100% CIMENTO (%)	
REATIVIDADE	PASTA COM 20% POZOL. (%)	
ALCALIS	EXPAN DA ARGAMASSA (%)	
ÍNDICES	ÁGUA REQUERIDA (%)	
DE	COM CIMENTO (%)	
POZOLÂNICA	COM CAL (Kg/cm²)	
RETRAÇÃO POR SECAGEM	UNIDADE DA AMOSTRA (%)	
PERDA AO FOGO		
ANÁLISE QUÍMICA (%)		
Si O₂		
Al₂ O₃		
Fe₂ O₃		
Mg O		
S O₃		
Al₂ O₃ + Fe₂ O₃		
Si O₂ + Al₂ O₃ + Fe₂ O₃		
CALOR ESPECÍFICO (ADOTADO) CAL/g °C		

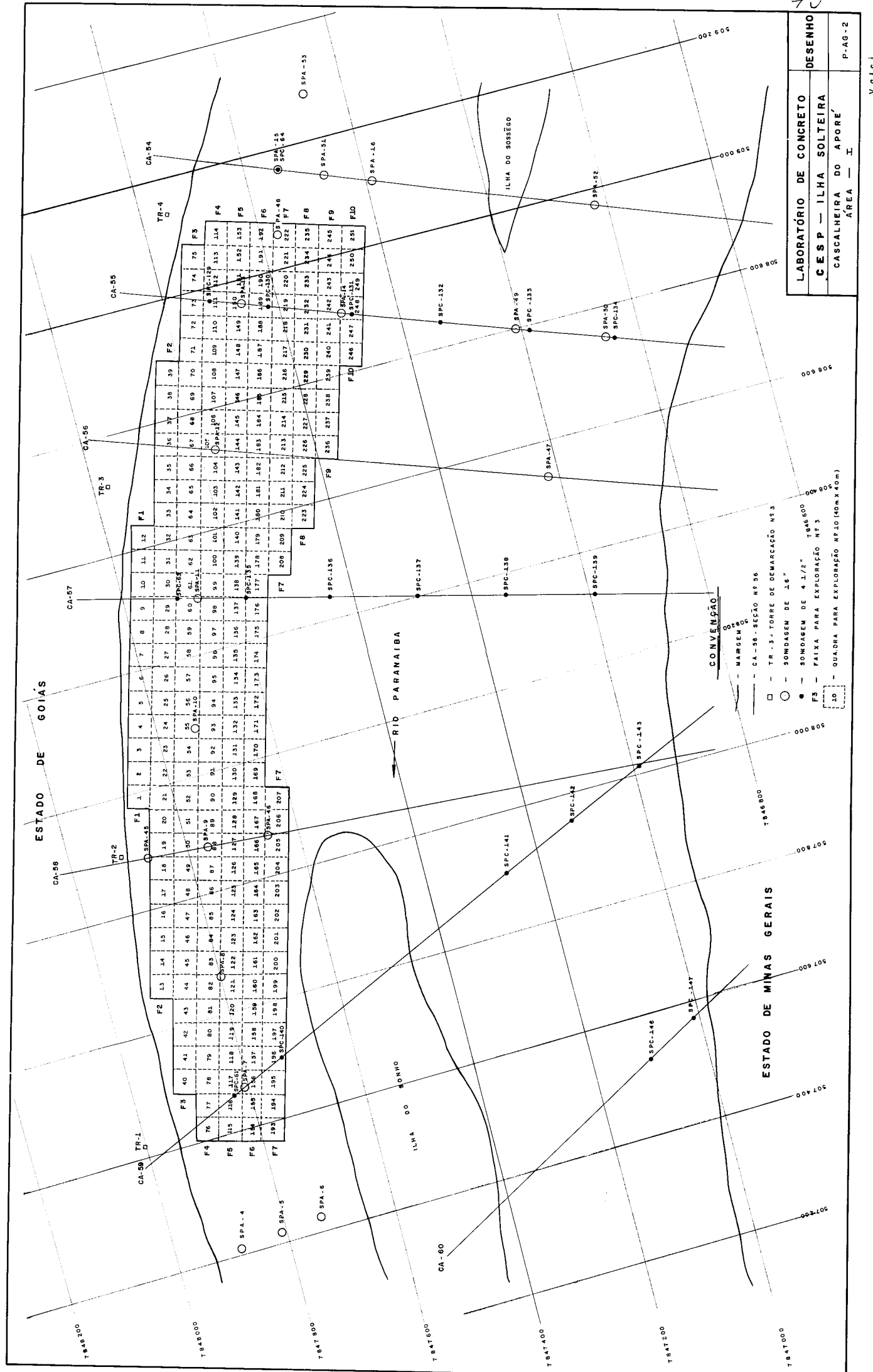


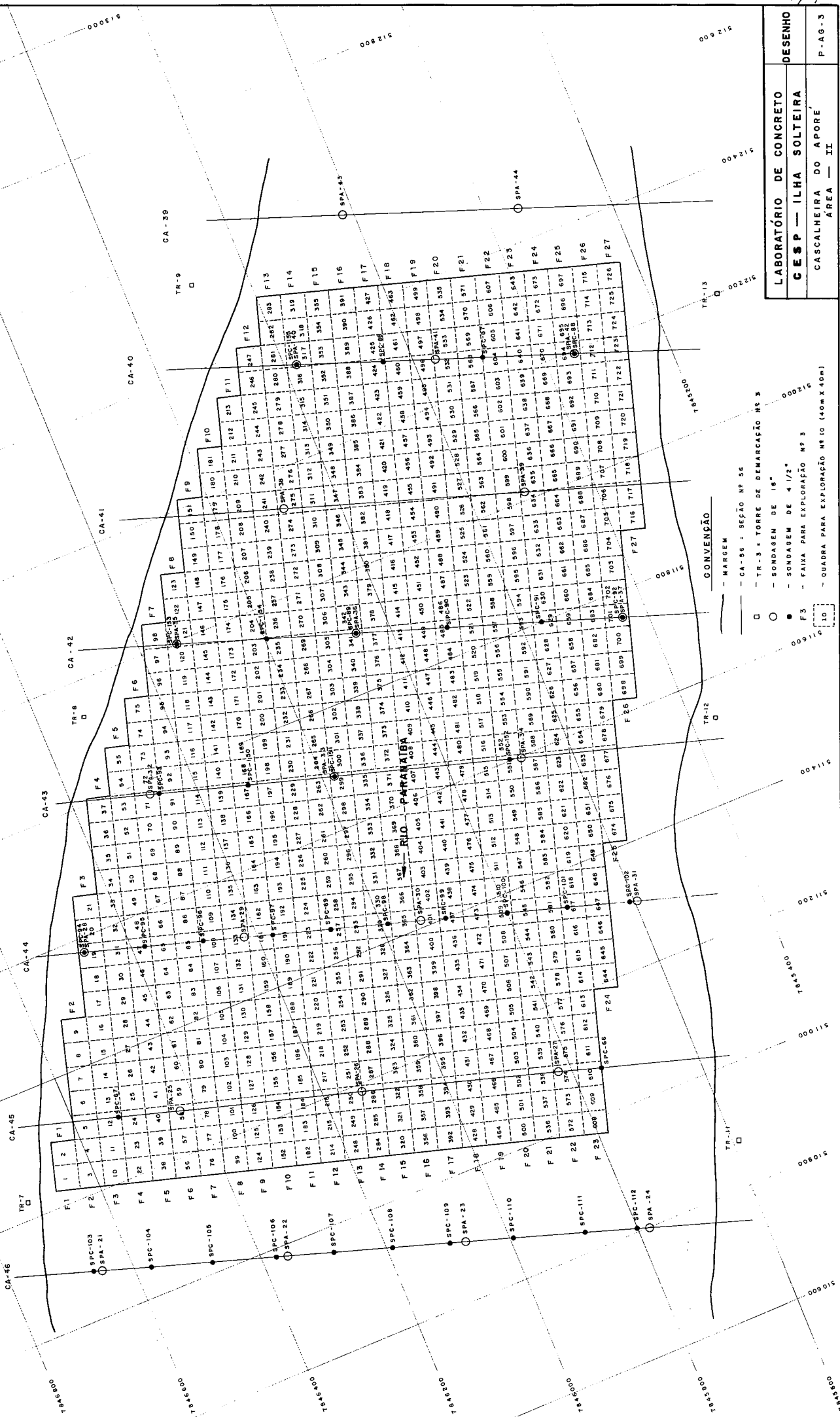
LEGENDA

- — ATIV. COM CIMENTO.
- △ — ATIV. COM CAL
- — ÁGUA REQUERIDA
- — — MÉDIA

POZOLANA UTILIZADAS NA DOSAGEM					
A	B	C	D	E	
2,43					
8,05					
2,8					
8686					
22,8					
26,8					
0,162					
0,100					
101,2					
0,001					
103,9					
89,5					
89,0					
0,019					
0,60					
1,76					
66,40					
25,36					
5,44					
1,01					
-					
30,80					
97,20					
0,200					

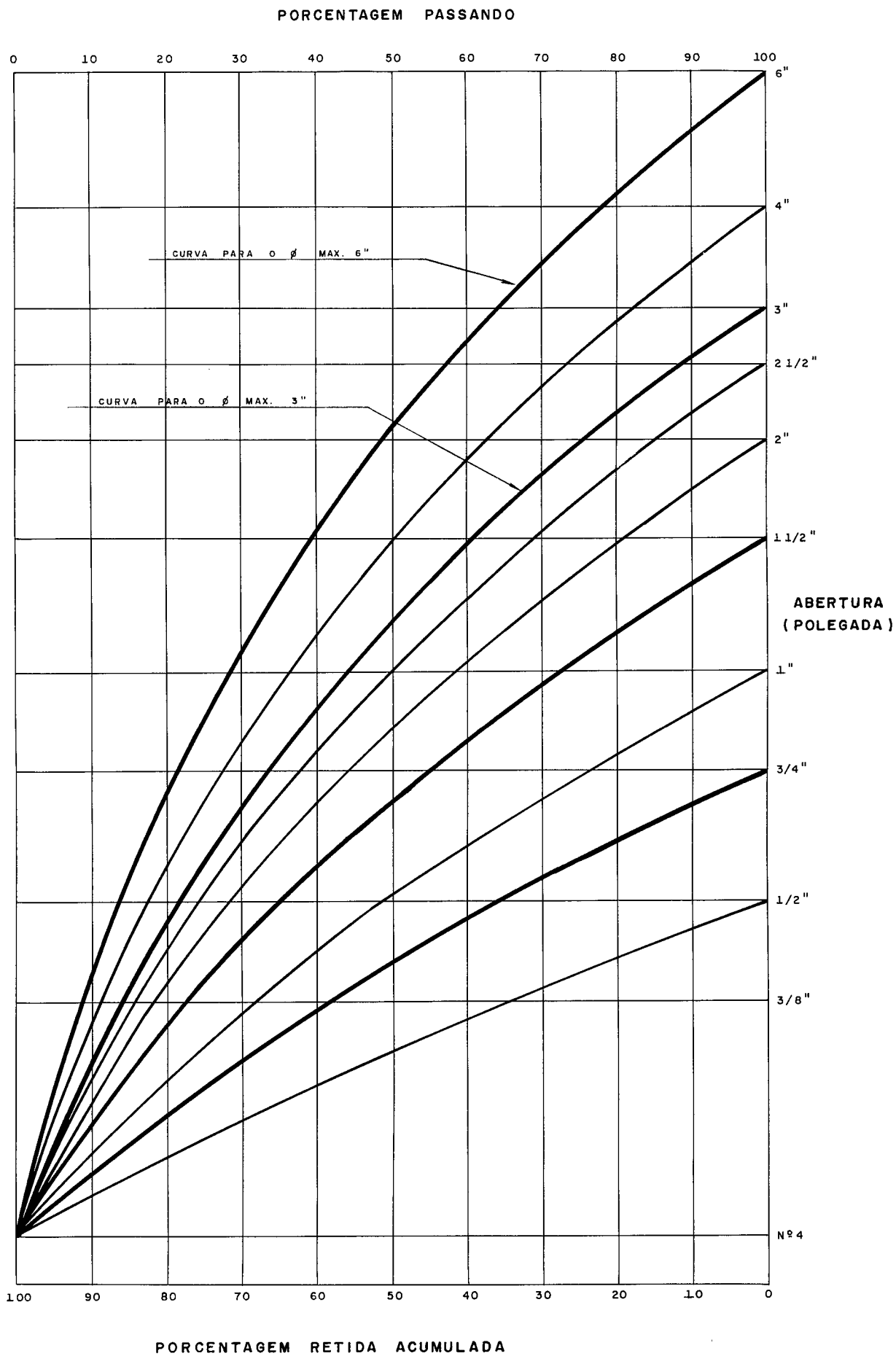
DADOS		ESTATÍSTICOS	
MÉDIA	D. PADRÃO	C. VARIACAO	
2,51	0,035	1,4	
6,5	1,7	27,0	
2,6	0,12	4,6	
8908	435	4,8	
22,4	0,21	0,9	
26,5	0,6	2,2	
0,109	0,022	20,9	
0,065	0,011	16,9	
100,7	2,39	2,3	
-0,001	0,0026	2,60	
104,0	1,37	1,3	
90,8	6,07	6,6	
82	6,8	8,3	
0,015	0,007	46,66	
0,22	0,14	64,7	
1,26	0,48	38,8	
66,42	1,5	2,25	
24,66	1,3	5,27	
5,24	0,24	4,58	
1,57	0,45	28,6	
-			
29,91	1,2	4,01	
96,33	0,56	0,58	





LABORATÓRIO DE CONCRETO		DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA		
CASCAVELHEIRA DO APORE		P-AQ-3
ÁREA — II		

- CONVENÇÃO
- — MARCEN
 - — CA-56 + SEÇÃO Nº 56
 - — TR-3 + TORRE DE DEMARCAÇÃO Nº 3
 - — SONDAGEM DE 18"
 - — SONDAGEM DE 4 1/2"
 - F3 — FAIXA PARA EXPLORAÇÃO Nº 3
 - 10 — QUADRA PARA EXPLORAÇÃO Nº 10 (40m X 40m)



DADOS GERAIS

DOSAGEM	AV-1
ϕ Max (mm)	19
A/CEQ.	0,50
IDADE (DIAS)	3

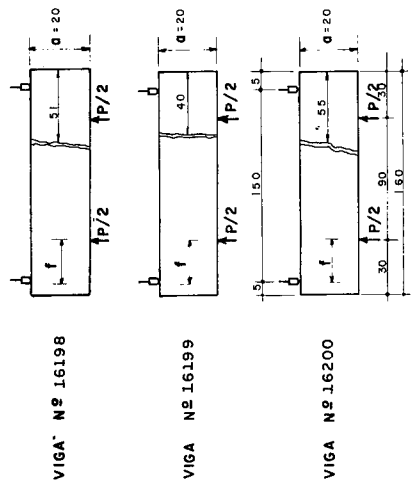
DADOS DO ENSAIO

LEGENDA	VIGA Nº	PÊSO (Kg)	TENSÃO DE RUPTURA (Kg/cm ²)		DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA x 10 ⁶	
			MÁXIMA	95 %	MÁXIMA	95 %
Δ	16198	151,0	17,44	16,57	-	82
○	16199	152,0	16,99	16,14	-	74
●	16200	151,0	17,33	16,46	-	84
—	MÉDIA	151,3	17,25	16,39	-	80

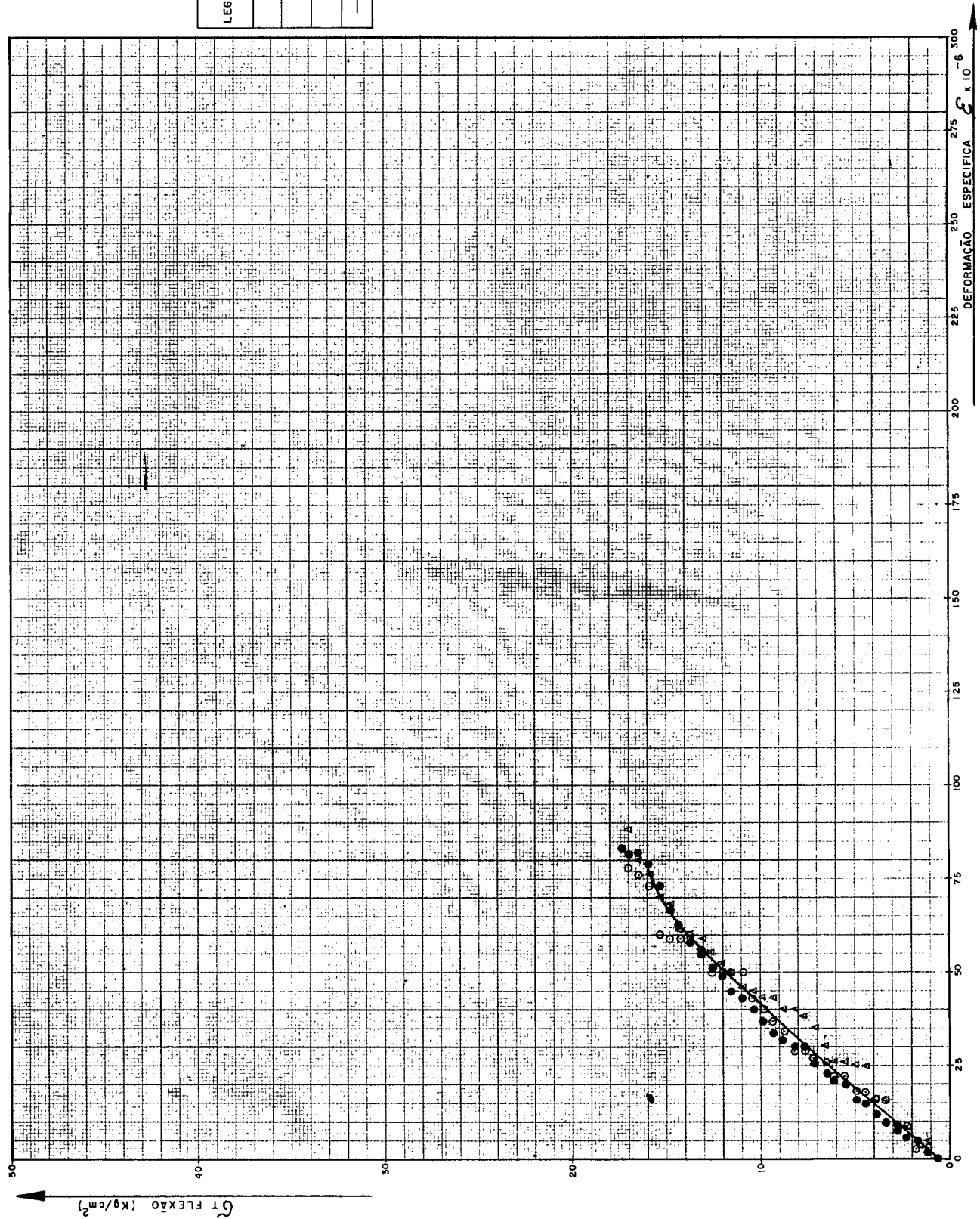
TENSÃO MÉDIA DE TRAÇÃO POR RUPTURA DIAMETRAL — CONCRETO PENEIRADO Kg/cm ²	10,1
--	------

VELOCIDADE DE CARREGAMENTO (MÉDIA) = 0,22kg/cm2/min.

LOCAL DA RUPTURA (medidas em cm).



LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA.	
TENSÃO DE TRAÇÃO POR FLEXÃO	V-AV-1-3
CAPACIDADE DE DEFORMAÇÃO VIGAS.	



DADOS GERAIS

DOSAGEM	AV-1
ϕ Max (mm)	19
A/CEQ.	0,50
IDADE (DIAS)	7

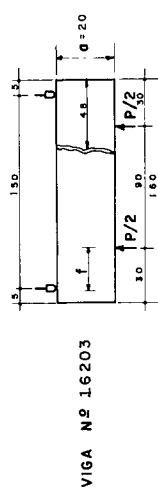
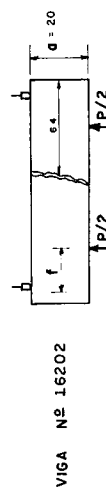
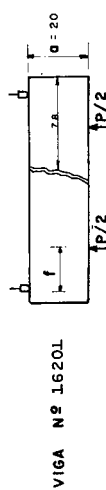
DADOS DO ENSAIO

LEGENDA	VIGA Nº	PESO (Kg)	TENSÃO DE RUPTURA (Kg/cm ²)		DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA x 10 ⁶	
			MAXIMA	95 %	MAXIMA	95 %
Δ	16201	158,0	24,38	23,16	-	81
○	16202	152,0	26,91	25,56	-	84
●	16203	151,8	25,15	23,89	-	88
—	MÉDIA	151,93	25,48	24,20	-	84

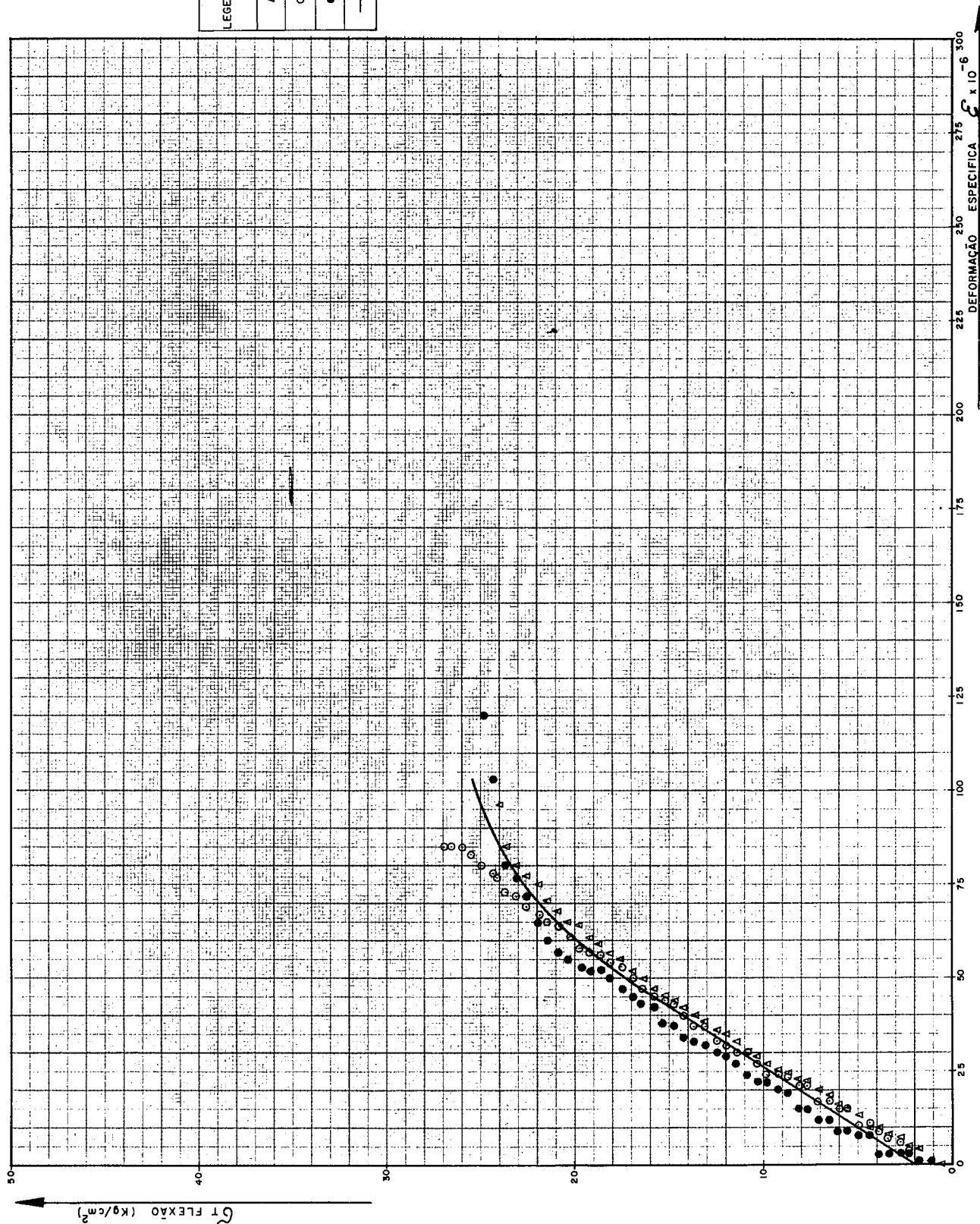
TENSÃO MÉDIA DE TRACÇÃO POR RUPTURA DIAMETRAL — CONCRETO PENERADO Kg/cm ²	18,5
--	------

VELOCIDADE DE CARREGAMENTO (MÉDIA) = 0,22kg/cm²/min.

LOCAL DA RUPTURA (medidas em cm).



LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA.	
TENSÃO DE TRACÇÃO POR FLEXÃO	V-AV-1-7
CAPACIDADE DE DEFORMAÇÃO VIGAS.	



DADOS GERAIS

DOSAGEM	AV-1
ϕ Max (mm)	19
A/CEQ.	0,50
IDADE (DIAS)	28

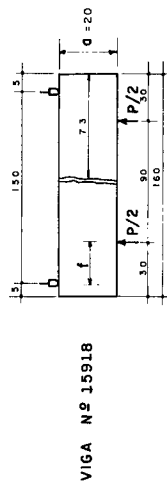
DADOS DO ENSAIO

LEGENDA	VIGA Nº	PÊSO (Kg)	TENSÃO DE RUPTURA (Kg/cm^2)		DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA $\times 10^6$	
			MÁXIMA	95 %	MÁXIMA	95 %
Δ	15916	163,0	27,45	26,08	-	97
$\circ$	15917	153,0	28,77	27,33	-	142
$\bullet$	15918	153,0	32,62	30,99	-	111
—	MÉDIA	156,0	29,61	28,13	-	117

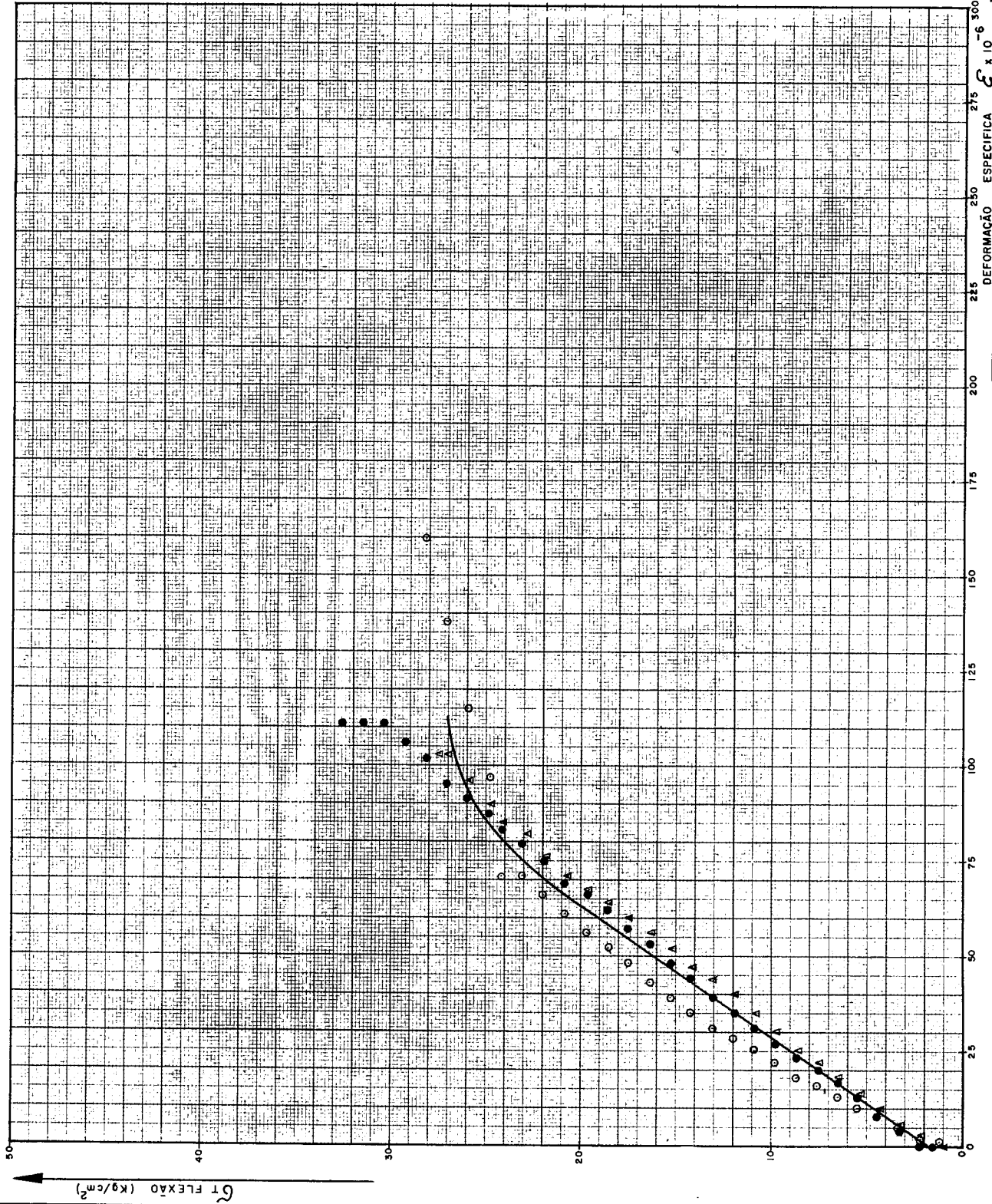
TENSÃO MÉDIA DE TRAÇÃO POR RUPTURA DIAMETRAL — CONCRETO PENEIRADO Kg/cm^2	30,9
--	------

VELOCIDADE DE CARREGAMENTO (MÉDIA) = 0,22 $\text{kg/cm}^2/\text{min}$.

LOCAL DA RUPTURA (medidas em cm).



LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA.	
TENSÃO DE TRAÇÃO POR FLEXAÇÃO	
CAPACIDADE DE DEFORMAÇÃO VIGAS.	V-AV-1-28



DADOS GERAIS

DOSAGEM	AV-1
ϕ Max (mm)	19
A/CEQ.	0,50
IDADE (DIAS)	90

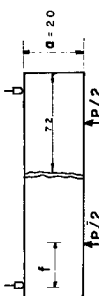
DADOS DO ENSAIO

LEGENDA	VIGA Nº	PÊSO (Kg)	TENSÃO DE RUPTURA (Kg/cm ²)		DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA x 10 ⁶	
			MAXÍMA	95 %	MAXÍMA	95 %
A	15919	137,0	42,16	40,00	-	134
O	15920	136,0	35,87	34,07	-	134
●	15921	136,0	37,82	35,93	-	159
—	MEDIA	136,0	38,62	36,67	-	142

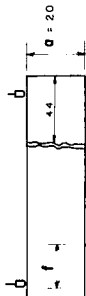
TENSÃO MÉDIA DE TRAÇÃO POR RUPTURA DIAMETRAL —	31,2
CONCRETO PENEIRADO Kg/cm ²	

VELOCIDADE DE CARREGAMENTO (MÉDIA) = 0,22kg/cm²/min.

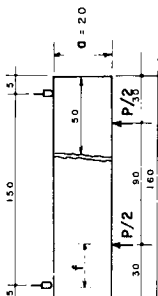
LOCAL DA RUPTURA (medidas em cm).



VIGA Nº 15919

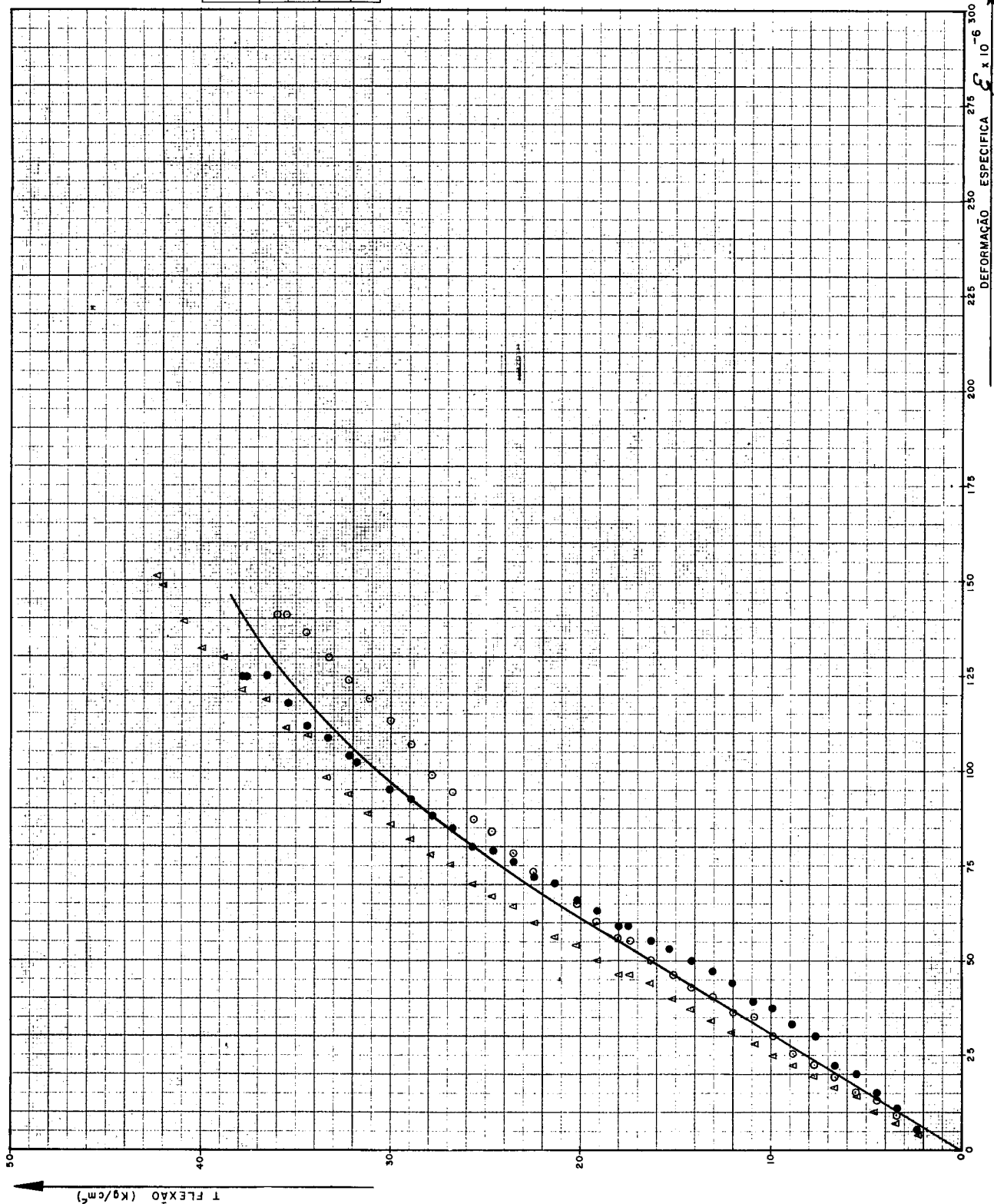


VIGA Nº 15920



VIGA Nº 15921

LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA.	
TENSÃO DE TRAÇÃO POR FLEXÃO	V-AV-1-90
CAPACIDADE DE DEFORMAÇÃO VIGAS.	



DADOS GERAIS

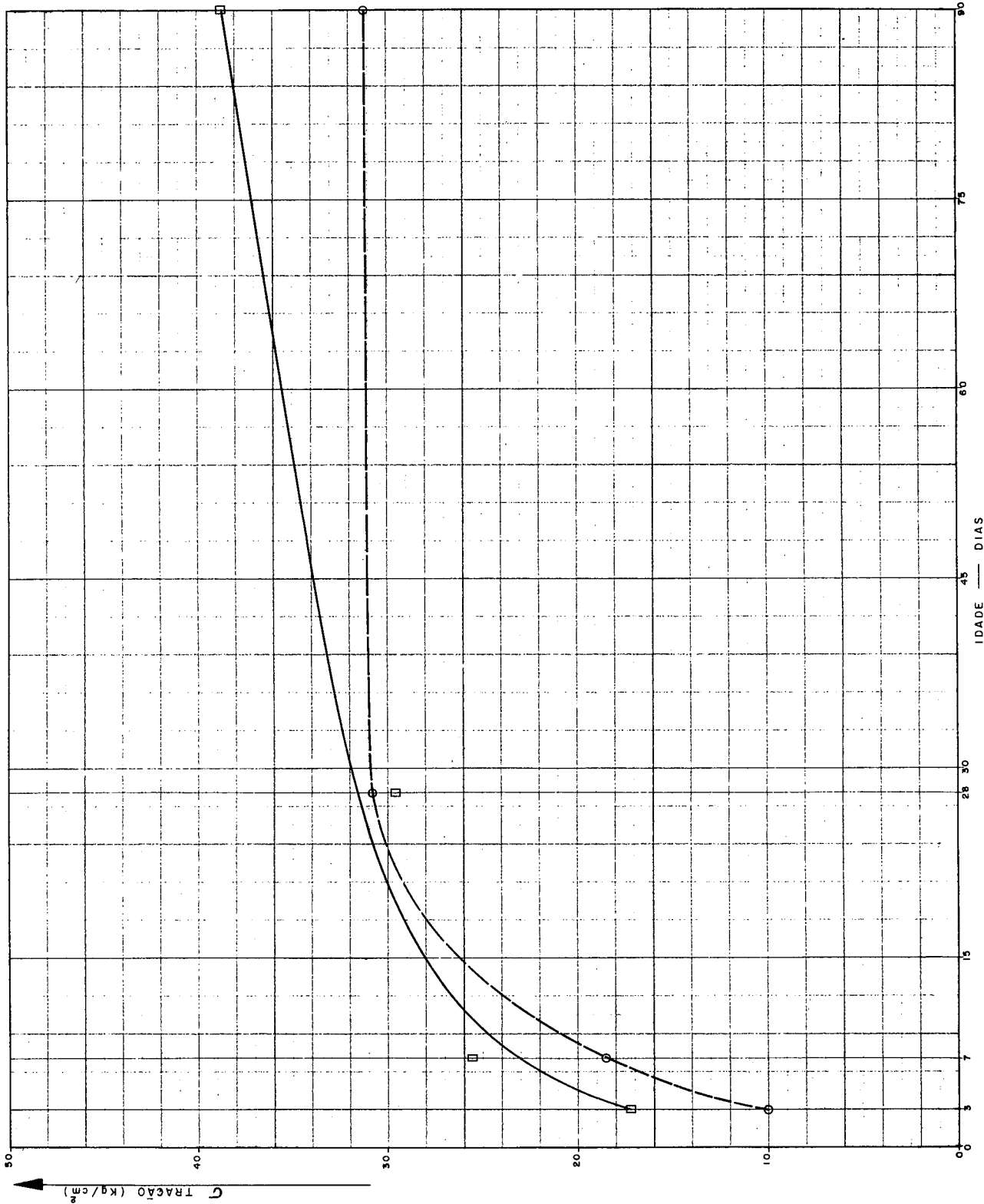
DOSAGEM	AV-1
Ø MAX. (mm)	19
A/C. EQ	0,50

DADOS DOS ENSAIOS

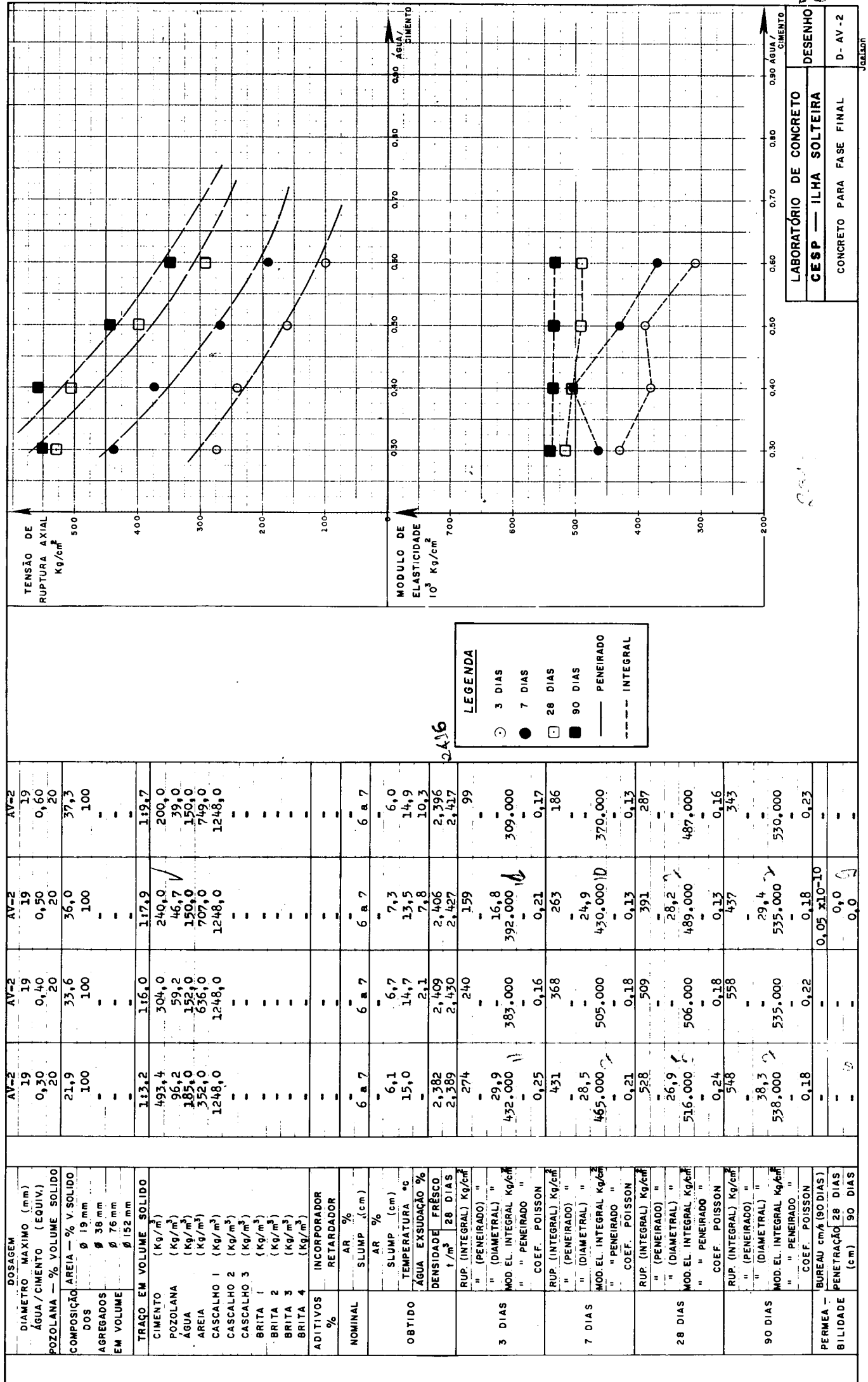
IDADE DIAS	TENSÃO NA COMPRESSÃO (Kg/cm ²)		TENSÃO NA FLEXÃO (Kg/cm ²)	
	INDIVIDUAL	MÉDIA	INDIVIDUAL	MÉDIA
3	10,4	10,1	17,44	17,25
	9,6		16,99	
	10,4		17,33	
7	18,4	18,5	24,38	25,48
	18,4		26,91	
	18,6		25,15	
28	32,6	30,9	27,45	29,61
	32,0		28,77	
	28,2		32,62	
90	32,5	31,2	42,16	38,62
	30,7		35,87	
	30,3		37,82	

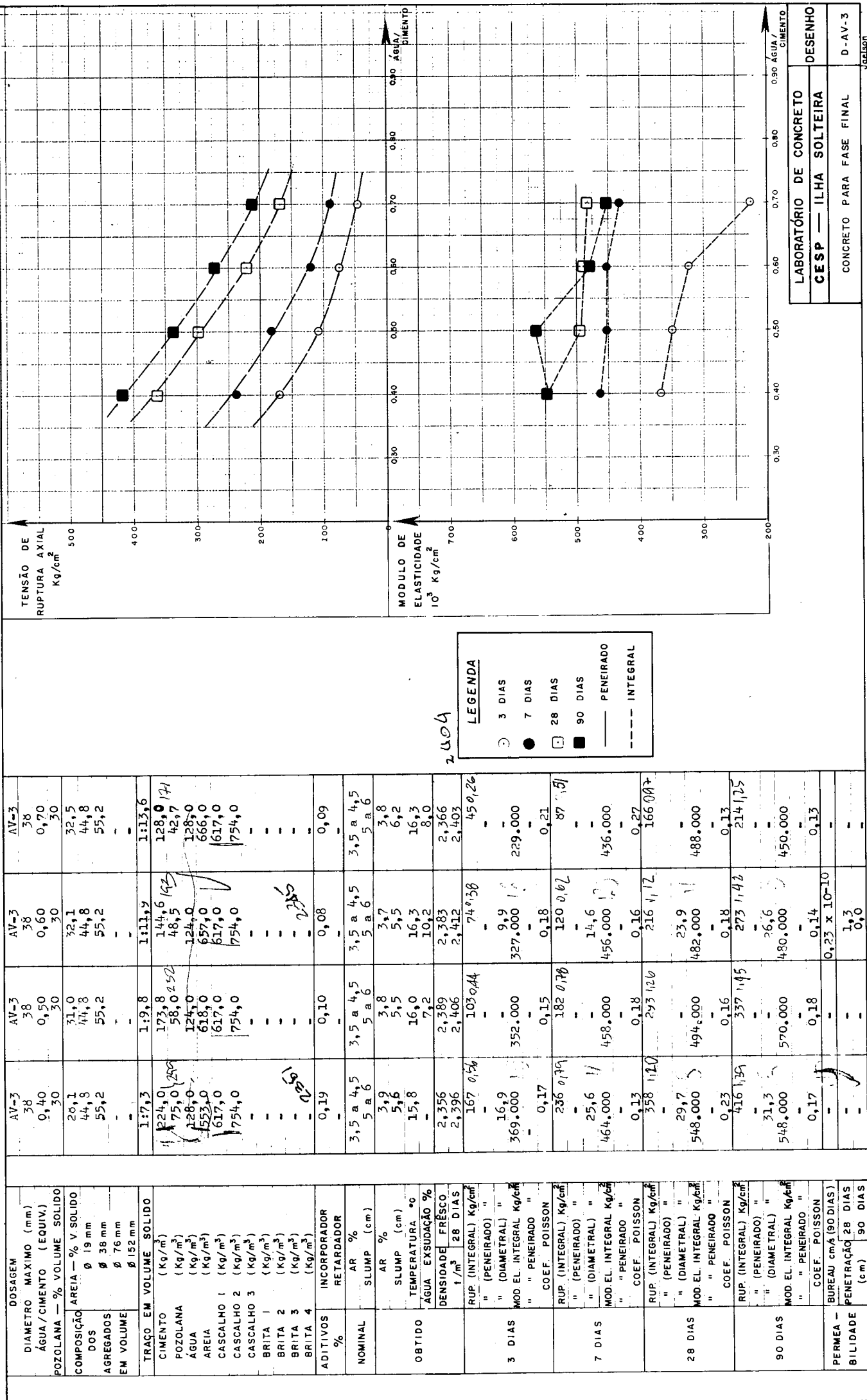
LEGENDA

- TRACÃO NA FLEXÃO
○ TRACÃO NA COMPRESSÃO



LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA	
TENSÃO DE TRACÃO POR FLEXÃO E POR COMPRESSÃO.	TTAV-L-50
EVOLUÇÃO COM IDADE	





DADOS GERAIS

DOSAGEM	AV-3
ϕ Max (mm)	38
A/CEQ.	0,40
IDADE (DIAS)	3

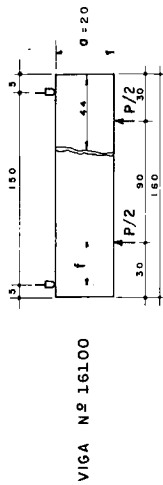
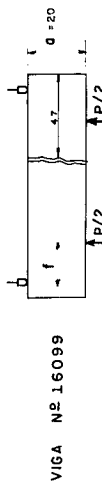
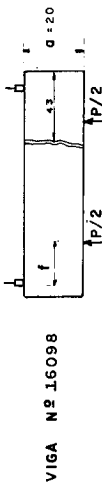
DADOS DO ENSAIO

LEGENDA	VIGA Nº	PÊSO (Kg)	TENSÃO DE RUPTURA (Kg/cm ²)		DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA x 10 ⁶	
			MÁXIMA	95 %	MÁXIMA	95 %
Δ	16098	150,6	18,77	17,83	-	67
○	16099	150,6	21,54	20,46	-	69
●	16100	151,0	19,99	18,99	-	77
—	MÉDIA	150,7	20,10	19,10	-	71

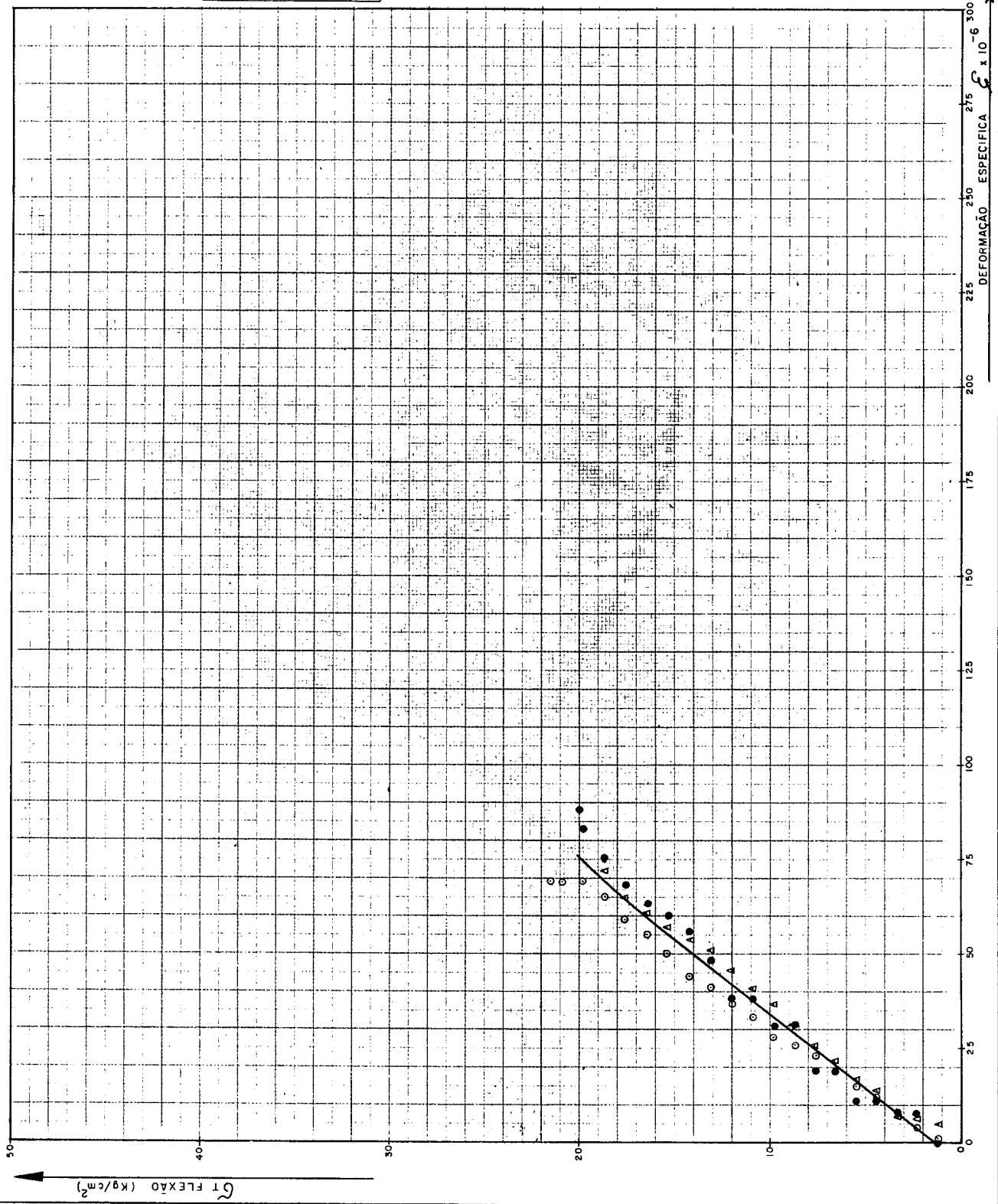
TENSÃO MÉDIA DE TRAÇÃO POR RUPTURA DIAMETRAL — CONCRETO PENEIRADO Kg/cm ²	13,5
--	------

VELOCIDADE DE CARREGAMENTO (MÉDIA) = 0,22 kg/cm²/min.

LOCAL DA RUPTURA (medidas em cm).



LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA.	
TENSÃO DE TRAÇÃO POR FLEXÃO	
CAPACIDADE DE DEFORMAÇÃO VIGAS.	
V-AV-3-3	



DADOS GERAIS

DOSAGEM	AV-3
ϕ Max (mm)	38
A/CEQ.	0,40
IDADE (DIAS)	7

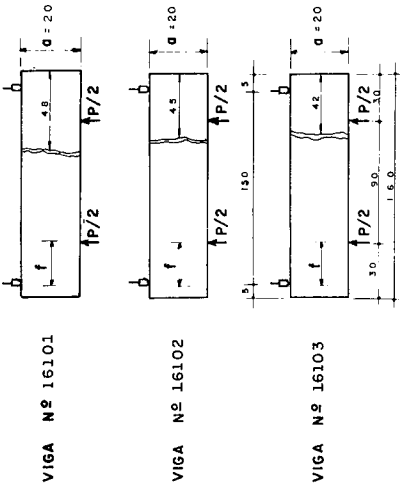
DADOS DO ENSAIO

LEGENDA	VIGA Nº	PÊSO (Kg)	TENSÃO DE RUPTURA (Kg/cm ²)		DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA $\times 10^6$	
			MÁXIMA 95 %	MÁXIMA 95 %	MÁXIMA 95 %	MÁXIMA 95 %
Δ	16101	153,0	28,66	27,23	-	105
$\circ$	16102	152,2	28,45	27,03	-	72
$\bullet$	16103	151,0	24,94	23,69	-	87
—	MÉDIA	152,1	27,35	25,98	-	88

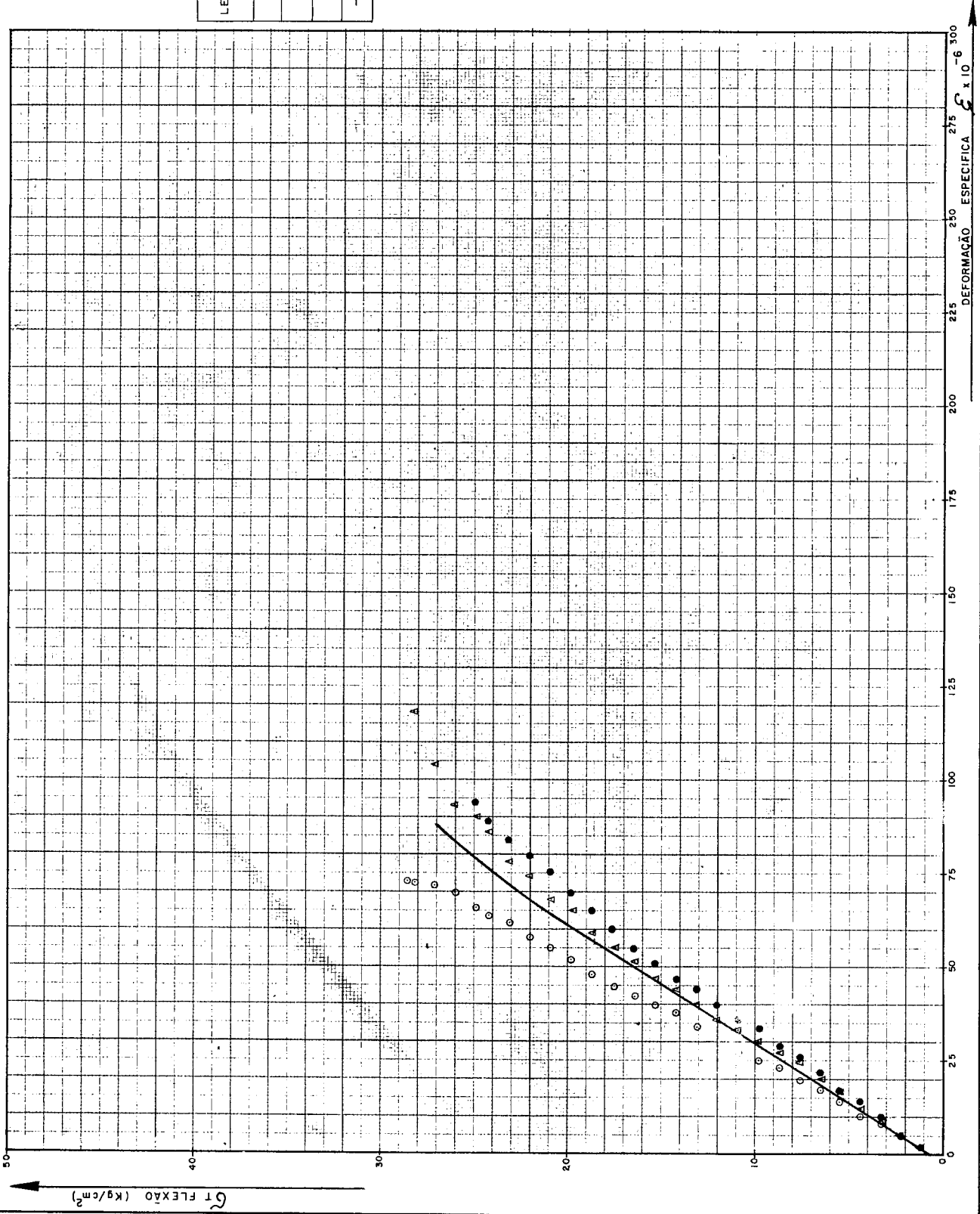
TENSÃO MÉDIA DE TRAÇÃO POR RUPTURA DIAMETRAL — CONCRETO PENEIRADO Kg/cm ²	23,4
--	------

VELOCIDADE DE CARREGAMENTO (MÉDIA) = 0,22 kg/cm²/min.

LOCAL DA RUPTURA (medidas em cm).



LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA.	
TENSÃO DE TRAÇÃO POR FLEXÃO	V-AV-3-7
CAPACIDADE DE DEFORMAÇÃO VIGAS.	



DADOS GERAIS

DOSAGEM	AV-3
ϕ Max (mm)	38
A/CEQ.	0,40
IDADE (DIAS)	28

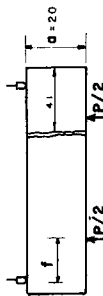
DADOS DO ENSAIO

LEGENDA	VIGA Nº	PÊSO (Kg)	TENSÃO DE RUPTURA (Kg/cm ²)		DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA x 10 ⁶	
			MAXÍMA	95 %	MAXÍMA	95 %
Δ	15696	158,6	33,88	32,18	-	88
○	15697	155,0	31,94	30,34	-	138
●	15698	156,0	33,90	32,20	-	90
—	MÉDIA	156,5	33,24	31,58	-	105

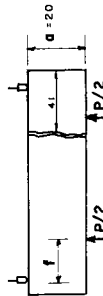
TENSÃO MÉDIA DE TRAÇÃO POR RUPTURA DIAMETRAL — CONCRETO PENETRADO Kg/cm ²	26,8
--	------

VELOCIDADE DE CARREGAMENTO (MÉDIA) = 0,22 kg/cm²/min

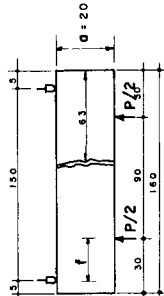
LOCAL DA RUPTURA (medidas em cm).



VIGA Nº 15696

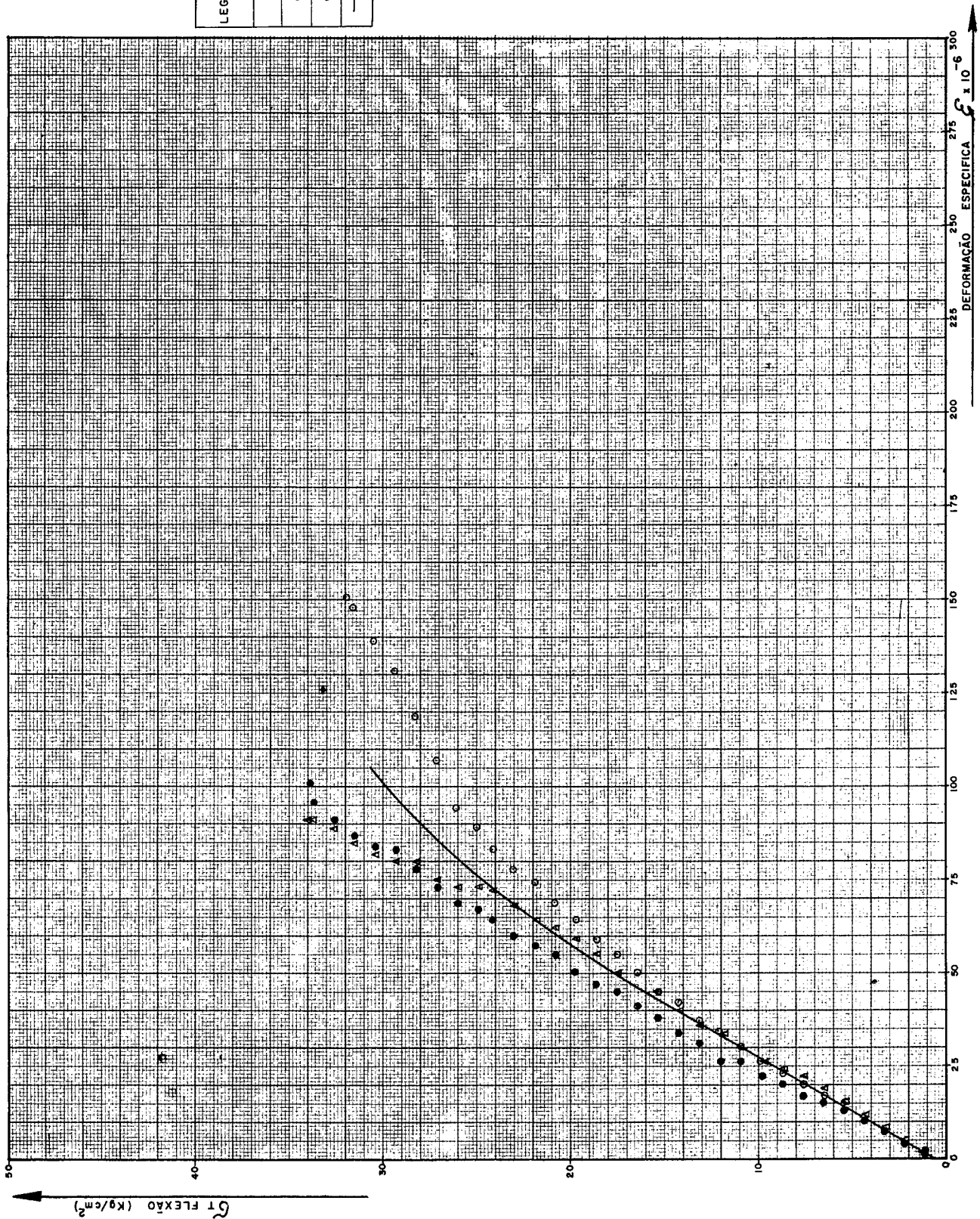


VIGA Nº 15697



VIGA Nº 15698

LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA.	
TENSÃO DE TRAÇÃO POR FLEXÃO	V-AV-3-28
CAPACIDADE DE DEFORMAÇÃO VIGAS.	



DADOS GERAIS

DOSAGEM	AV-3
Ø Max (mm)	38
A/CEQ.	0,40
IDADE (DIAS)	90

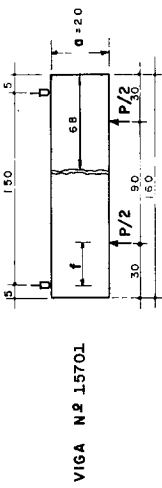
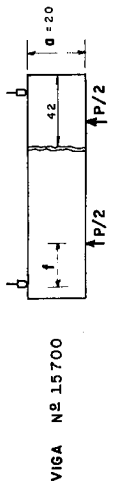
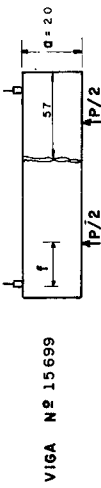
DADOS DO ENSAIO

LEGENDA	VIGA Nº	PÊSO (Kg)	TENSÃO DE RUPTURA (Kg/cm²)		DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA x 10 ⁶	
			MÁXIMA	95 %	MÁXIMA	95 %
Δ	15699	154,2	44,48	42,25	-	117
○	15700	156,2	39,34	37,37	-	94
●	15701	155,8	42,39	40,27	-	130
—	MÉDIA	155,4	42,07	39,96	-	114

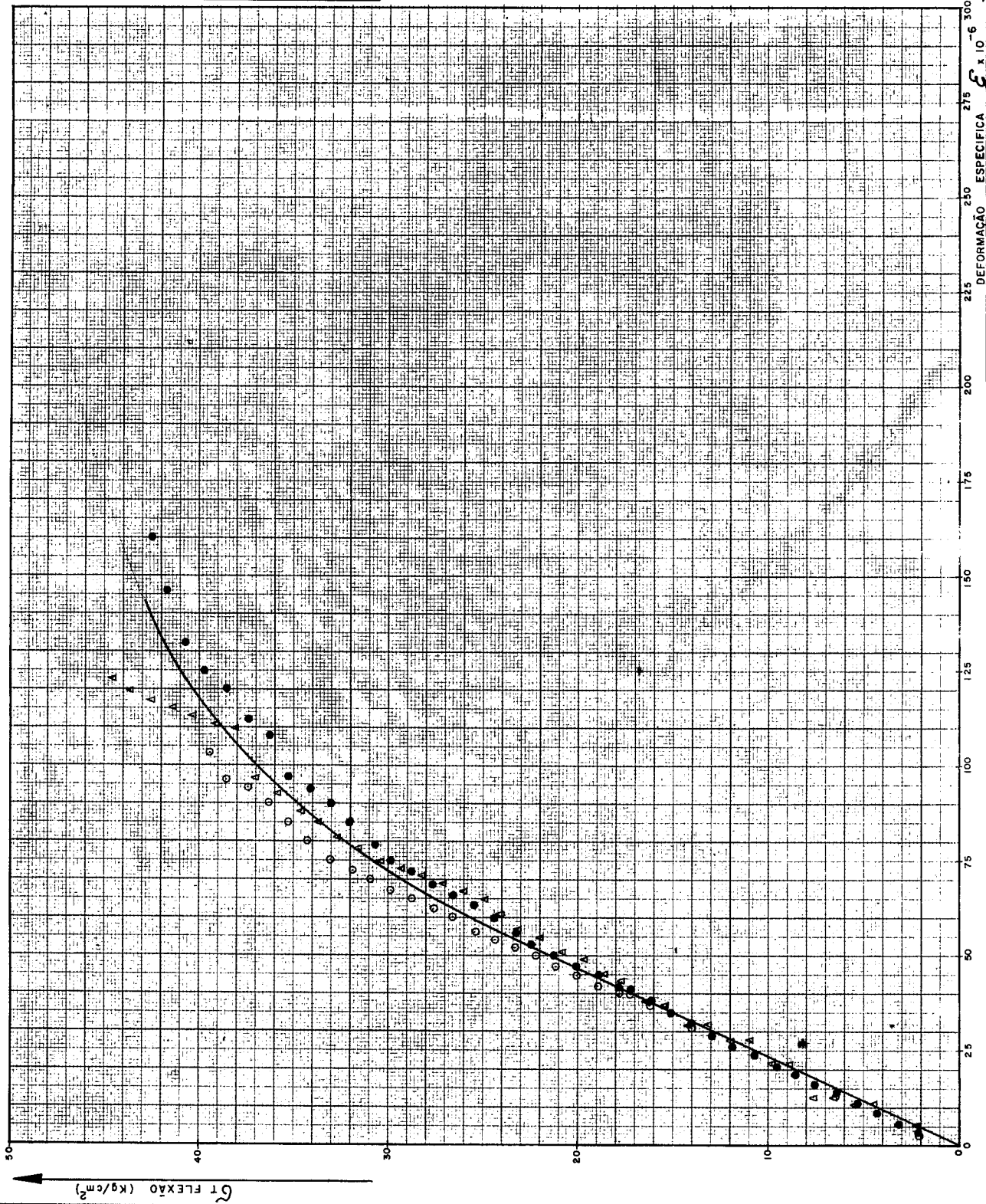
TENSÃO MÉDIA DE TRACÇÃO POR RUPTURA DIAMETRAL — CONCRETO PENEIRADO Kg/cm²	30,0
---	------

VELOCIDADE DE CARREGAMENTO (MÉDIA) = 0,22kg/cm²/min.

LOCAL DA RUPTURA (medidas em cm).



LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA.	
TENSÃO DE TRACÇÃO POR FLEXÃO	
CAPACIDADE DE DEFORMAÇÃO VIGAS.	V-AV-3-90



DADOS GERAIS

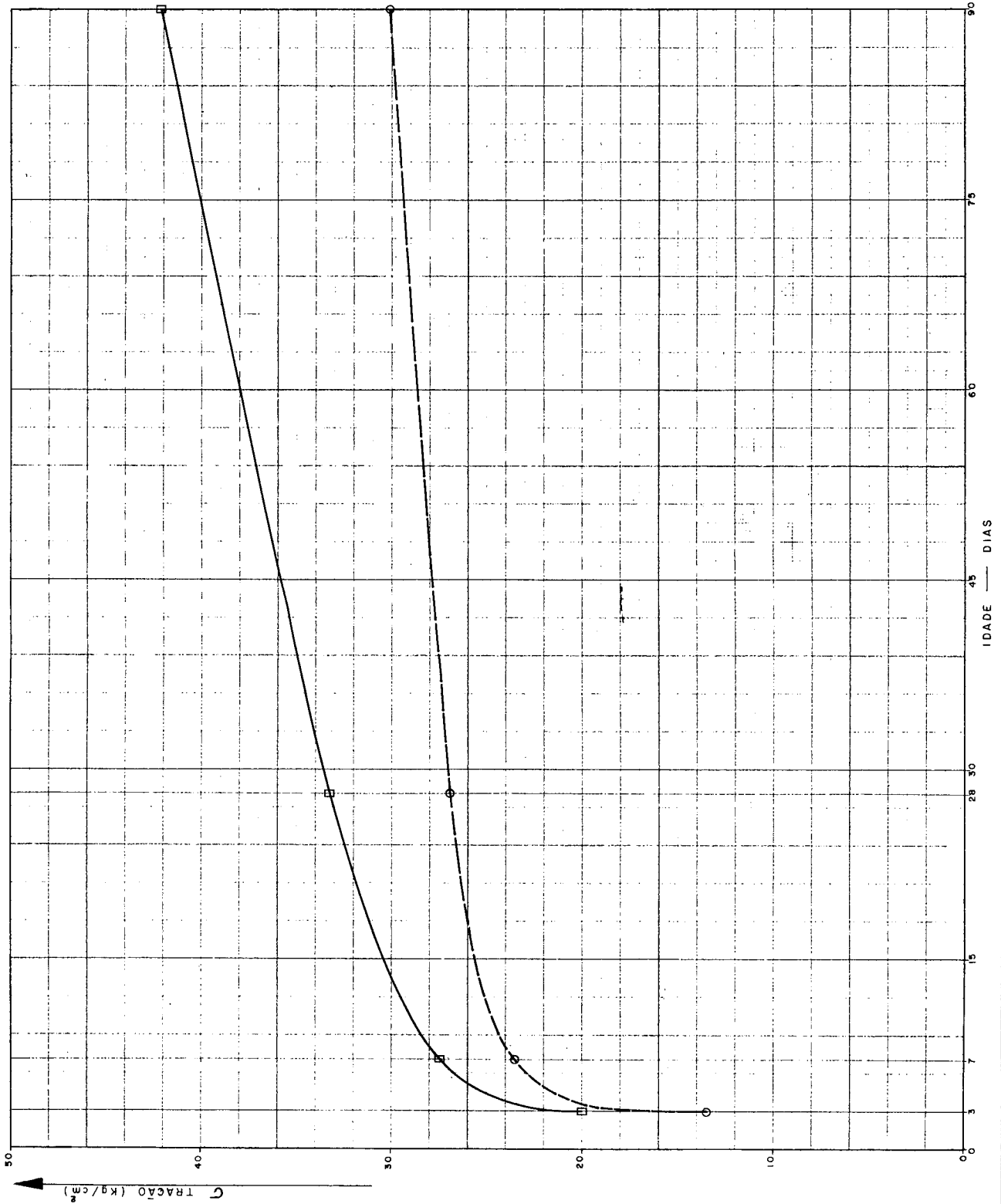
DOSAGEM	AV-3
Ø MAX. (mm)	38
A/C EQ	0,40

DADOS DOS ENSAIOS

IDADE DIAS	TENSÃO NA COMPRESSÃO (Kg/cm²)		TENSÃO NA FLEXÃO (Kg/cm²)	
	INDIVIDUAL	MÉDIA	INDIVIDUAL	MÉDIA
3	13,3	13,5	18,77	20,10
	13,4		21,54	
	13,7		19,89	
7	23,3	23,4	28,66	27,35
	23,2		28,45	
	23,7		24,94	
28	27,8	26,8	33,88	33,24
	25,6		31,94	
	27,1		33,90	
90	29,1	30,0	44,46	42,07
	29,7		39,34	
	31,1		42,39	

LEGENDA

- TRACÃO NA FLEXÃO
- TRACÃO NA COMPRESSÃO



DADOS GERAIS

DOSAGEM	AV-3
Ø Max (mm)	38
A/CEQ.	0,60
IDADE (DIAS)	3

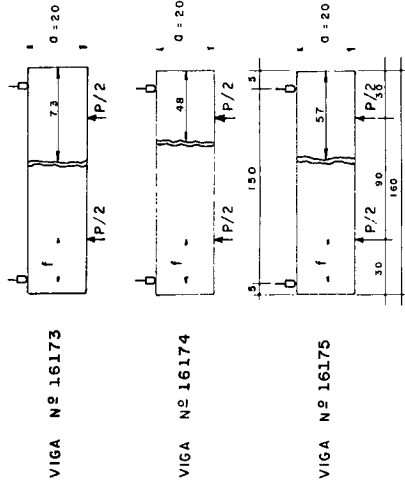
DADOS DO ENSAIO

LEGENDA	VIGA Nº	PÊSO (Kg)	TENSÃO DE RUPTURA (Kg/cm ²)		DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA x 10 ⁶	
			MAXIMA	95 %	MAXIMA	95 %
Δ	16173	155,0	11,10	10,55	-	48
○	16174	154,0	11,77	11,18	-	63
●	16175	152,4	9,80	9,31	-	55
—	MÉDIA	153,8	10,89	10,35	-	55

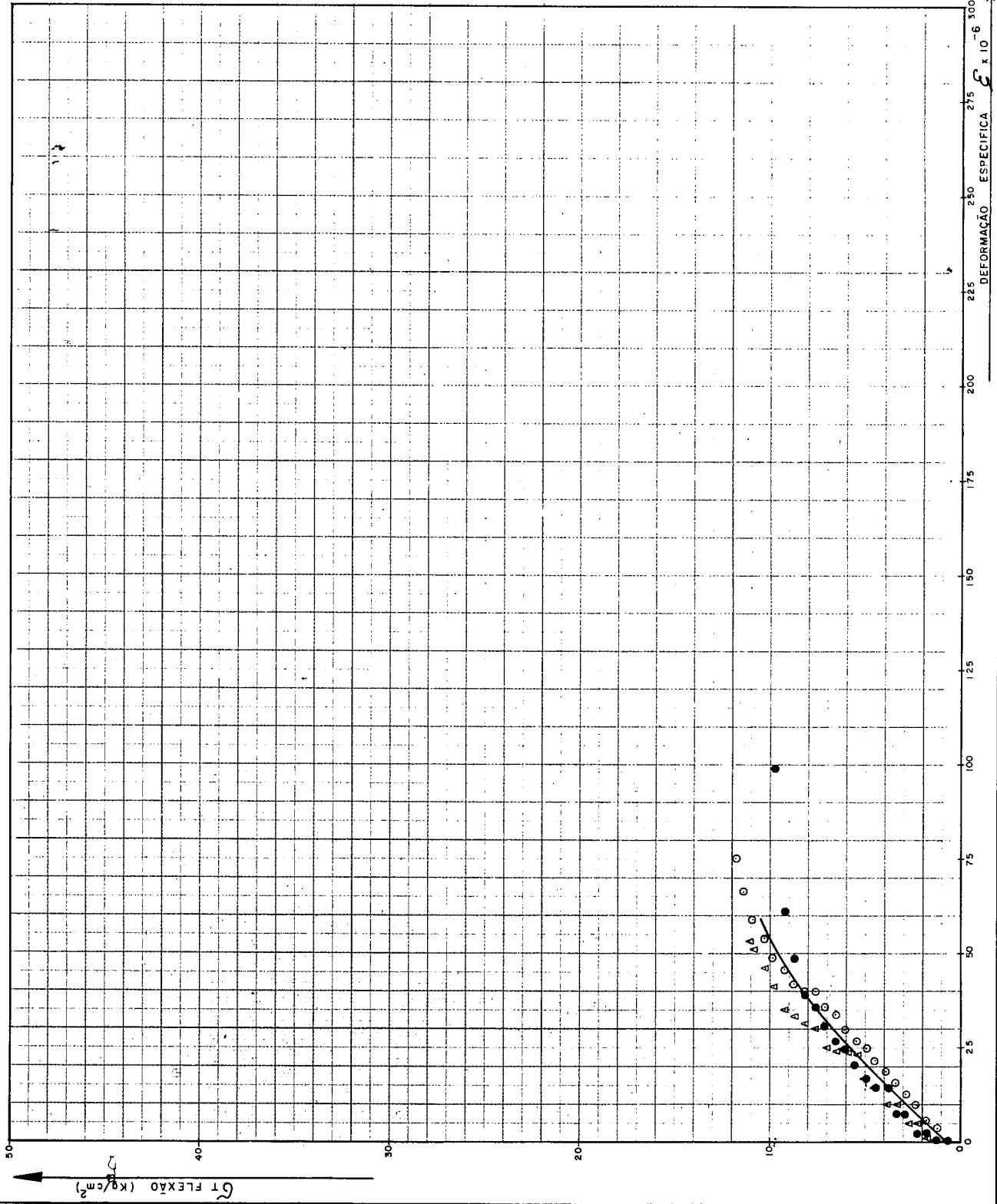
TENSÃO MÉDIA DE TRACÃO POR RUPTURA DIAMETRAL — CONCRETO PENEIRADO Kg/cm ²	6,2
--	-----

VELOCIDADE DE CARREGAMENTO (MÉDIA) = 0,22kg/cm²/min.

LOCAL DA RUPTURA (medidas em cm).



LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA.	
TENSÃO DE TRACÃO POR FLEXÃO	V-AV-33/1
CAPACIDADE DE DEFORMAÇÃO VIGAS.	



DADOS GERAIS

DOSAGEM	AV-3
Ø Max (mm)	38
A/CEQ.	0,60
IDADE (DIAS)	7

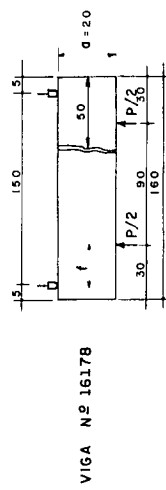
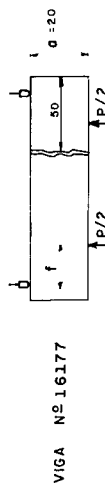
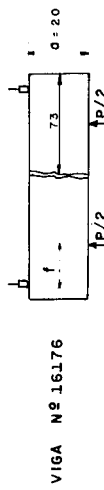
DADOS DO ENSAIO

LEGENDA	VIGA Nº	PÊSO (Kg)	TENSÃO DE RUPTURA (Kg/cm²)		DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA x 10 ⁶	
			MAXIMA	95 %	MAXIMA	95 %
Δ	16176	154,0	17,63	16,75	-	54
○	16177	149,2	13,71	13,02	-	63
●	16178	155,0	15,52	14,74	-	78
—	MÉDIA	152,7	15,62	14,84	-	65

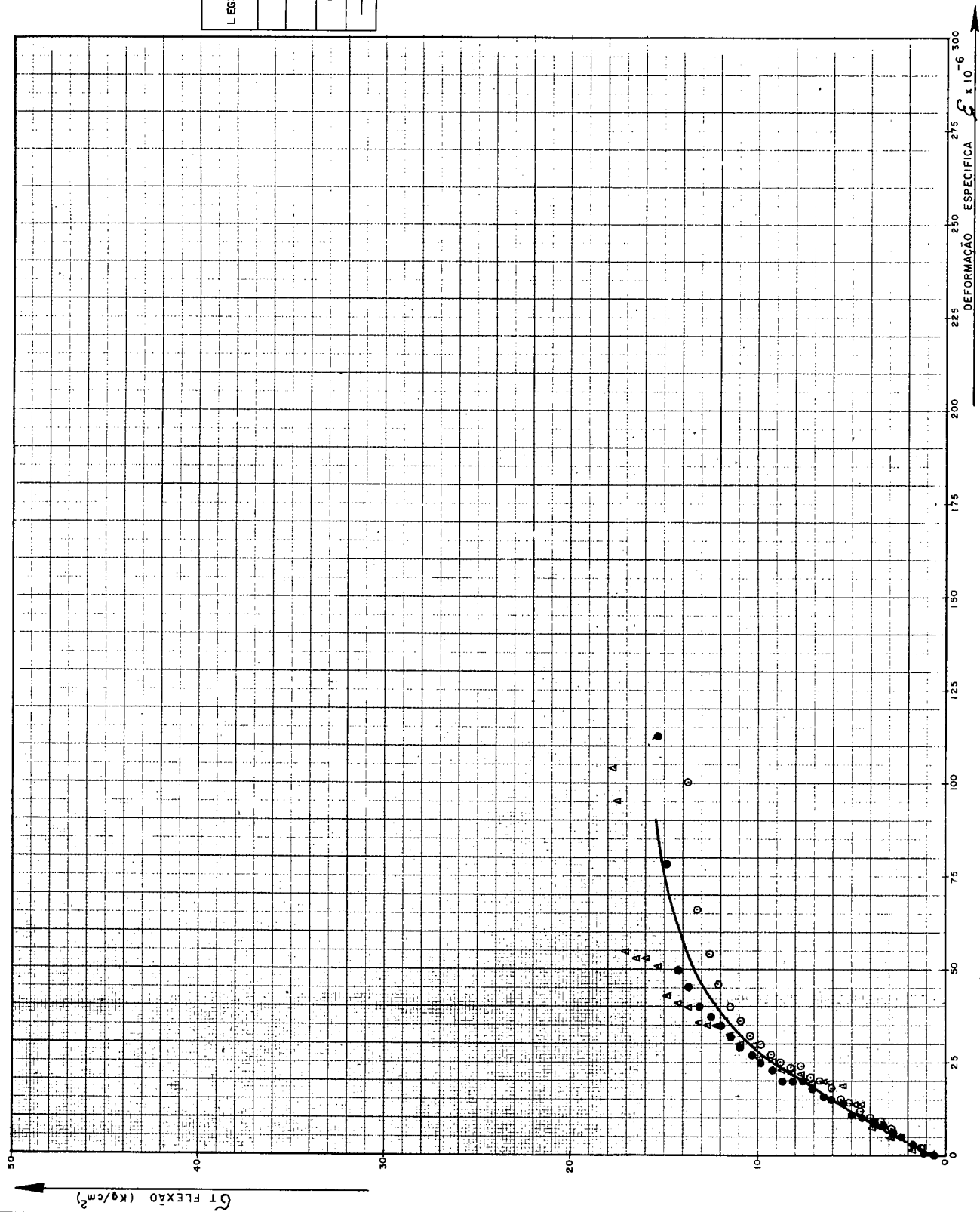
TENSÃO MÉDIA DE TRACÇÃO POR RUPTURA DIAMETRAL CONCRETO PENEIRADO Kg/cm²	15,0
---	------

VELOCIDADE DE CARREGAMENTO (MÉDIA) = 0,22 kg/cm²/min.

LOCAL DA RUPTURA (medidas em cm).



LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA.	
TENSÃO DE TRACÇÃO POR FLEXÃO	V-AV-3-7/1
CAPACIDADE DE DEFORMAÇÃO VIGAS.	



DADOS GERAIS

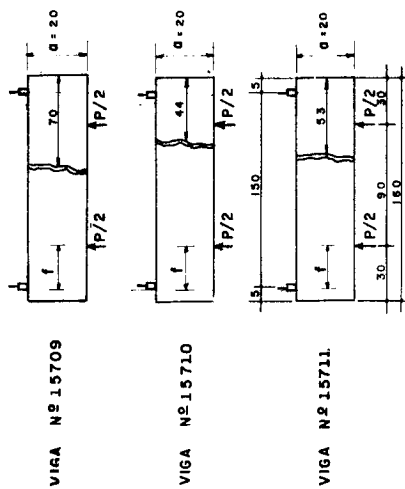
DOSAGEM	AV-3
ϕ Max (mm)	38
A/CEQ.	0,60
IDADE (DIAS)	28

DADOS DO ENSAIO

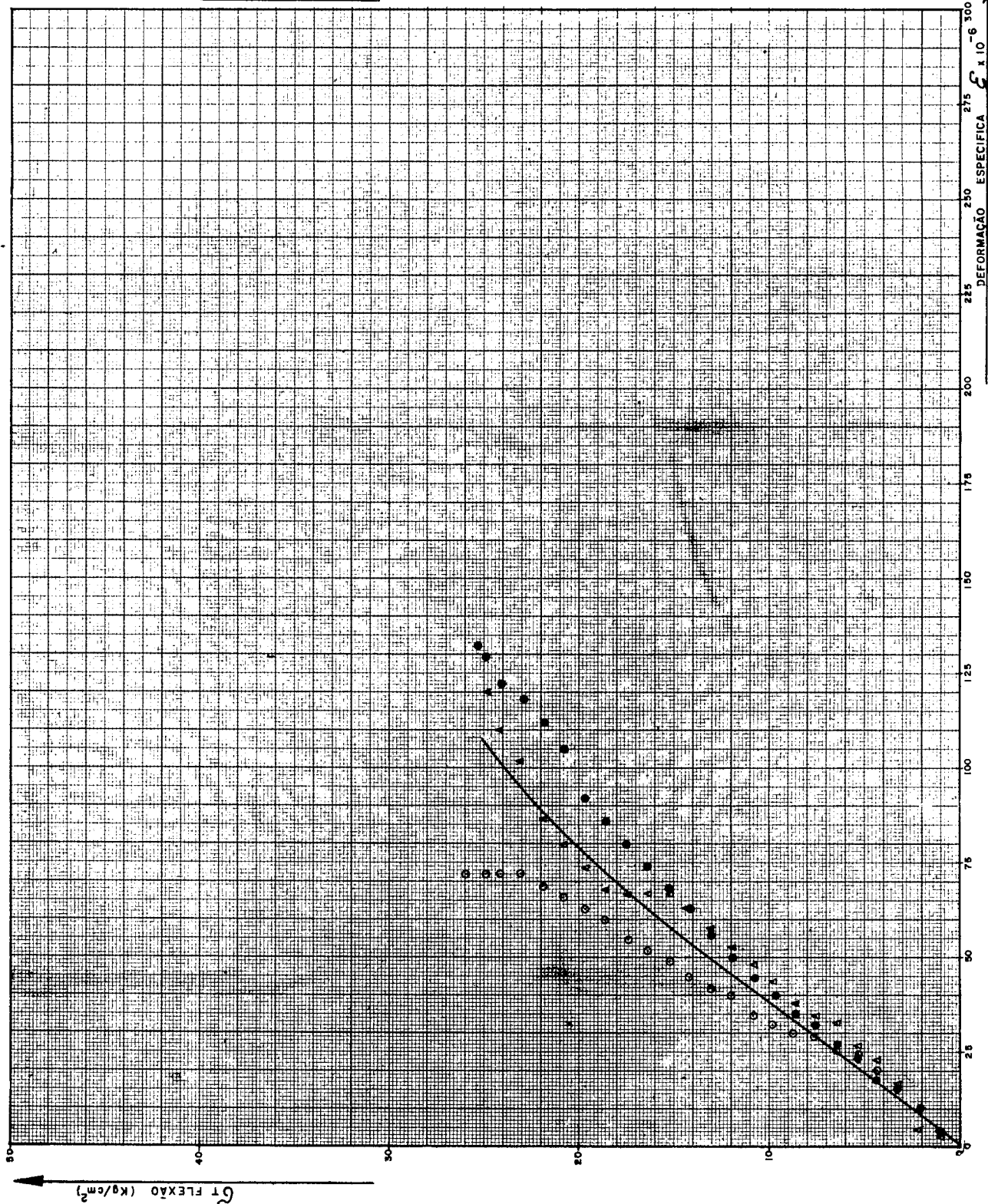
LEGENDA	VIGA Nº	PÊSO (Kg)	TENSÃO DE RUPTURA (Kg/cm ²)		DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA x 10 ⁶	
			MÁXIMA	95 %	MÁXIMA	95 %
Δ	15709	154,2	26,89	25,55	-	127
○	15710	154,8	25,86	24,60	-	72
●	15711	155,6	25,33	24,06	-	122
—	MÉDIA	154,9	26,04	24,74	-	107

TENSÃO MÉDIA DE TRAÇÃO POR RUPTURA DIAMETRAL — CONCRETO PENEIRADO Kg/cm ²	25,6
--	------

VELOCIDADE DE CARREGAMENTO (MÉDIA) = 0,33kg/cm2/min.,
LOCAL DA RUPTURA (medidas em cm).



LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA.	
TENSÃO DE TRAÇÃO POR FLEÇÃO	
CAPACIDADE DE DEFORMAÇÃO VIGAS.	V-AV-3-28/1



DADOS GERAIS

DOSAGEM	AV-3
ϕ Max (mm)	38
A/CEQ.	0,60
IDADE (DIAS)	90

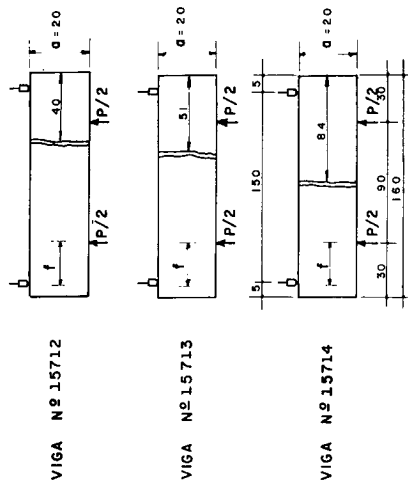
DADOS DO ENSAIO

LEGENDA	VIGA Nº	PÊSO (Kg)	TENSÃO DE RUPTURA (Kg/cm ²)		DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA	
			MAXIMA	95 %	MAXIMA	95 %
Δ	15712	157,0	35,63	33,85	-	96
$\circ$	15713	154,0	30,01	28,51	-	131
$\bullet$	15714	156,0	30,21	28,69	-	84
—	MÉDIA	156,0	31,95	30,35	-	104

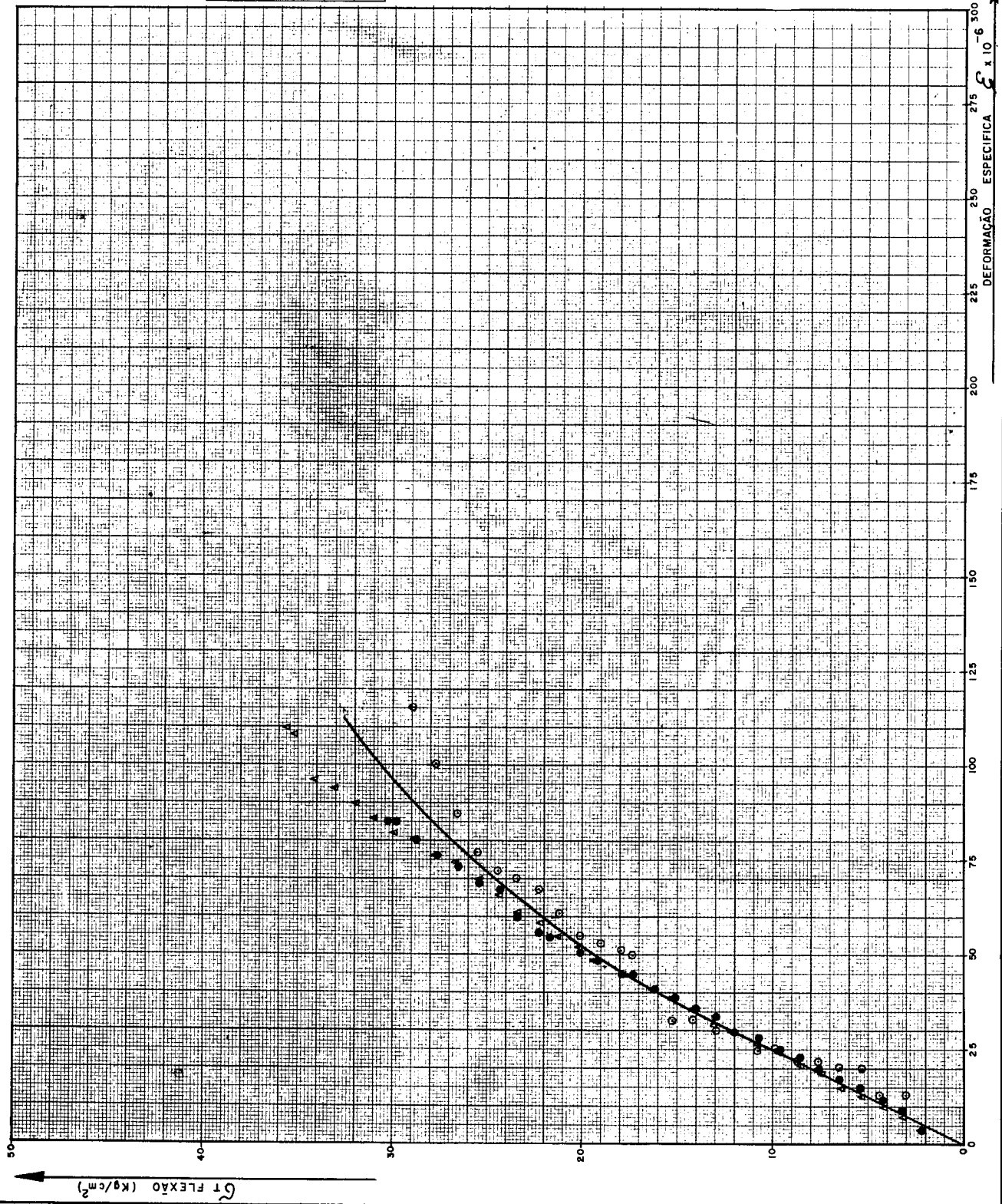
TENSÃO MÉDIA DE TRACÇÃO POR RUPTURA DIAMETRAL — CONCRETO PENEIRADO Kg/cm ²	25,7
---	------

VELOCIDADE DE CARREGAMENTO (MÉDIA) = 0,22 kg/cm2/min.

LOCAL DA RUPTURA (medidas em cm).



LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA.	
TENSÃO DE TRACÇÃO POR FLEXÃO	V-AV-3-90/1
CAPACIDADE DE DEFORMAÇÃO VIGAS.	



DADOS GERAIS

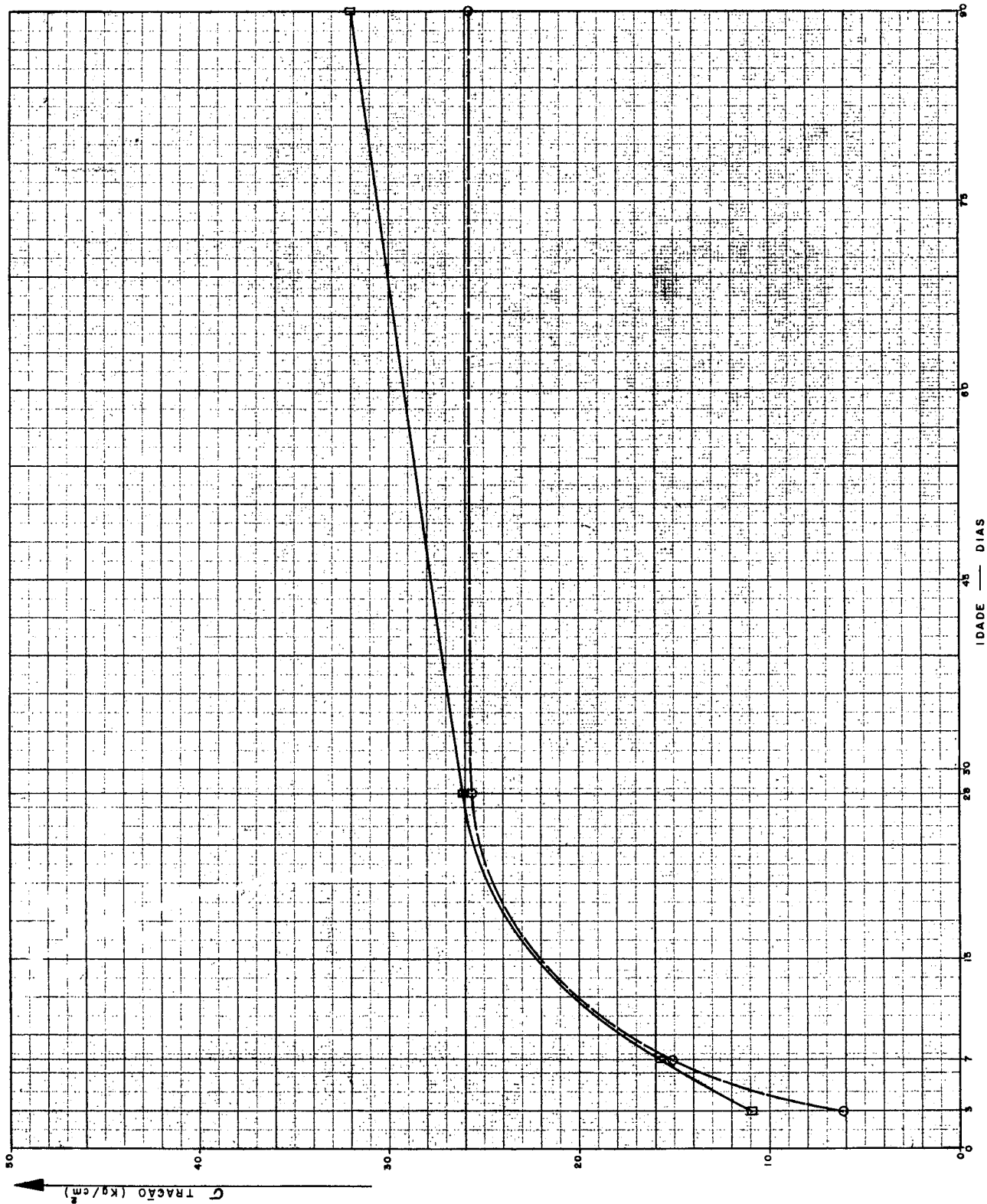
DOSAGEM	AV-3
Ø MAX. (mm)	38
A/C. EQ.	0,60

DADOS DOS ENSAIOS

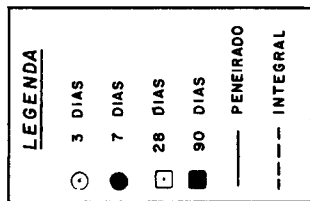
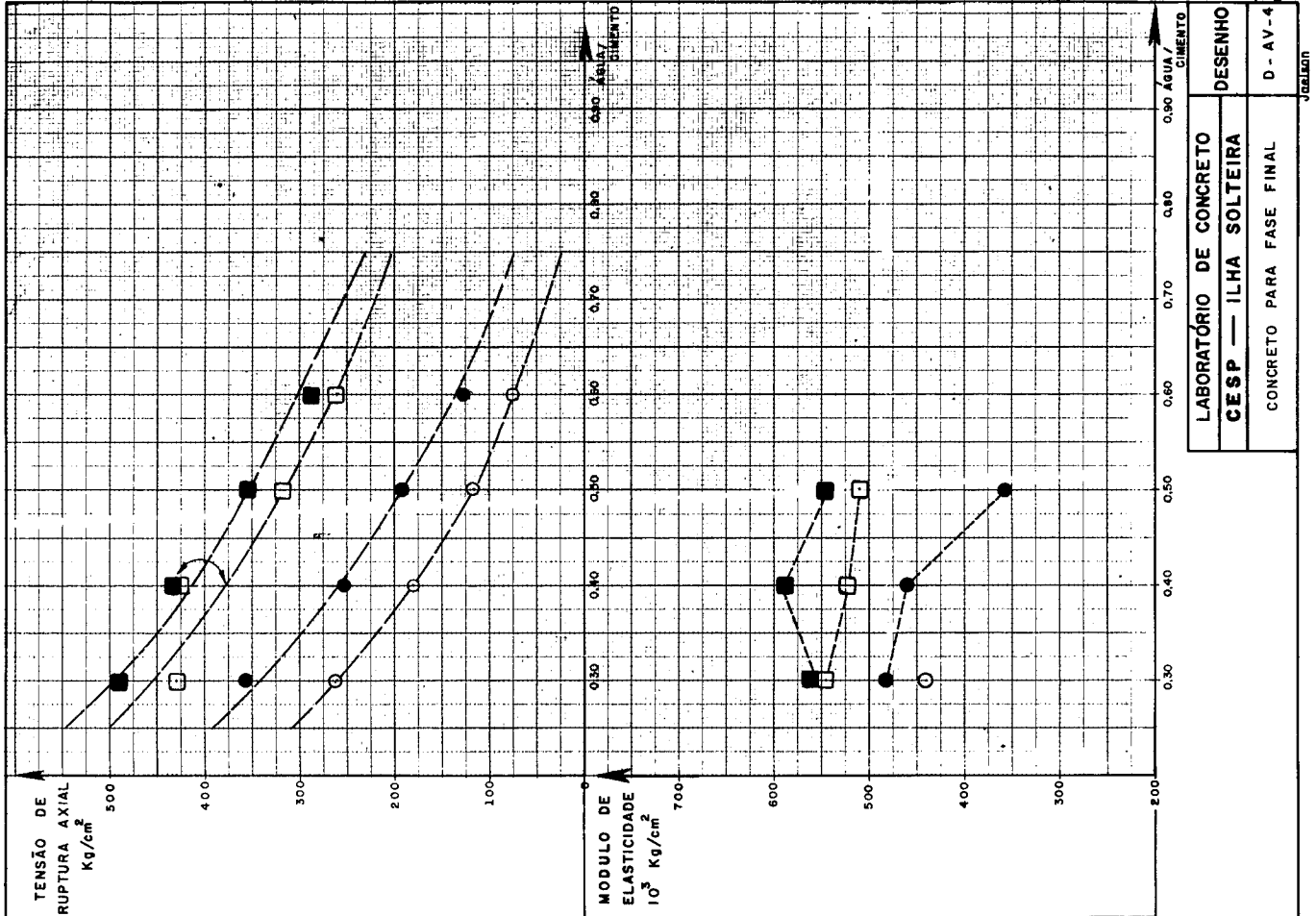
IDADE DIAS	TENSÃO NA COMPRESSÃO (Kg/cm ²)		TENSÃO NA FLEXÃO (Kg/cm ²)	
	INDIVIDUAL	MÉDIA	INDIVIDUAL	MÉDIA
3	6,1	6,2	11,10	10,89
	6,2		11,77	
	6,3		9,80	
7	15,5	15,0	17,83	15,62
	14,8		13,71	
	14,8		15,52	
28	26,9	25,6	26,89	26,04
	25,3		25,89	
	24,5		25,33	
90	28,5	25,7	35,63	31,95
	25,4		30,01	
	23,2		30,21	

LEGENDA

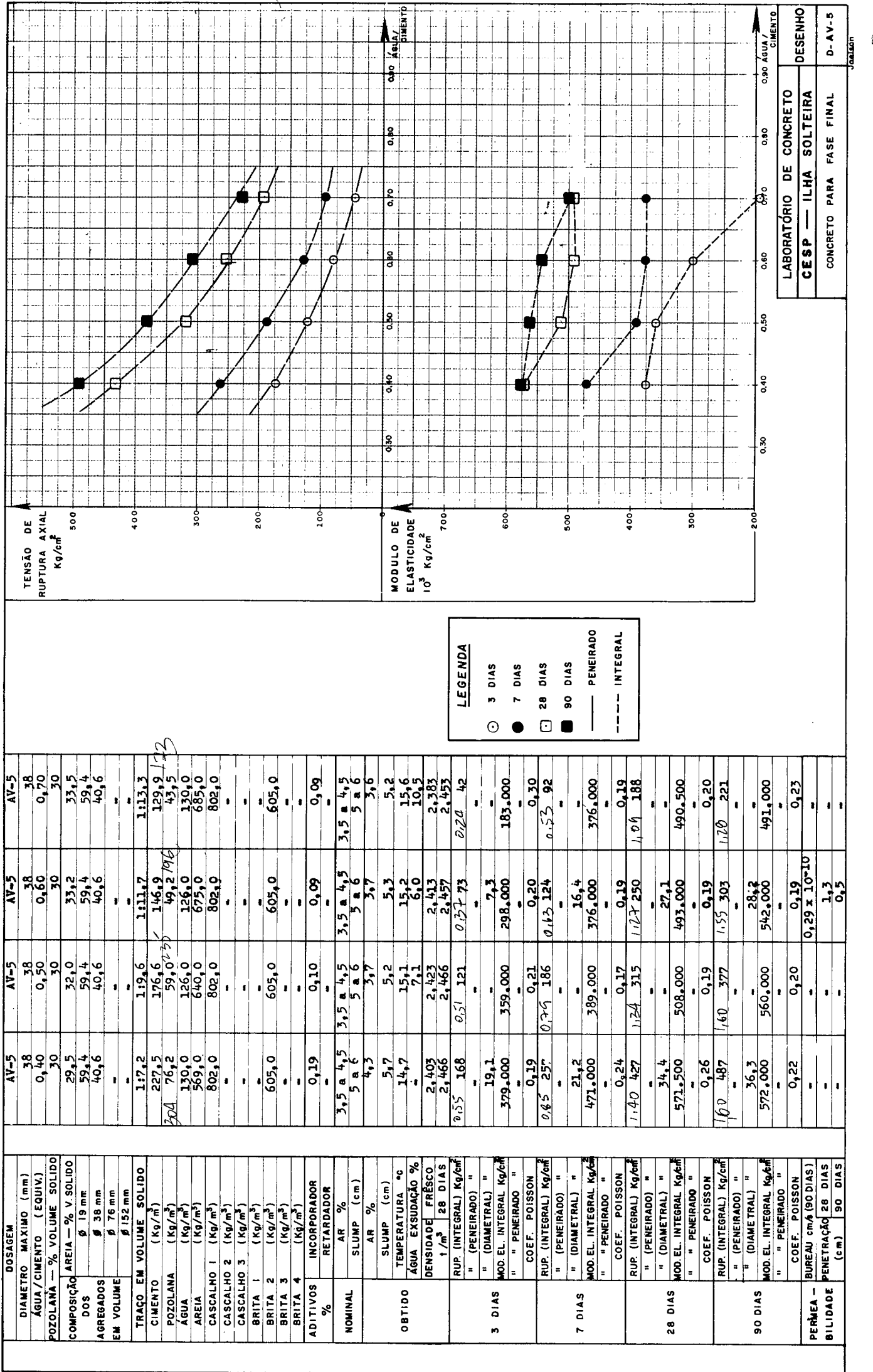
- — TRACÃO NA FLEXÃO
○ — TRACÃO NA COMPRESSÃO



LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA	
TENSÃO DE TRACÃO POR FLEXÃO E POR COMPRESSÃO. EVOLUÇÃO COM IDADE	TT-AV-3-60



DOSAGEM		AV-4	AV-4	AV-4	AV-4
DIAMETRO MÁXIMO (mm)		38	38	38	38
ÁGUA/CIMENTO (EQUIV.)		0,40	0,40	0,50	0,60
POZOLANA — % VOLUME SÓLIDO		20	20	20	20
COMPOSIÇÃO		20,7	31,8	33,8	35,0
DOS		45	45	45	45
AGREGADOS		55	55	55	55
EM VOLUME		—	—	—	—
TRAÇO EM VOLUME SÓLIDO		113,5	116,8	118,7	110,6
CIMENTO		371,8	279,0	223,4	186,2
POZOLANA		72,8	54,5	43,5	36,3
ÁGUA		172,0	139,5	139,5	139,5
ÁREA		524,7	620,9	678,7	717,1
CASCALHO 1		594,4	594,4	594,4	594,4
CASCALHO 2		720,9	720,9	720,9	720,9
CASCALHO 3		—	—	—	—
BRITA 1		—	—	—	—
BRITA 2		—	—	—	—
BRITA 3		—	—	—	—
BRITA 4		—	—	—	—
ADITIVOS		—	—	—	—
INCORPORADOR		—	—	—	—
RETARDADOR		—	—	—	—
NOMINAL		6 a 7	6 a 7	6 a 7	6 a 7
SLUMP (cm)		—	—	—	—
AR %		—	—	—	—
SLUMP (cm)		5,0	5,9	7,0	6,2
TEMPERATURA °C		14,2	16,7	14,5	17,2
ÁGUA EXSUDAÇÃO %		—	2,3	6,1	6,7
DENSIDADE FRESH		2,433	2,420	2,417	2,408
1/m³ 28 DIAS		2,434	2,448	2,446	2,444
RUP. (INTEGRAL) Kg/cm²		260	180	117	73
" (PENEIRADO) "		—	—	—	—
" (DIAMETRAL) "		—	—	—	—
MOD. EL. INTEGRAL Kg/cm²		26,2	—	17,5	—
" (PENEIRADO) "		442,000	—	—	—
COEF. POISSON		0,18	—	—	—
RUP. (INTEGRAL) Kg/cm²		355	254	192	127
" (PENEIRADO) "		—	—	—	—
" (DIAMETRAL) "		—	—	—	—
MOD. EL. INTEGRAL Kg/cm²		35,7	—	21,2	—
" (PENEIRADO) "		484,000	460,000	357,000	—
COEF. POISSON		0,15	0,14	0,15	—
RUP. (INTEGRAL) Kg/cm²		430	423	316	261
" (PENEIRADO) "		—	—	—	—
" (DIAMETRAL) "		—	—	—	—
MOD. EL. INTEGRAL Kg/cm²		34,9	—	30,8	—
" (PENEIRADO) "		546,000	523,000	510,000	—
COEF. POISSON		0,19	0,19	0,18	—
RUP. (INTEGRAL) Kg/cm²		489	427	353	287
" (PENEIRADO) "		—	—	—	—
" (DIAMETRAL) "		—	—	—	—
MOD. EL. INTEGRAL Kg/cm²		30,4	—	30,7	—
" (PENEIRADO) "		555,000	589,800	547,500	—
COEF. POISSON		0,17	0,15	0,17	—
BUREAU cm/4 (90 DIAS)		—	—	—	—
PENETRAÇÃO 28 DIAS		—	—	—	—
BILIDADE		—	—	—	—



LABORATÓRIO DE CONCRETO	
CESP — ILHA SOLTEIRA	
CONCRETO PARA FASE FINAL	DESENHO
	D-AV-5

10/10/51

CARACTERÍSTICAS DO CONCRETO

NOMENCLATURA	AV - 6	
DIAM - MAX - mm	76	76
A/C	0,40	0,55
SLUMP (cm)	5,0	4,2
% AR (%)	4,7	4,7
		4,8

CARACTERÍSTICAS DA MISTURA

MATERIAL	PESO KG/m ³	
CIMENTO	171,5	118,4
POZOLANA	57,5	39,5
ÁGUA	96,0	93,0
AREIA	400,0	476,0
CASCALHO 1	499,0	499,0
CASCALHO 2	416,0	416,0
CASCALHO 3	749,0	749,0
BRITA 1	-	-
BRITA 2	-	-
BRITA 3	-	-
BRITA 4	-	-
INCORPORADOR	0,687	0,205
RETARDADOR	-	-

CARACTERÍSTICAS DO CIMENTO

GALOR DE HIDRATAÇÃO	7 DIAS	28 DIAS
CAL/g	88	88
	101,0	101,0

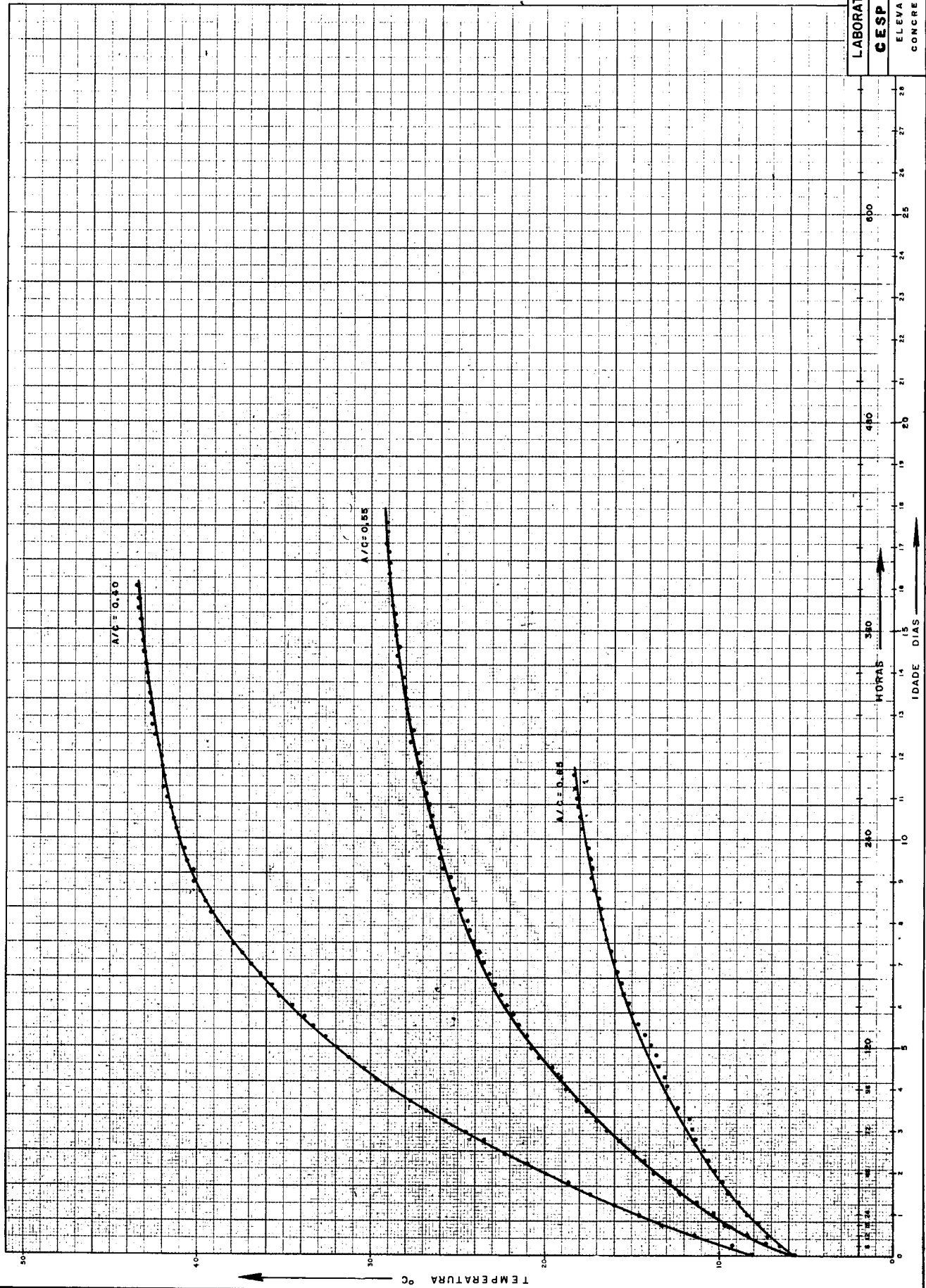
DADOS DO ENSAIO

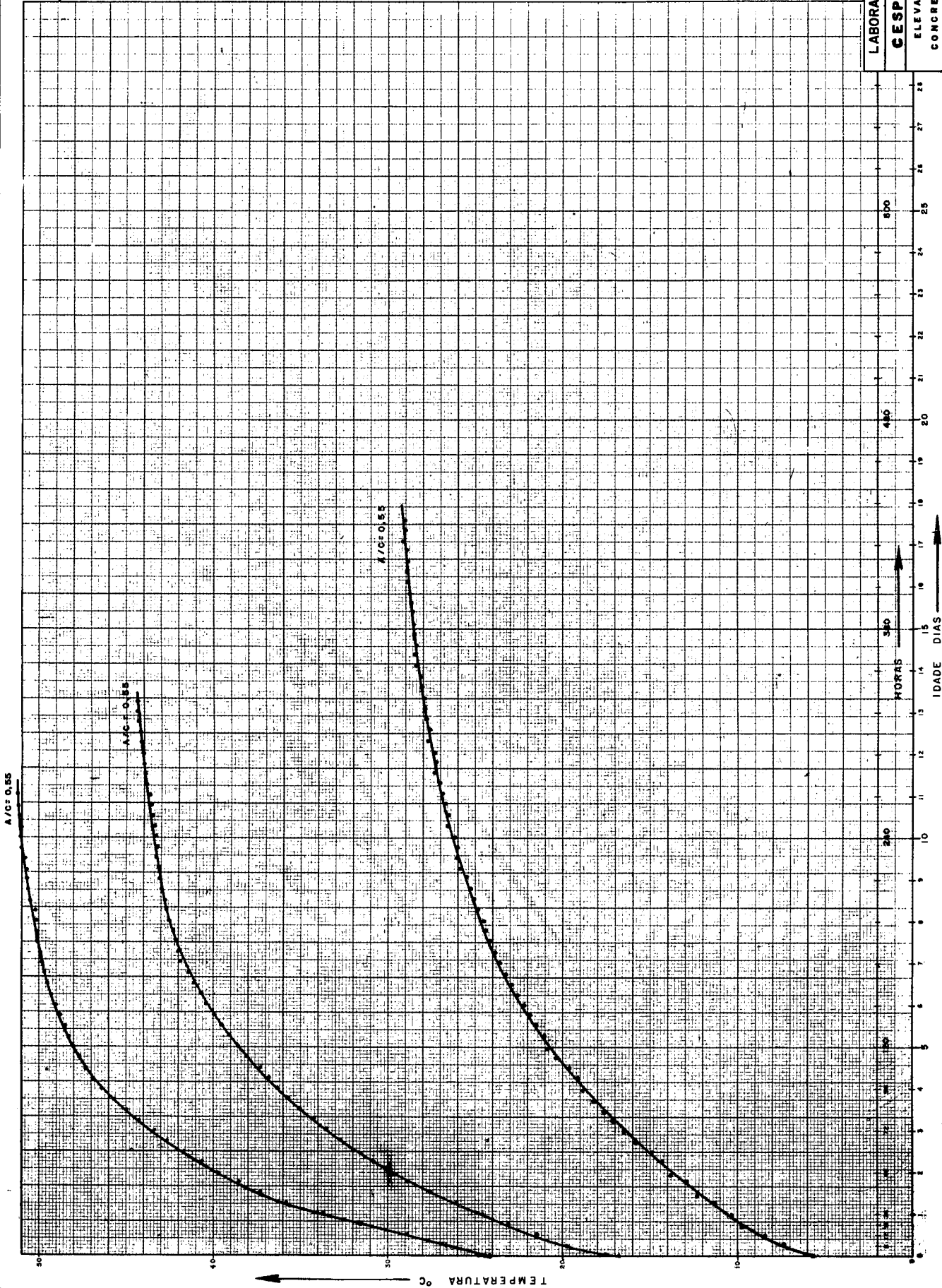
TEMPERATURA INICIAL °C	8,1	5,5	5,4
TEMPERATURA EQUILÍBRIO °C	43,4	29,1	18,1
EVOLUÇÃO (T _i - T _e) °C	35,3	23,6	12,7

229 205 102

TEMPERATURA DE LANÇAMENTO °C	7,3	4,7	5,4
------------------------------	-----	-----	-----

LABORATÓRIO DE CONCRETO		DESENHO
CESP - ILHA SOLTEIRA		
ELEVACÃO CONCRETO	ADIABÁTICA	AB-AV-6-1
DOSAGEM	AV-6	





CARACTERÍSTICAS DO CONCRETO

NOMENCLATURA	AV - 6		
DIAM - MAX - mm	76	76	76
A/C	0,55	0,55	0,55
SLUMP (cm)	4,2	4,0	4,5
% AR (std)	4,7	4,6	4,9

CARACTERÍSTICAS DA MISTURA

MATERIAL	PESO KG/m³		
CIMENTO	118,4	118,4	118,4
POZOLANA	35,5	39,5	35,5
ÁGUA	93,0	93,0	93,0
AREIA	475,0	476,0	475,0
CASCALHO 1	499,0	499,0	499,0
CASCALHO 2	416,0	416,0	416,0
CASCALHO 3	749,0	749,0	749,0
BRITA 1	-	-	-
BRITA 2	-	-	-
BRITA 3	-	-	-
BRITA 4	-	-	-
INCORPORADOR	0,203	0,205	0,205
RETARDADOR	-	-	-

CARACTERÍSTICAS DO CIMENTO

GALOR DE HIDRATACÃO	7 DIAS	28 DIAS	56 DIAS	84 DIAS	100 DIAS
CAL/g	28	101,0	101,0	101,0	101,0

DADOS DO ENSAIO

TEMPERATURA INICIAL °C	5,5	16,8	24,1
TEMPERATURA EQUILÍBRIO °C	29,1	44,5	51,1
EVOLUÇÃO (T1 - T2) °C	23,6	27,7	27,0

TEMPERATURA DE LANÇAMENTO °C	4,7	16,8	23,5
------------------------------	-----	------	------

LABORATÓRIO DE CONCRETO		DESENHO
CESP - ILHA SOLTEIRA		
ELEVACÃO CONCRETO	ADIABÁTICA	AD-AV-3-2
DOSAGEM	AV-6	

DOSAGEM										AV-7		AV-7		AV-7		AV-7	
DIAMETRO MÁXIMO (mm)										76	76	76	76	76	76	76	76
ÁGUA/CIMENTO (EQUIV.)										0,55	0,55	0,70	0,70	0,85	0,85	0,85	0,85
POZOLANA — % VOLUME SÓLIDO										40	40	40	40	40	40	40	40
COMPOSIÇÃO										19,2	21,7	22,8	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1
DOS										29,8	29,8	29,8	29,8	29,8	29,8	29,8	29,8
AGREGADOS										25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
EM VOLUME										45,2	45,2	45,2	45,2	45,2	45,2	45,2	45,2
TRAÇO EM VOLUME SÓLIDO										1:10,3	1:11,5	1:11,5	1:11,5	1:11,5	1:11,5	1:11,5	1:11,5
CIMENTO										147,2	103,7	81,3	69,1	69,1	69,1	69,1	69,1
POZOLANA										76,5	54,0	42,5	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0
ÁGUA										98,0	95,0	95,0	98,0	98,0	98,0	98,0	98,0
ÁREA										400,0	468,0	499,0	508,0	508,0	508,0	508,0	508,0
CASCALHO 1 (Kg/m³)										499,0	499,0	499,0	499,0	499,0	499,0	499,0	499,0
CASCALHO 2 (Kg/m³)										416,0	416,0	416,0	416,0	416,0	416,0	416,0	416,0
CASCALHO 3 (Kg/m³)										749,0	749,0	749,0	749,0	749,0	749,0	749,0	749,0
BRITA 1 (Kg/m³)										-	-	-	-	-	-	-	-
BRITA 2 (Kg/m³)										-	-	-	-	-	-	-	-
BRITA 3 (Kg/m³)										-	-	-	-	-	-	-	-
BRITA 4 (Kg/m³)										-	-	-	-	-	-	-	-
ADITIVOS										0,32	0,14	0,12	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
RETARDADOR										-	-	-	-	-	-	-	-
NOMINAL										4,5 a 5,0	4,5 a 5,0	4,5 a 5,0	4,5 a 5,0	4,5 a 5,0	4,5 a 5,0	4,5 a 5,0	4,5 a 5,0
SLUMP (cm)										4,0 a 4,5	4,0 a 4,5	4,0 a 4,5	4,0 a 4,5	4,0 a 4,5	4,0 a 4,5	4,0 a 4,5	4,0 a 4,5
AR %										4,8	4,9	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
SLUMP (cm)										4,5	4,5	4,6	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
TEMPERATURA °C										16,2	15,3	14,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2
ÁGUA EXSUDAÇÃO %										-	4,4	7,3	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2
DENSIDADE FRESCO										2,423	2,423	2,413	2,383	2,383	2,383	2,383	2,383
1/m³ 28 DIAS										-	2,408	2,400	2,430	2,430	2,430	2,430	2,430
RUP. (INTEGRAL) Kg/cm²										-	-	-	-	-	-	-	-
" (PENEIRADO) "										-	-	-	-	-	-	-	-
" (DIAMETRAL) "										-	-	-	-	-	-	-	-
MOD. EL. INTEGRAL Kg/cm²										-	-	-	-	-	-	-	-
" " PENEIRADO "										-	-	-	-	-	-	-	-
COEF. POISSON										-	-	-	-	-	-	-	-
RUP. (INTEGRAL) Kg/cm²										171	103	66	36	36	36	36	36
" (PENEIRADO) "										-	121	85	49	49	49	49	49
" (DIAMETRAL) "										-	15,2	-	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6
MOD. EL. INTEGRAL Kg/cm²										-	375.000	343.000	240.000	240.000	240.000	240.000	240.000
" " PENEIRADO "										-	-	-	-	-	-	-	-
COEF. POISSON										-	0,10	0,13	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
RUP. (INTEGRAL) Kg/cm²										-	209	134	77	77	77	77	77
" (PENEIRADO) "										341	261	181	116	116	116	116	116
" (DIAMETRAL) "										-	21,1	-	13,7	13,7	13,7	13,7	13,7
MOD. EL. INTEGRAL Kg/cm²										-	452.500	396.000	326.500	326.500	326.500	326.500	326.500
" " PENEIRADO "										-	-	-	-	-	-	-	-
COEF. POISSON										-	0,14	0,11	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
RUP. (INTEGRAL) Kg/cm²										-	284	177	95	95	95	95	95
" (PENEIRADO) "										344	305	208	147	147	147	147	147
" (DIAMETRAL) "										-	31,6	-	17,1	17,1	17,1	17,1	17,1
MOD. EL. INTEGRAL Kg/cm²										-	471.000	460.000	354.000	354.000	354.000	354.000	354.000
" " PENEIRADO "										-	-	-	-	-	-	-	-
COEF. POISSON										-	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
BUREAU cm/4 (90 DIAS)										-	-	-	-	-	-	-	-
PERMEA- BILIDADE										-	-	-	-	-	-	-	-
PENETRAÇÃO 28 DIAS										-	-	-	-	-	-	-	-
" (cm) 90 DIAS										-	-	-	-	-	-	-	-

TENSÃO DE RUPTURA AXIAL
Kg/cm²

500
400
300
200
100
0

MODULO DE ELASTICIDADE
10³ Kg/cm²

700
600
500
400
300
200
100
0

0,30 0,40 0,50 0,60 0,70 0,80 0,90 0,90

ÁGUA / CIMENTO

○ 3 DIAS

● 7 DIAS

□ 28 DIAS

■ 90 DIAS

— PENEIRADO

- - - INTEGRAL

LABORATÓRIO DE CONCRETO

CESP — ILHA SOLTEIRA

CONCRETO PARA FASE FINAL

D - AV - 7

CARACTERÍSTICAS DO

CONCRETO

NOMENCLATURA	AV-8	AV-8
DIAM - MAX - mm	76	76
A/C	0,55	0,85
SLUMP (cm)	4,5	4,3
% AR (#)	5,0	4,7

CARACTERÍSTICAS DA

MISTURA

MATERIAL	PESO kg/m^3	
CIMENTO	123,5	84,0
POZOLANA	41,3	28,1
ÁGUA	97,0	102,0
AREIA	494,0	528,0
CASCALHO 1	548,0	548,0
CASCALHO 2	476,0	476,0
CASCALHO 3	-	-
BRITA 1	-	-
BRITA 2	-	-
BRITA 3	679,0	679,0
BRITA 4	-	-
INCORPORADOR	0,330	0,134
RETARDADOR	-	-

CARACTERÍSTICAS DO

CIMENTO

CALOR DE HIDRATAÇÃO cal/g	7 DIAS	79,0	85,0
	28 DIAS	92,0	99,0

DADOS DO

ENSAIO

TEMPERATURA INICIAL $^{\circ}C$	7,4	5,0
TEMPERATURA EQUILÍBRIO $^{\circ}C$	30,2	17,2
EVOLUÇÃO (TI - TE) $^{\circ}C$	22,8	12,2

TEMPERATURA DE LANÇAMENTO $^{\circ}C$

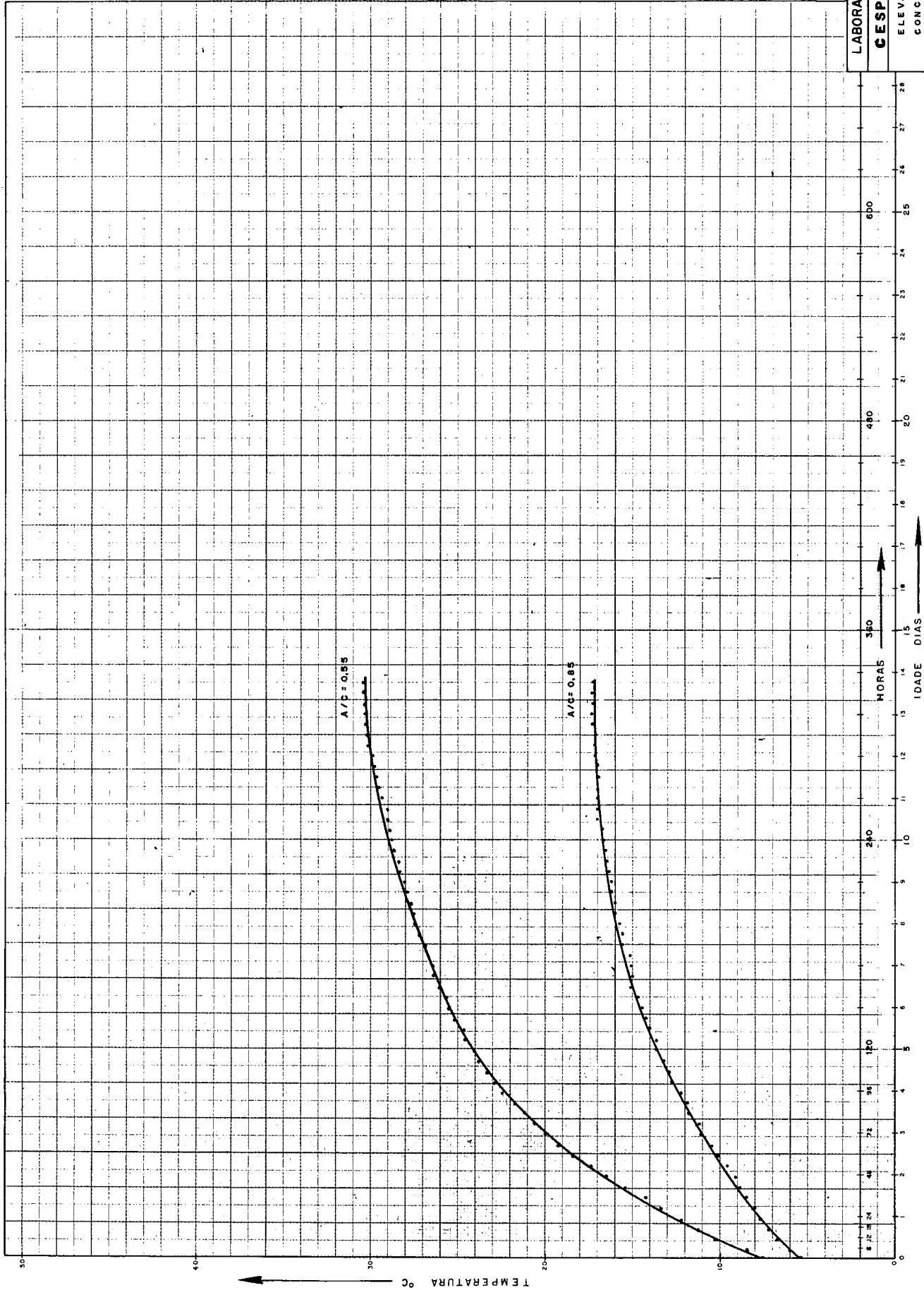
4,8	4,2
-----	-----

LABORATÓRIO DE CONCRETO

CESP — ILHA SOLTEIRA

ELEVACÃO ADIABÁTICA CONCRETO DOSAGEM AV-8

DESENHO



DADOS GERAIS

DOSAGEM	AV-8
ϕ Max (mm)	76
A/CEQ.	0,50
IDADE (DIAS)	3

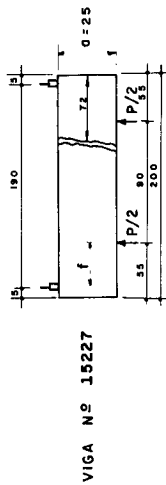
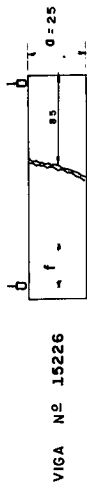
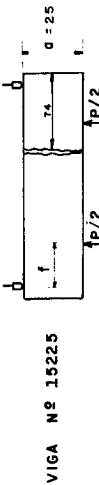
DADOS DO ENSAIO

LEGENDA	VIGA Nº	PÊSO (Kg)	TENSÃO DE RUPTURA (kg/cm ²)		DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA x 10 ⁶	
			MÁXIMA	95 %	MÁXIMA	95 %
A	15225	313,5	13,14	12,48	-	50
O	15226	314,4	17,09	16,23	-	63
•	15227	313,7	15,12	14,36	-	81
—	MÉDIA	313,9	15,12	14,36	-	65

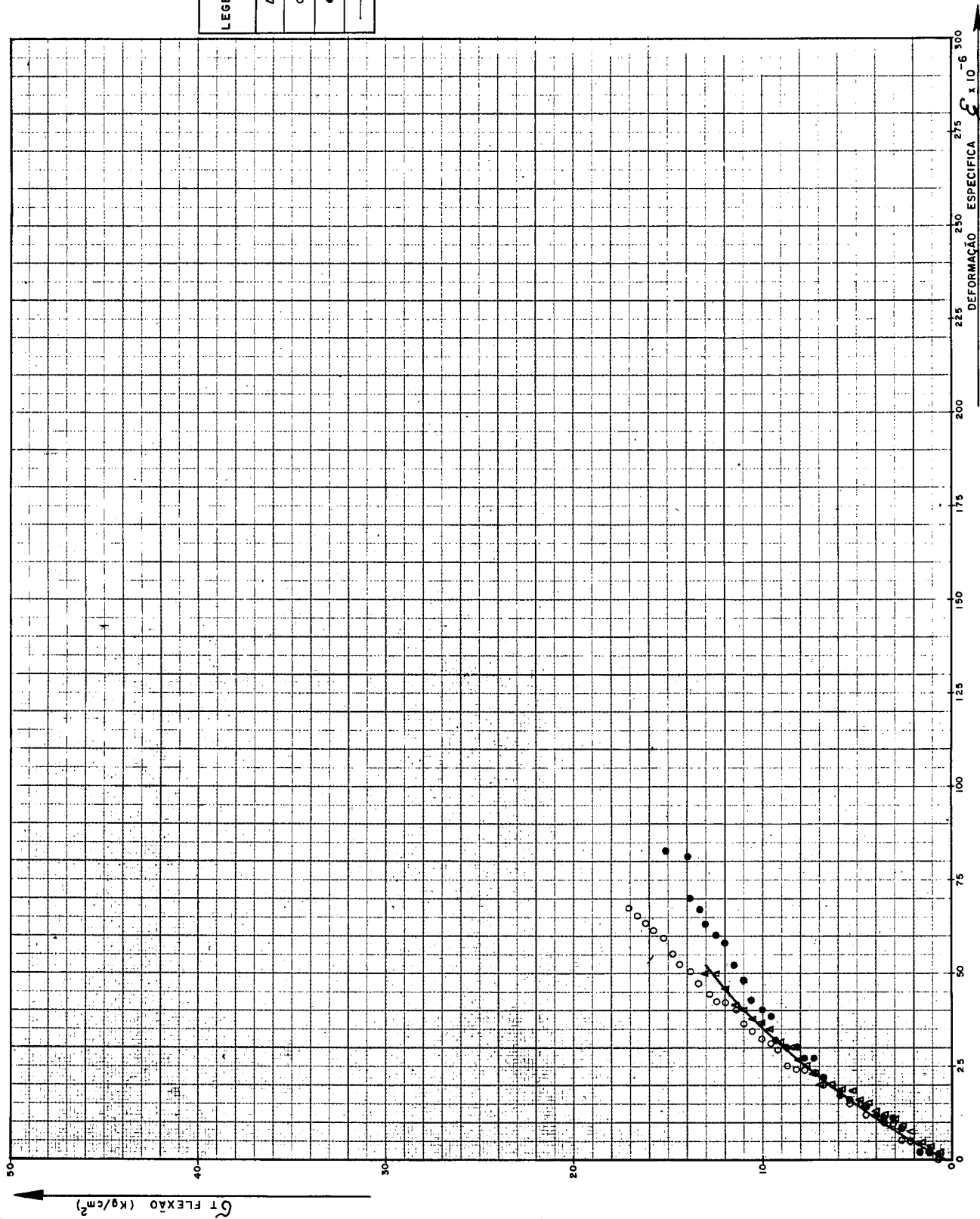
TENSÃO MÉDIA DE TRACÇÃO POR RUPTURA DIAMETRAL CONCRETO PENEIRADO	11,1
--	------

VELOCIDADE DE CARREGAMENTO (MÉDIA) = 0,24 kg/cm²/min.

LOCAL DA RUPTURA (medidas em cm).



LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA.	
TENSÃO DE TRACÇÃO POR FLEXÃO	V-AV-8-3
CAPACIDADE DE DEFORMAÇÃO VIGAS.	



DADOS GERAIS

DOSAGEM	AV-8
ϕ Max (mm)	76
A/CEQ.	0,50
IDADE (DIAS)	7

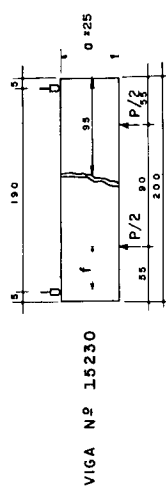
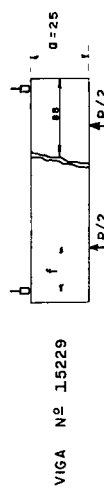
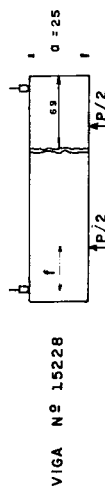
DADOS DO ENSAIO

LEGENDA	VIGA Nº	PÊSO (Kg)	TENSÃO DE RUPTURA (kg/cm ²)		DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA x 10 ⁻⁶	
			MÁXIMA	95 %	MÁXIMA	95 %
Δ	15228	306,0	22,89	21,74	-	79
○	15229	314,0	24,60	23,37	-	68
●	15230	315,0	21,49	20,41	-	62
—	MÉDIA	311,7	22,99	21,84	-	70

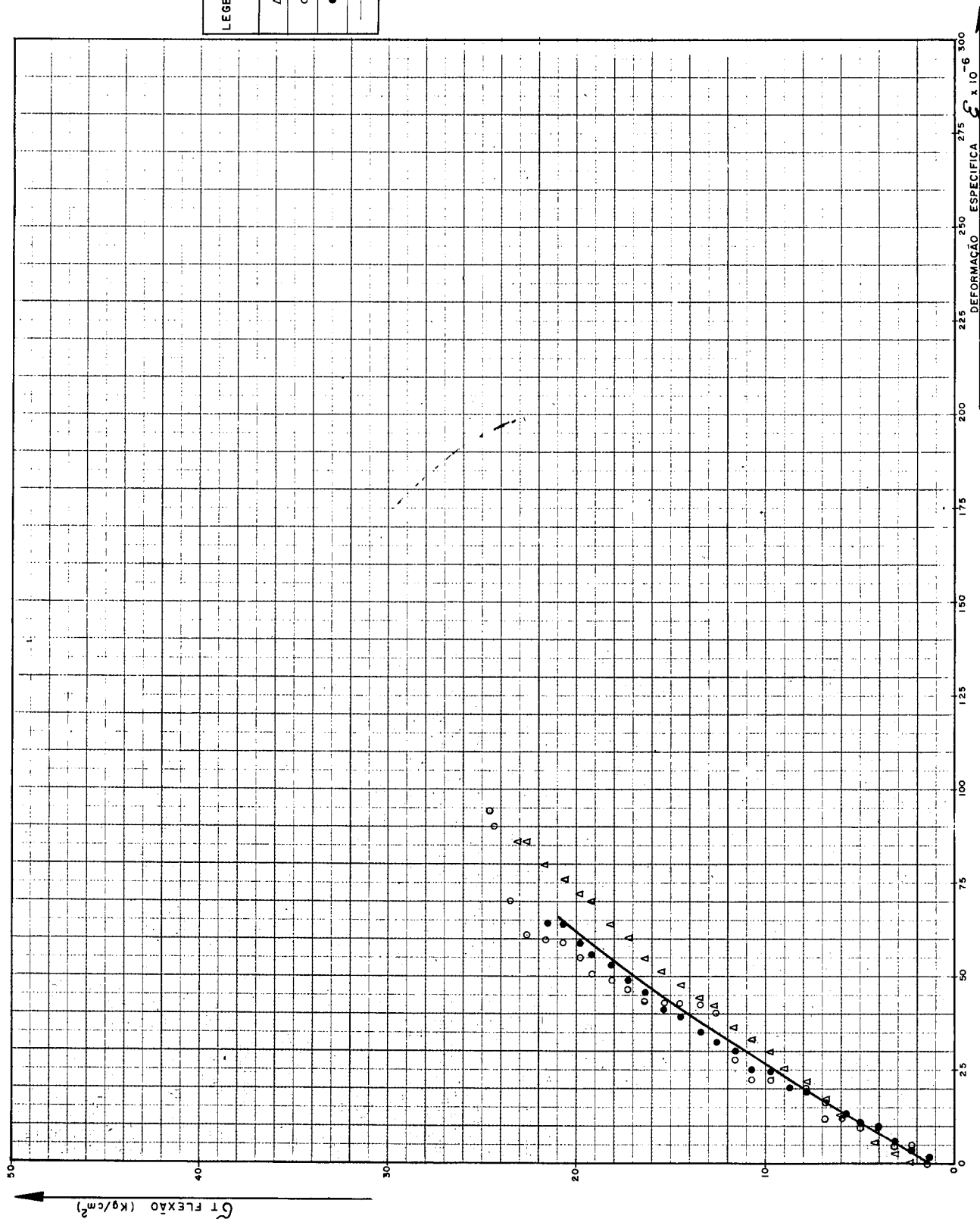
TENSÃO MÉDIA DE TRAÇÃO POR RUPTURA DIAMETRAL — CONCRETO PENEIRADO kg/cm ²	18,3
--	------

VELOCIDADE DE CARREGAMENTO (MÉDIA) = 0,23 kg/cm²/min.

LOCAL DA RUPTURA (medidas em cm).



LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA.	
TENSÃO DE TRAÇÃO POR FLEXÃO	V-AV-8-7
CAPACIDADE DE DEFORMAÇÃO VIGAS.	



DADOS GERAIS

DOSAGEM	AV-8
ϕ Max (mm)	76
A/CEQ.	0,50
IDADE (DIAS)	28

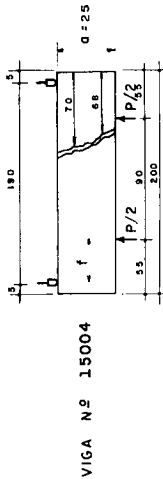
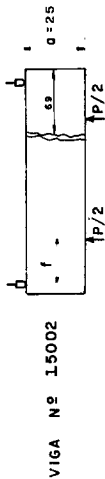
DADOS DO ENSAIO

LEGENDA	VIGA Nº	PÊSO (Kg)	TENSÃO DE RUPTURA (Kg/cm ²)		DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA x 10 ⁶	
			MAXIMA	95 %	MAXIMA	95 %
Δ	15002	318,4	25,63	24,35	-	86
○	15003	315,0	29,77	28,28	-	67
●	15004	313,0	28,21	26,80	-	150
—	MÉDIA	315,5	27,87	26,47	-	101

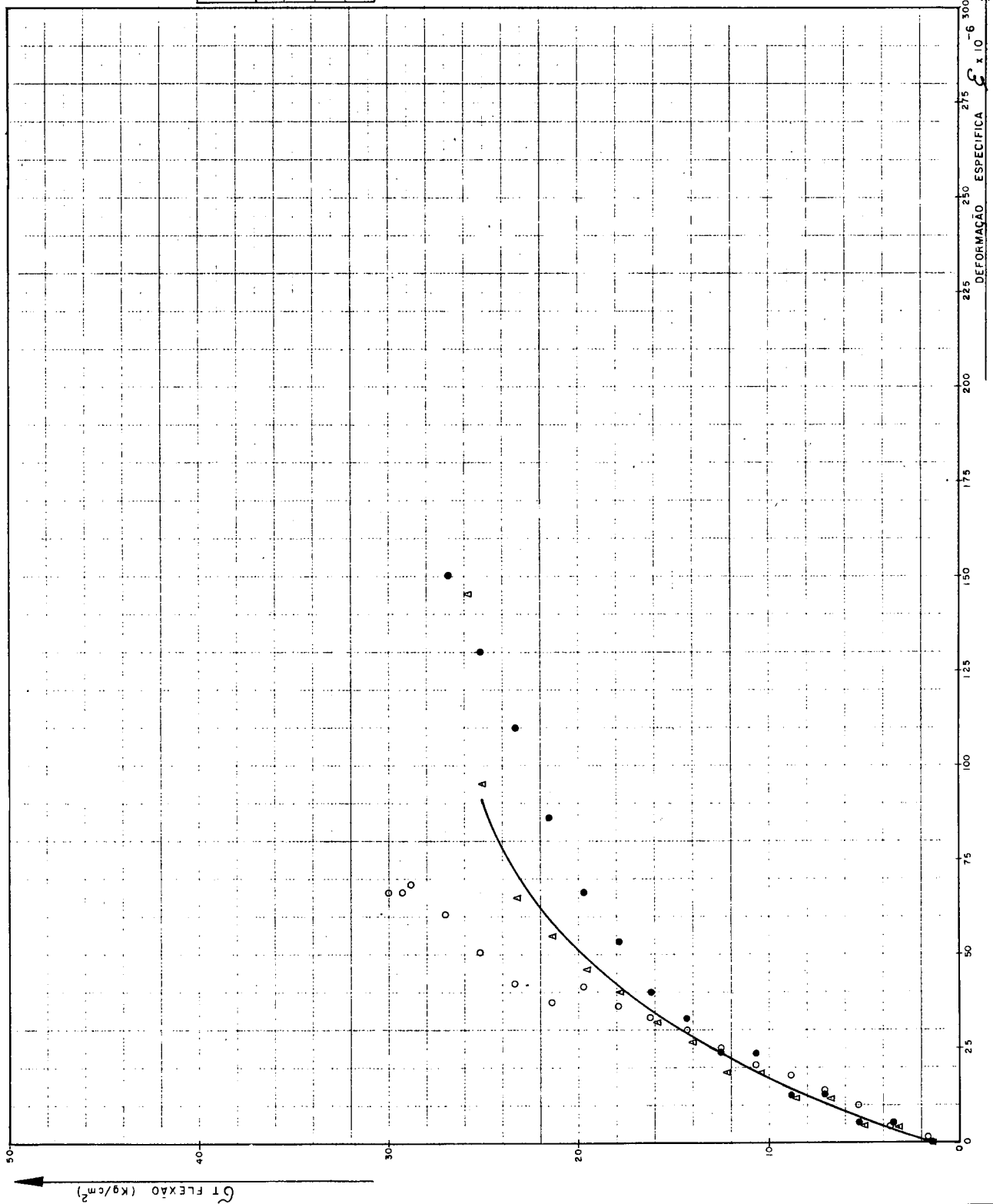
TENSÃO MÉDIA DE TRACÇÃO POR RUPTURA DIAMETRAL — CONCRETO PENEIRADO Kg/cm ²	27,5
---	------

VELOCIDADE DE CARREGAMENTO (MÉDIA) = 0,38 kg/cm²/min.

LOCAL DA RUPTURA (medidas em cm).



LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA.	
TENSÃO DE TRACÇÃO POR FLEXÃO	V-AV-8-28
CAPACIDADE DE DEFORMAÇÃO VIGAS.	



DADOS GERAIS

DOSAGEM	AV-8
ϕ Max (mm)	76
A/CEQ	0,50
IDADE (DIAS)	90

DADOS DO ENSAIO

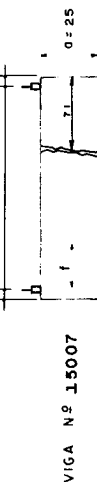
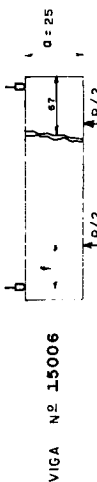
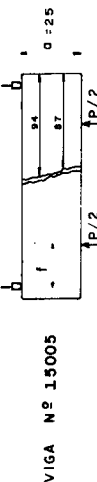
LEGENDA	VIGA Nº	PÊSO (Kg)	TENSÃO DE RUPTURA (kg/cm ²)		DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA x 10 ⁶	
			MÁXIMA	95 %	MÁXIMA	95 %
Δ	15005	315,3	19,72	18,73	-	55
○	15006	309,2	30,19	28,68	-	87
●	15007	314,0	33,41	31,74	-	113
—	MÉDIA	311,2	31,80	30,21	-	100

Nota: Viga N^o15005 não foi considerada na média.

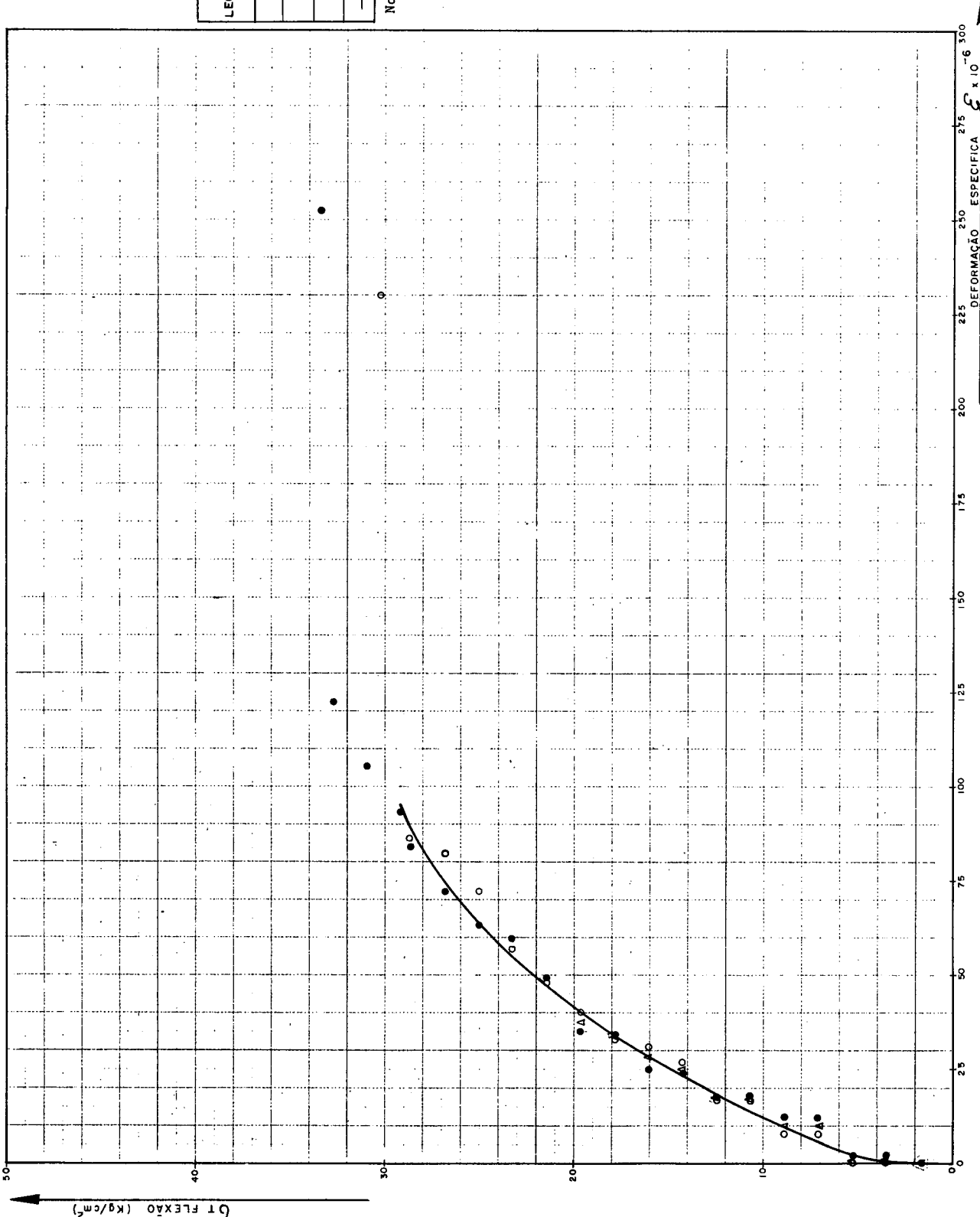
TENSÃO MÉDIA DE TRACÇÃO POR RUPTURA DIAMETRAL — CONCRETO PENEIRADO Kg/cm ²	28,8
---	------

VELOCIDADE DE CARREGAMENTO (MÉDIA) = 0,23 kg/cm²/min.

LOCAL DA RUPTURA (medidas em cm).



LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA	
TENSÃO DE TRACÇÃO POR FLEXÃO	V-AV-8-90
CAPACIDADE DE DEFORMAÇÃO VIGAS.	



DADOS GERAIS

DOSAGEM	AV-8
Ø MAX (mm)	76
A/C EQ	0,50

DADOS DOS ENSAIOS

IDADE DIAS	TENSÃO NA COMPRESSÃO (Kg/cm ²)		TENSÃO NA FLEXÃO (Kg/cm ²)	
	INDIVIDUAL	MÉDIA	INDIVIDUAL	MÉDIA
3	11,8	11,1	13,14	15,12
	11,6		17,09	
	9,8		15,12	
7	16,5	18,3	22,89	22,99
	18,0		24,60	
	20,5		21,49	
28	28,5	27,5	25,63	27,87
	26,9		29,77	
	27,0		28,21	
90	26,8	28,8	19,72*	31,80
	28,5		30,19	
	31,0		33,41	

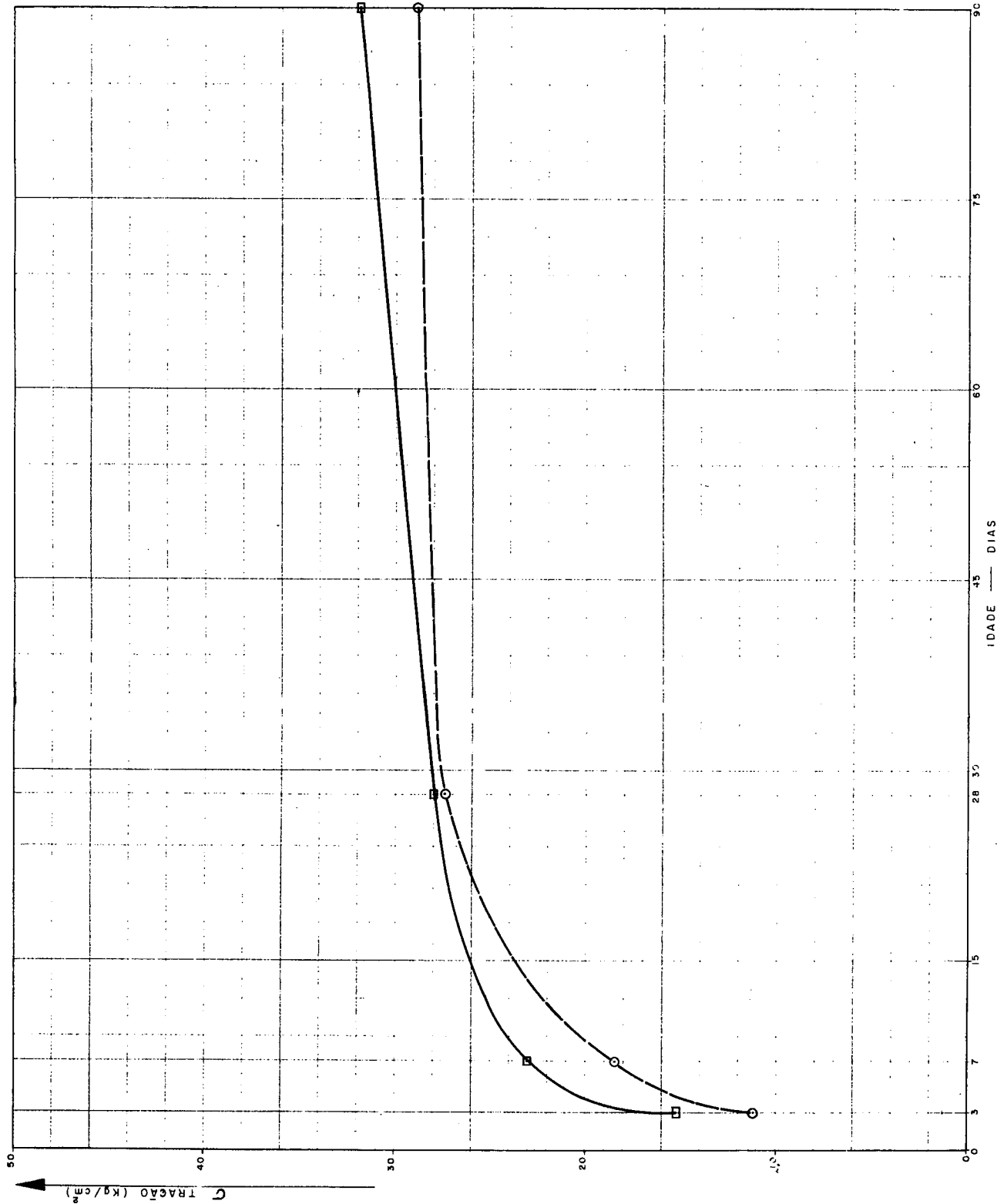
* Não considerada.

LEGENDA

TRAÇÃO NA FLEXÃO

TRAÇÃO NA COMPRESSÃO

LABORATORIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA	
TENSÃO DE TRAÇÃO POR FLEXÃO E POR COMPRESSÃO.	TT-AV-8-50
EVOLUÇÃO COM IDADE	



DADOS GERAIS

DOSAGEM	AV-8
ϕ Max (mm)	76
A/CEQ.	0,60
IDADE (DIAS)	3

DADOS DO ENSAIO

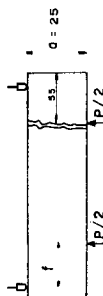
LEGENDA	VIGA Nº	PÊSO (Kg)	TENSÃO DE RUPTURA (Kg/cm ²)		DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA x 10 ⁶	
			MAXIMA	95 %	MAXIMA	95 %
Δ	15428	316,0	14,34	13,62	-	56
$\circ$	15429	316,0	14,15	13,44	-	64
$\bullet$	15430	313,0	11,44	10,87	-	42
$\overline{\quad}$	MÉDIA	315,0	13,31	12,64	-	54

TENSÃO MÉDIA DE TRAÇÃO POR RUPTURA DIAMETRAL - CONCRETO PENEIRADO Kg/cm ²	7,2
--	-----

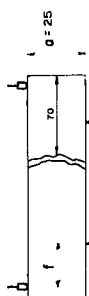
VELOCIDADE DE CARREGAMENTO (MÉDIA) = 0,17 kg/cm²/min.

LOCAL DA RUPTURA (medidas em cm).

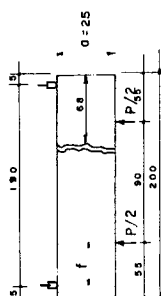
VIGA Nº 15428



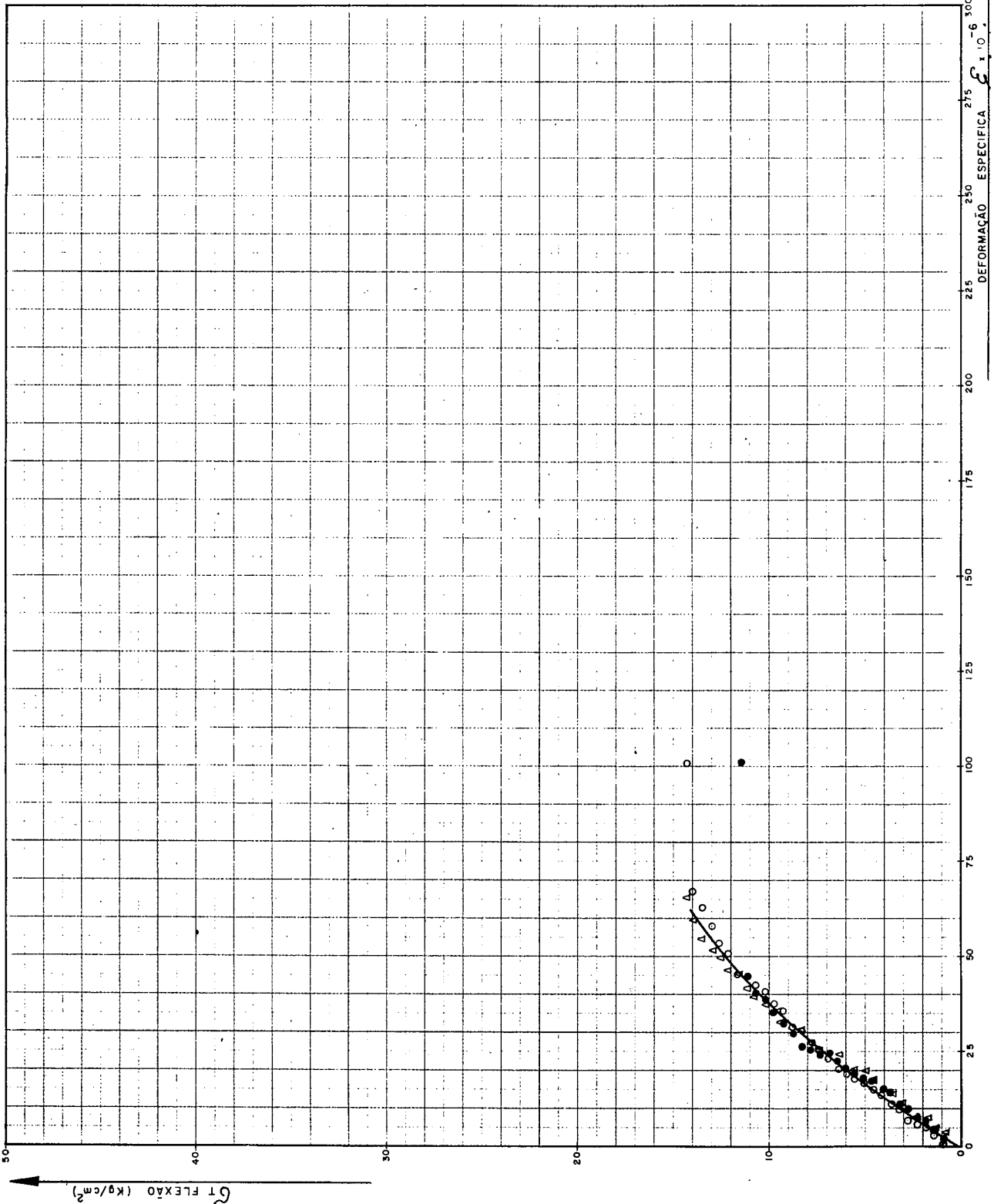
VIGA Nº 15429



VIGA Nº 15430



LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP - ILHA SOLTEIRA	
TENSÃO DE TRAÇÃO POR FLEXÃO	V-AV-8-3/1
CAPACIDADE DE DEFORMAÇÃO VIGAS.	



DADOS GERAIS

DOSAGEM	AV-8
ϕ Max (mm)	76
A/CEQ.	0,60
IDADE (DIAS)	7

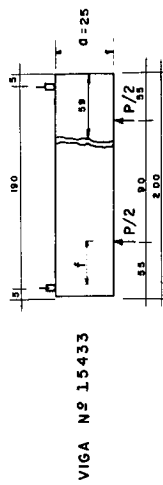
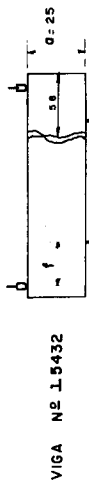
DADOS DO ENSAIO

LEGENDA	VIGA Nº	PÊSO (Kg)	TENSÃO DE RUPTURA (Kg/cm ²)		DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA	
			MAXIMA	95 %	MAXIMA	95 %
Δ	15431	314,0	19,25	18,29	-	61
$\circ$	15432	320,2	14,30	13,58	-	42
$\bullet$	15433	313,2	17,86	16,97	-	56
—	MÉDIA	315,8	17,14	16,28	-	53

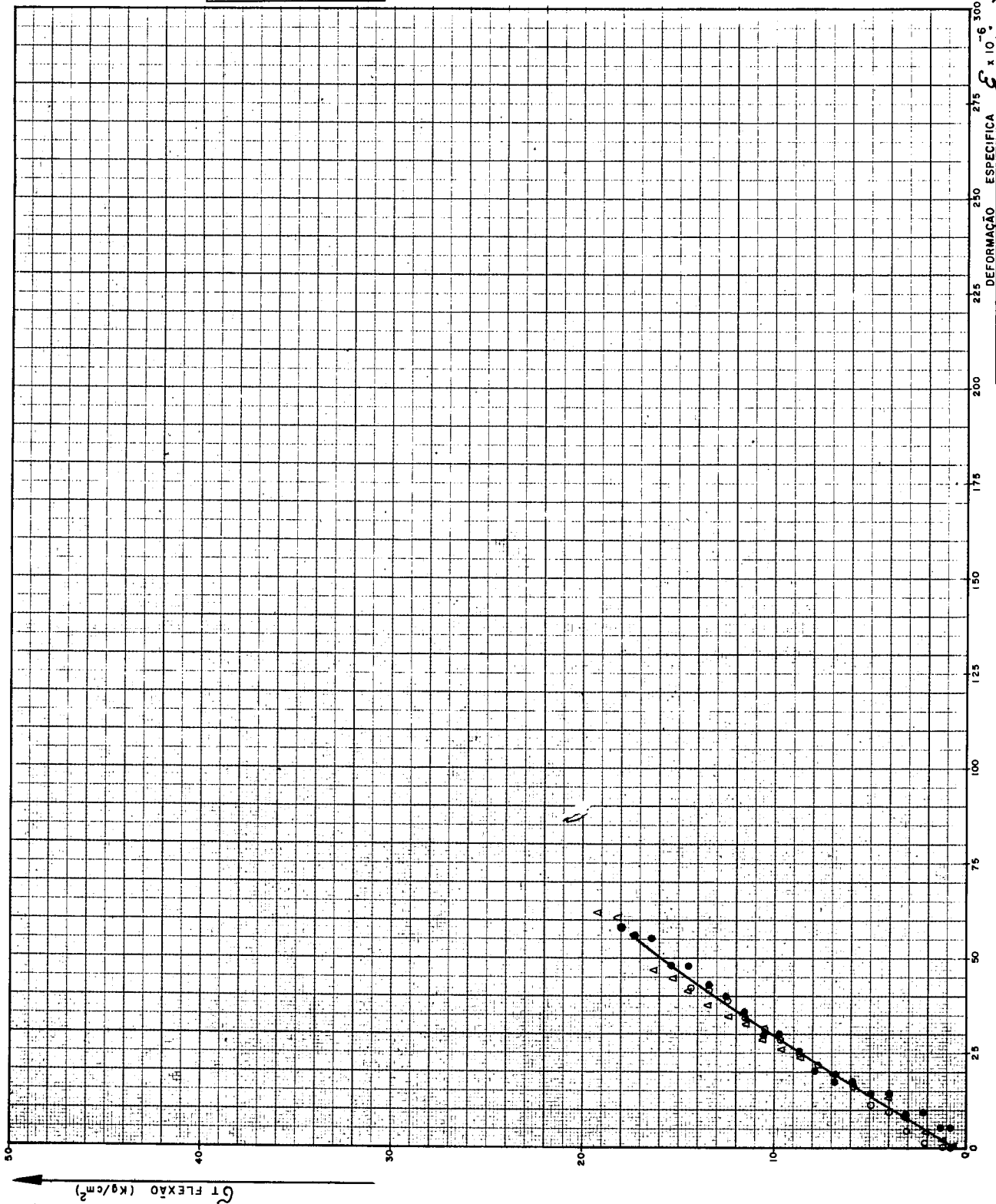
TENSÃO MÉDIA DE TRACÇÃO POR RUPTURA DIAMETRAL — CONCRETO PENEIRADO Kg/cm ²	13,0
---	------

VELOCIDADE DE CARREGAMENTO (MÉDIA) = 0,18 kg/cm²/min.

LOCAL DA RUPTURA (medidas em cm).



LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA.	
TENSÃO DE TRACÇÃO POR FLEXÃO	V-AV-8-71
CAPACIDADE DE DEFORMAÇÃO VIGAS.	



DADOS GERAIS

DOSAGEM	AV-8
ϕ Max (mm)	76
A/CEQ.	0,60
IDADE (DIAS)	28

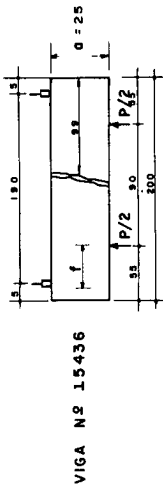
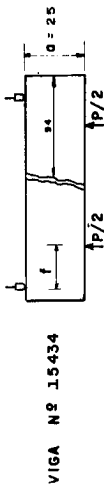
DADOS DO ENSAIO

LEGENDA	VIGA Nº	PESO (Kg)	TENSÃO DE RUPTURA (Kg/cm ²)		DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA $\times 10^6$	
			MÁXIMA	95 %	MÁXIMA	95 %
Δ	15434	314,0	23,47	22,30	-	70
O	15435	312,0	23,96	22,76	-	93
•	15436	318,0	23,90	22,71	-	118
—	MÉDIA	314,7	23,78	22,59	-	94

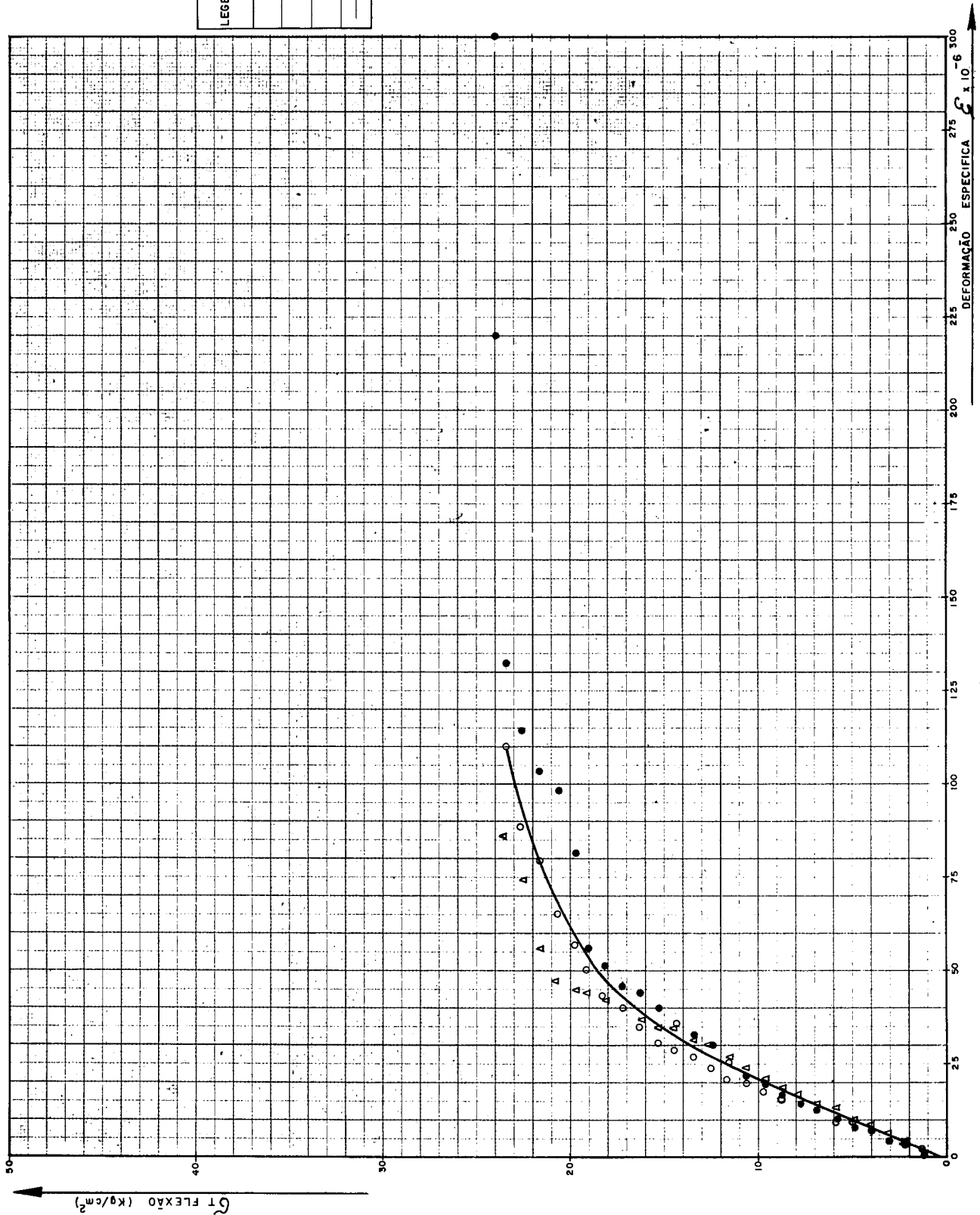
TENSÃO MÉDIA DE TRACÃO POR RUPTURA DIAMETRAL — CONCRETO PENEIRADO Kg/cm ²	22,7
--	------

VELOCIDADE DE CARREGAMENTO (MÉDIA) = 0,22 kg/cm²/min

LOCAL DA RUPTURA (medidas em cm).



LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA.	
TENSÃO DE TRACÃO POR FLEXÃO	V-AV-8-38/1
CAPACIDADE DE DEFORMAÇÃO VIGAS.	



DADOS GERAIS

DOSAGEM	AV-8
ϕ Max (mm)	76
A/CEQ.	0,60
IDADE (DIAS)	90

DADOS DO ENSAIO

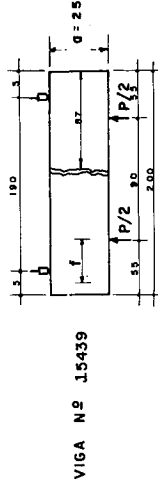
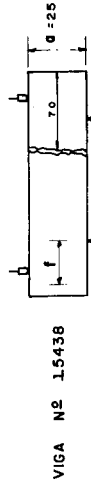
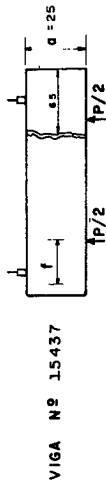
LEGENDA	VIGA Nº	PÊSO (kg)	TENSÃO DE RUPTURA (kg/cm ²)		DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA x 10 ⁶	
			MÁXIMA	95 %	MÁXIMA	95 %
Δ	15437*	320,6	18,45	17,53	-	123
○	15438	320,2	26,98	25,63	-	102
●	15439	317,0	23,07	21,92	-	58
—	MÉDIA		25,03	23,78	-	80

* Valores da viga 15437 não considerados na média.

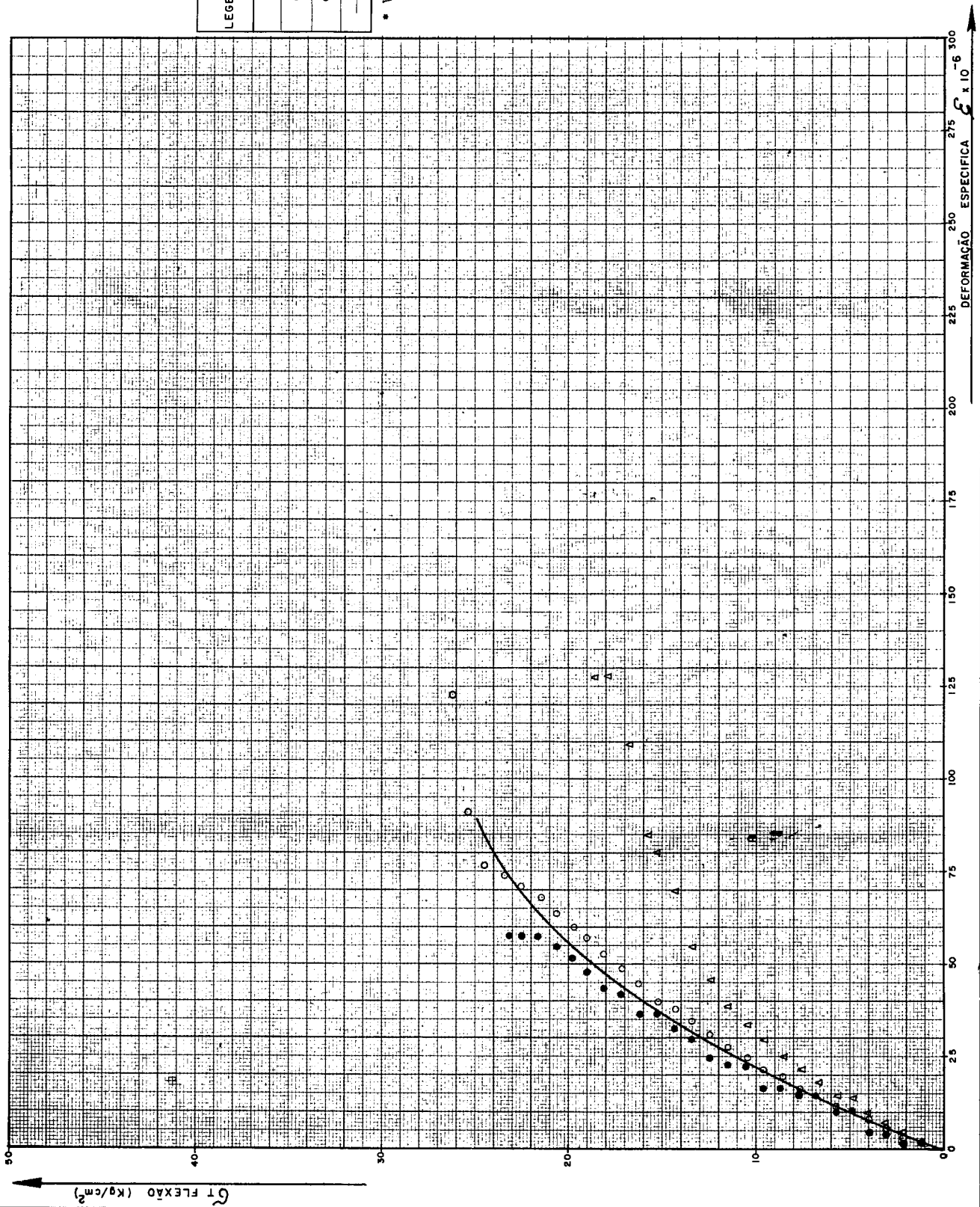
TENSÃO MÉDIA DE TRAÇÃO POR RUPTURA DIAMETRAL — CONCRETO PENEIRADO Kg/cm ²	24,2
--	------

VELOCIDADE DE CARREGAMENTO (MÉDIA) = 0,19 kg/cm²/min.

LOCAL DA RUPTURA (medidas em cm).



LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA.	
TENSÃO DE TRAÇÃO POR FLEXÃO	V-AV-8-900
CAPACIDADE DE DEFORMAÇÃO VIGAS.	



DADOS GERAIS

DOSAGEM	AV-8
Ø MAX. (mm)	76
A/C. EQ.	0,60

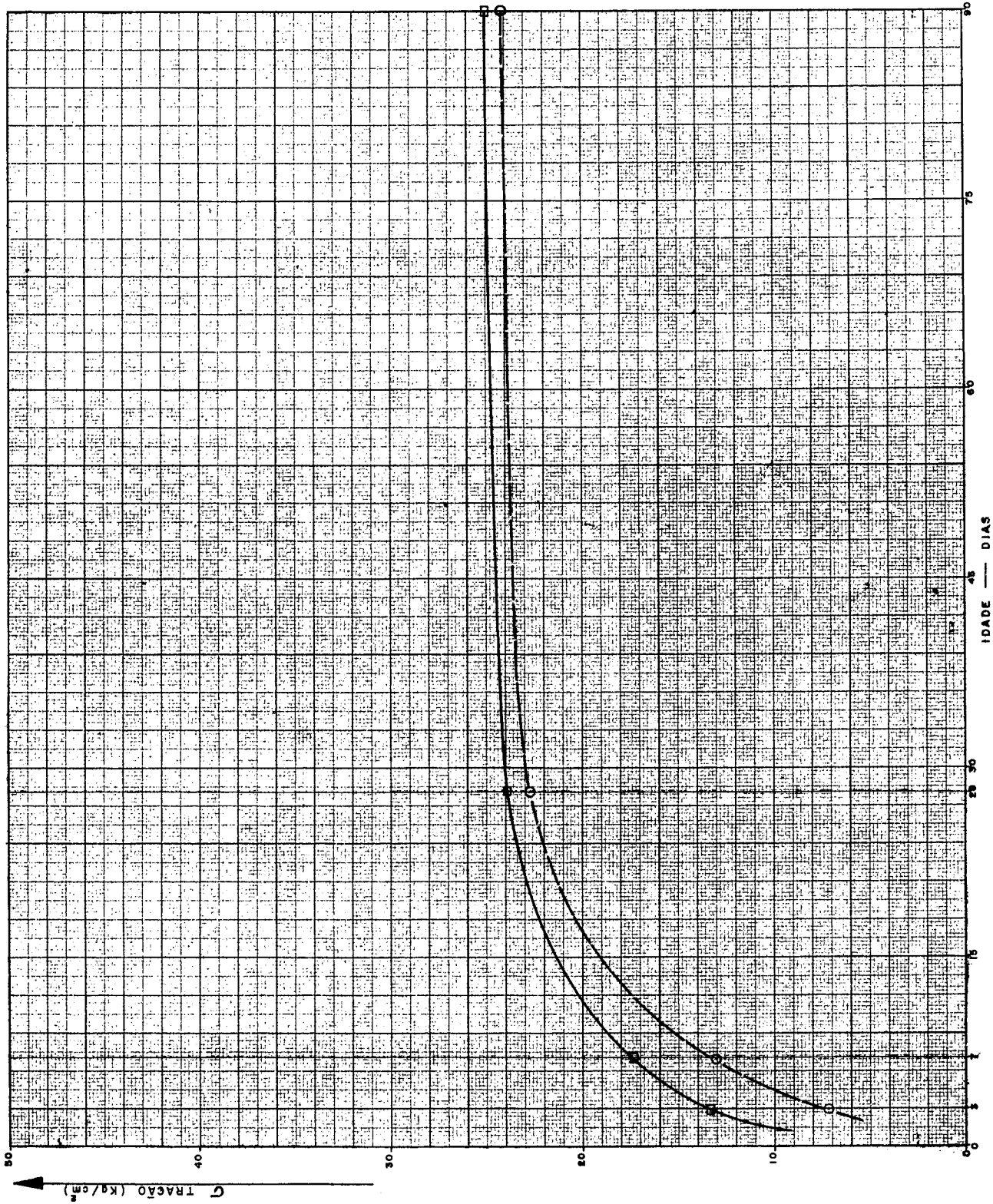
DADOS DOS ENSAIOS

IDADE DIAS	TENSÃO NA COMPRESSÃO (Kg/cm ²)		TENSÃO NA FLEXÃO (Kg/cm ²)	
	INDIVIDUAL	MÉDIA	INDIVIDUAL	MÉDIA
3	7,7	7,2	14,34	13,31
	6,9		14,15	
	7,0		11,44	
7	13,2	13,0	19,25	17,14
	11,8		14,30	
	14,1		17,86	
28	23,4	22,7	23,47	23,78
	21,9		23,96	
	22,7		23,90	
90	26,2	24,2	18,45*	25,03
	22,5		26,98	
	24,0		23,07	

* Valor não considerado na média.

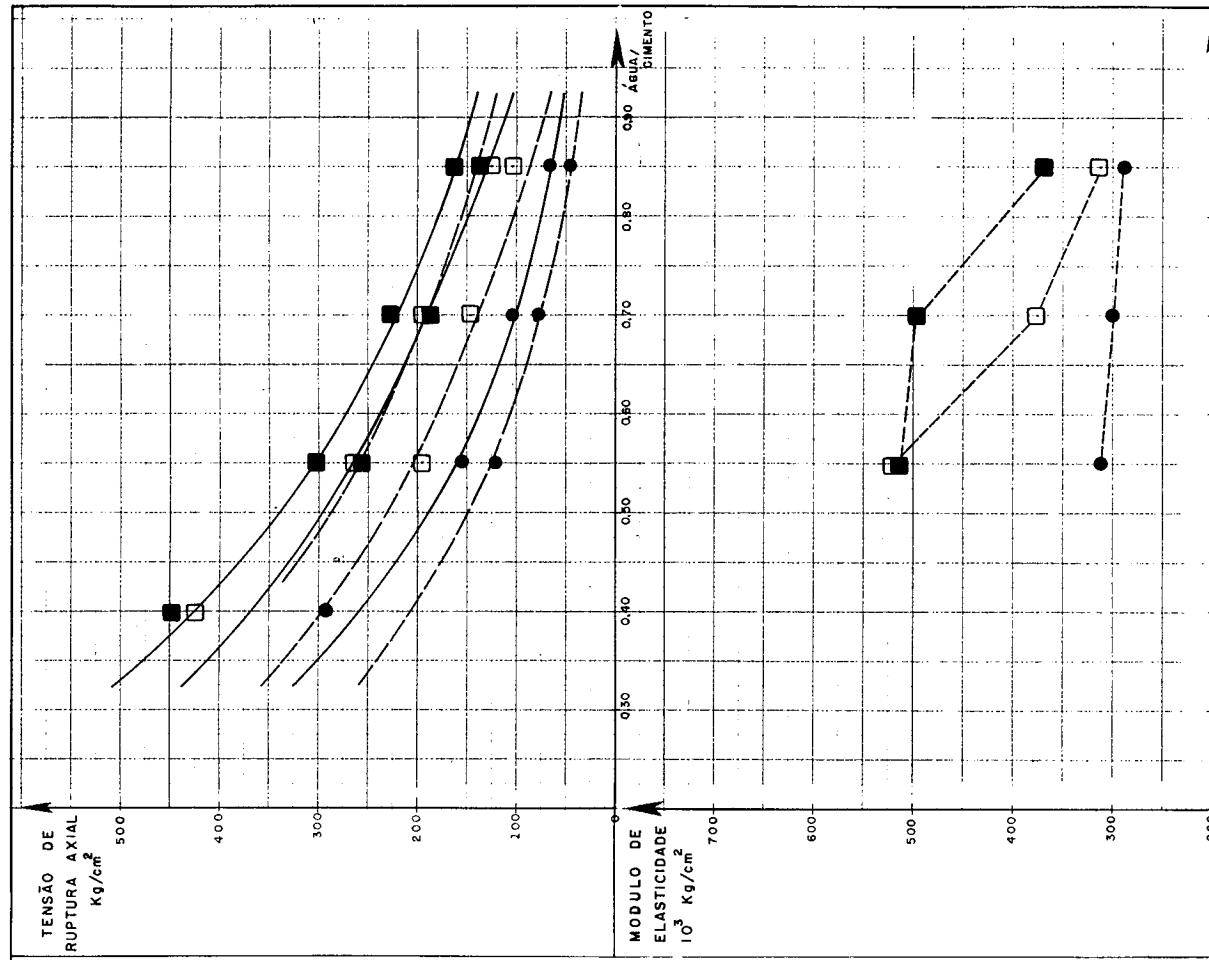
LEGENDA

- — TRACÃO NA FLEXÃO
- — TRACÃO NA COMPRESSÃO



LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA.	
TENSÃO DE TRACÃO POR FLEXÃO E POR COMPRESSÃO.	
EVOLUÇÃO COM IDADE	TT-AV-8-80

DOSAGEM		AV-9	AV-9	AV-9	AV-9
DIÂMETRO MÁXIMO (mm)		76	76	76	76
ÁGUA/CIMENTO (EQUIV.)		0,40	0,55	0,70	0,85
POZOLANA — % VOLUME SÓLIDO		30	30	30	30
COMPOSIÇÃO AREIA — % V. SÓLIDO DOS AGREGADOS	Ø 19 mm	20,4	23,0	24,1	24,3
	Ø 38 mm	32,6	32,6	32,6	32,6
EM VOLUME	Ø 76 mm	24,1	24,1	24,1	24,1
	Ø 152 mm	43,3	43,3	43,3	43,3
TRAÇO EM VOLUME SÓLIDO		1:10,3	1:15,3	1:19,7	1:23,0
CIMENTO	(Kg/m³)	171,5	119,6	94,1	80,6
POZOLANA	(Kg/m³)	57,5	40,0	31,5	27,0
ÁGUA	(Kg/m³)	98,0	94,0	94,0	98,0
AREIA	(Kg/m³)	425,0	497,0	527,0	533,0
CASCALHO 1	(Kg/m³)	538,0	538,0	538,0	538,0
CASCALHO 2	(Kg/m³)	-	-	-	-
CASCALHO 3	(Kg/m³)	707,0	707,0	707,0	707,0
BRITA 1	(Kg/m³)	-	-	-	-
BRITA 2	(Kg/m³)	439,0	439,0	439,0	439,0
BRITA 3	(Kg/m³)	-	-	-	-
BRITA 4	(Kg/m³)	-	-	-	-
ADITIVOS	INCORPORADOR	0,40	0,18	0,15	0,13
	RETARDADOR	-	-	-	-
NOMINAL	SLUMP (cm)	4,5 a 5,0	4,5 a 5,0	4,5 a 5,0	4,5 a 5,0
	AR %	4,0 a 4,5	4,0 a 4,5	4,0 a 4,5	4,0 a 4,5
	AR %	4,6	5,2	5,0	4,9
	SLUMP (cm)	4,5	4,3	4,0	4,1
	TEMPERATURA °C	15,3	15,4	14,4	14,6
OBTIDO	ÁGUA EXSUDAÇÃO %	-	3,8	8,9	9,5
	DENSIDADE FRÉSCO 1/m³	2,466	2,450	2,443	2,460
	28 DIAS	-	2,430	2,365	2,395
	RUP. (INTEGRAL) Kg/cm²	-	-	-	-
	" (PENEIRADO) "	-	-	-	-
	" (DIAMETRAL) "	-	-	-	-
	MOD. EL. INTEGRAL Kg/cm²	-	-	-	-
	" PENEIRADO "	-	-	-	-
	COEF. POISSON	-	-	-	-
	RUP. (INTEGRAL) Kg/cm²	-	120	78	48
	" (PENEIRADO) "	294	152	104	65
	" (DIAMETRAL) "	-	16,9	-	8,3
	MOD. EL. INTEGRAL Kg/cm²	-	314,000	301,000	288,000
	" PENEIRADO "	-	-	-	-
	COEF. POISSON	-	0,17	0,13	0,14
	RUP. (INTEGRAL) Kg/cm²	-	193	144	101
	" (PENEIRADO) "	418	262	193	123
	" (DIAMETRAL) "	-	25,6	-	17,5
	MOD. EL. INTEGRAL Kg/cm²	-	519,000	374,000	310,000
	" PENEIRADO "	-	-	-	-
	COEF. POISSON	-	0,20	0,21	0,22
	RUP. (INTEGRAL) Kg/cm²	-	266	187	131
	" (PENEIRADO) "	466	300	229	160
	" (DIAMETRAL) "	-	28,3	-	20,5
	MOD. EL. INTEGRAL Kg/cm²	-	507,000	495,000	370,000
	" PENEIRADO "	-	-	-	-
	COEF. POISSON	-	0,18	0,18	0,15
PERMEABILIDADE	BUREAU cm³/á (90 DIAS)	-	-	-	-
	PENETRAÇÃO 28 DIAS (cm)	-	-	-	-
	90 DIAS	-	-	-	-



LEGENDA

- 3 DIAS
- 7 DIAS
- 28 DIAS
- 90 DIAS
- PENEIRADO
- - - INTEGRAL

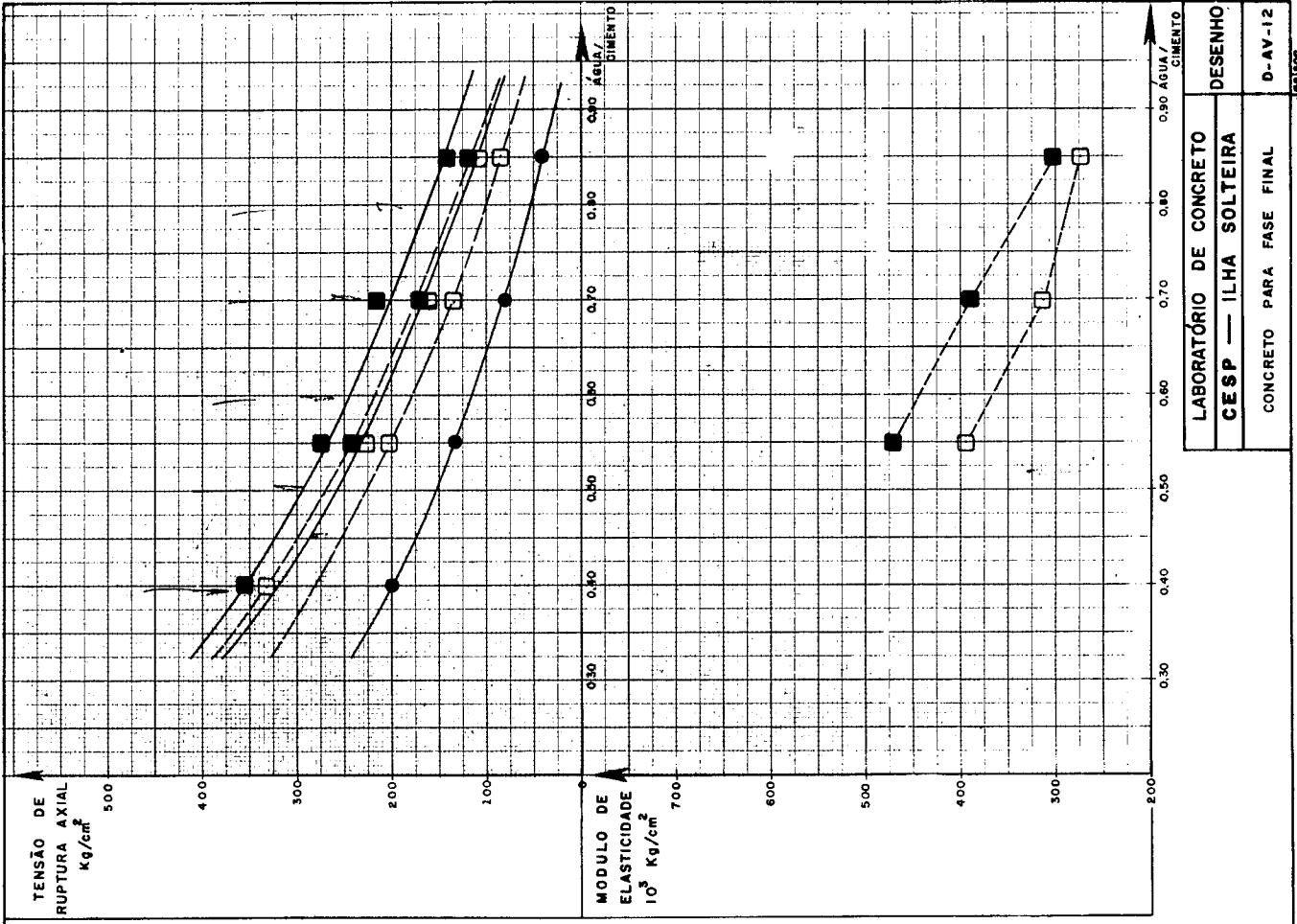
LABORATÓRIO DE CONCRETO

CESP — ILHA SOLTEIRA

CONCRETO PARA FASE FINAL

D- AV-9

DESENHO



LEGENDA

- 3 DIAS
- 7 DIAS
- 28 DIAS
- 90 DIAS
- PENEIRADO
- - - INTEGRAL

DOSAGEM		AV-12	AV-12	AV-12	AV-12
DIAMETRO MÁXIMO (mm)		152	152	152	152
ÁGUA/CIMENTO (EQUIV.)		0,40	0,55	0,70	0,85
POZOLANA — % VOLUME SÓLIDO		30	30	30	30
COMPOSIÇÃO DOS AGREGADOS EM VOLUME	AREIA — % V. SÓLIDO	15,1	17,8	18,7	18,9
	φ 19 mm	21,2	21,2	21,2	21,2
	φ 38 mm	21,4	21,4	21,4	21,4
	φ 76 mm	31,7	31,7	31,7	31,7
TRAÇO EM VOLUME SÓLIDO		25,7	25,7	25,7	25,7
CIMENTO (Kg/m³)		112,2	118,7	124,1	128,2
POZOLANA (Kg/m³)		148,7	100,5	79,0	67,6
ÁGUA (Kg/m³)		49,8	33,8	26,5	22,7
AREIA (Kg/m³)		85,0	79,0	79,0	82,0
CASCALHO 1 (Kg/m³)		324,0	396,0	421,0	427,0
CASCALHO 2 (Kg/m³)		385,0	385,0	385,0	385,0
CASCALHO 3 (Kg/m³)		385,0	385,0	385,0	385,0
BRITA 1 (Kg/m³)		-	-	-	-
BRITA 2 (Kg/m³)		-	-	-	-
BRITA 3 (Kg/m³)		637,0	637,0	637,0	637,0
BRITA 4 (Kg/m³)		520,0	520,0	520,0	520,0
ADITIVOS		0,80	0,30	0,26	0,19
RETARDADOR %		5,5	6,0	5,5	6,0
NOMINAL		4,0	4,5	4,0	4,5
SLUMP (cm)		6,0	5,9	5,9	5,6
AR %		4,5	4,5	4,5	4,0
TEMPERATURA °C		14,4	16,2	15,2	16,5
ÁGUA EXSUDAÇÃO %		-	2,4	6,9	7,3
DENSIDADE FRESCO t/m³		2,563	2,586	2,590	2,613
28 DIAS		-	2,620	2,628	2,628
RUP. (INTEGRAL) Kg/cm²		-	-	-	-
" (PENEIRADO) "		-	-	-	-
MOD. EL. INTEGRAL Kg/cm²		-	-	-	-
" (PENEIRADO) "		-	-	-	-
COEF. POISSON		-	-	-	-
RUP. (INTEGRAL) Kg/cm²		197	134	79	42
" (PENEIRADO) "		-	13,4	-	7,0
MOD. EL. INTEGRAL Kg/cm²		-	-	-	-
" (PENEIRADO) "		-	-	-	-
COEF. POISSON		-	-	-	-
RUP. (INTEGRAL) Kg/cm²		-	207	134	83
" (PENEIRADO) "		330	226	169	110
MOD. EL. INTEGRAL Kg/cm²		-	26,7	-	14,1
" (PENEIRADO) "		-	393,000	313,000	274,000
COEF. POISSON		-	-	-	-
RUP. (INTEGRAL) Kg/cm²		-	237	168	122
" (PENEIRADO) "		-	273	213	141
MOD. EL. INTEGRAL Kg/cm²		-	29,6	-	16,7
" (PENEIRADO) "		-	471,000	392,500	502,500
COEF. POISSON		-	-	-	-
BUREAU cm/Á (90 DIAS)		-	0,45x10-10	1,4x10-10	1,5 x 10-10
PENETRAÇÃO 28 DIAS (cm)		-	1,3	2,7	8,5
BILIDADE 90 DIAS		-	0,0	1,7	2,3

LABORATÓRIO DE CONCRETO		DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA		
CONCRETO PARA FASE FINAL		D-AV-12

CARACTERÍSTICAS DO CONCRETO

NOMENCLATURA	AV-12	AV-12
DIAM - MAX - mm	152	152
A / O	0,85	0,55
SLUMP (cm)	4,0	4
% AR (pp)	6	6

CARACTERÍSTICAS DA MISTURA

MATERIAL	PESO kg/m ³	
CIMENTO	67,6	100,5
POZOLANA	22,7	33,8
ÁGUA	82,0	79,0
AREIA	427	396
CASCALHO 1	385	385
CASCALHO 2	385	385
CASCALHO 3	-	-
BRITA 1	-	-
BRITA 2	-	-
BRITA 3	537	537
BRITA 4	520	520
INCORPORADOR	0,172	0,349
RETARDADOR	-	-

CARACTERÍSTICAS DO CIMENTO

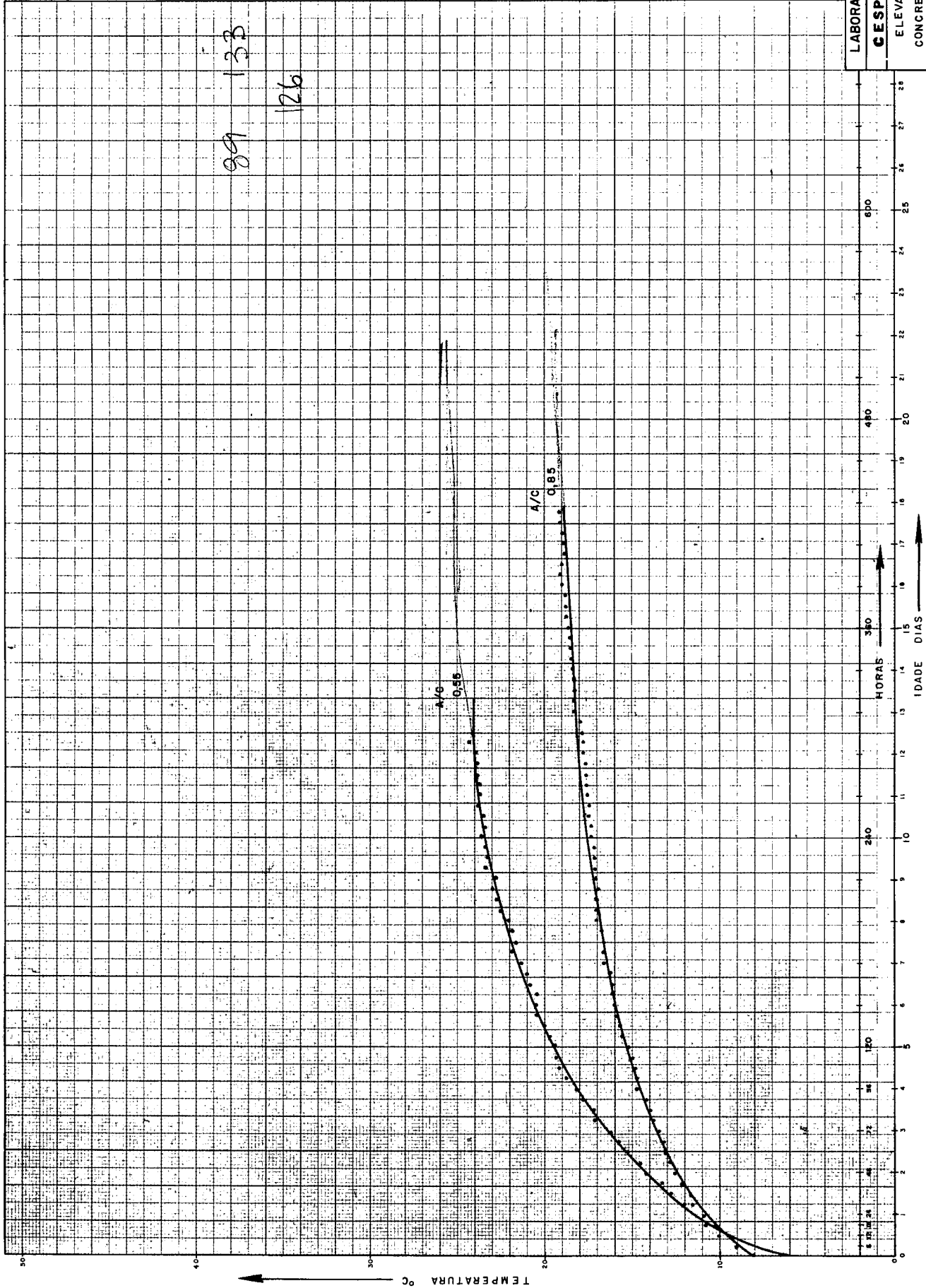
CALOR DE HIDRATAÇÃO CAL/g	7 DIAS	28 DIAS
	82,0	93,0
	79,0	92,0

DADOS DO ENSAIO

TEMPERATURA INICIAL °C	8,0	6,2
TEMPERATURA EQUILÍBRIO °C	19,2	24,3
EVOLUÇÃO (T _i - T _e) °C	11,2	18,1

TEMPERATURA DE LANÇAMENTO °C	8,0	6,2
------------------------------	-----	-----

LABORATÓRIO DE CONCRETO		DESENHO
CESP - ILHA SOLTEIRA		
ELEVACÃO	ADIABÁTICA	AD-AV-12
CONCRETO	DOSAGEM AV-12	



DADOS GERAIS

DOSAGEM	AV-12
ϕ Max (mm)	152
A/CEQ.	0,85
IDADE (DIAS)	3

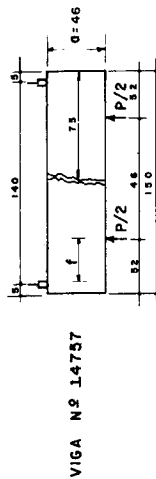
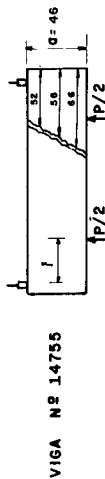
DADOS DO ENSAIO

LEGENDA	VIGA Nº	PESO (kg)	TENSÃO DE RUPTURA (Kg/cm ²)		DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA	
			MÁXIMA	95 %	MÁXIMA	95 %
v	14755	815	6,56	6,23	-	23
o	14756	831	8,72	8,28	-	33
•	14757	819	8,63	8,20	-	42
—	MÉDIA	822	7,97	7,57	-	33

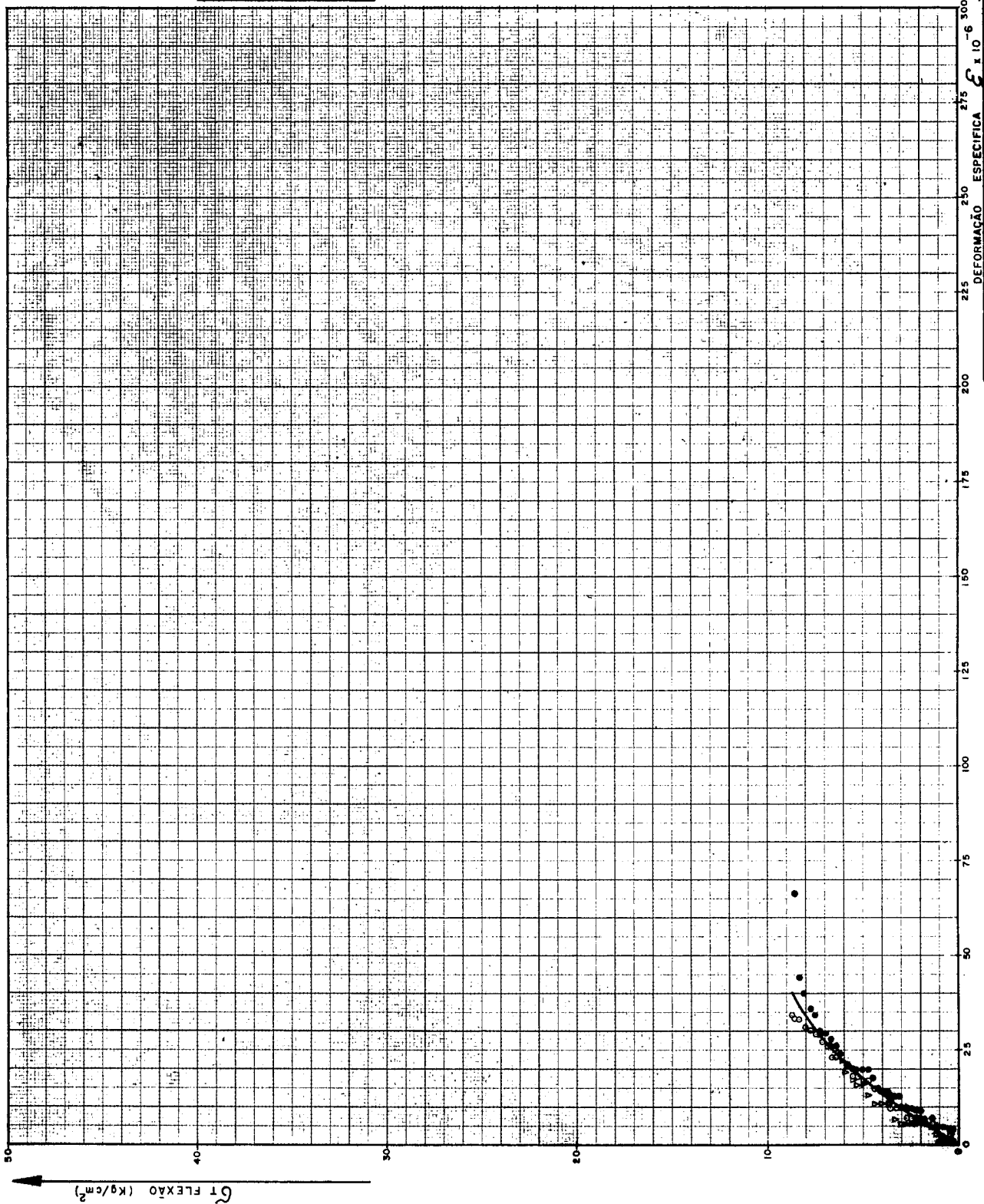
TENSÃO MÉDIA DE TRAÇÃO POR RUPTURA DIAMETRAL — CONCRETO PENEIRADO Kg/cm ²	4,4
--	-----

VELOCIDADE DE CARREGAMENTO (MÉDIA) = 0,17 kg/cm²/min.

LOCAL DA RUPTURA (medidas em cm).



LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA.	
TENSÃO DE TRAÇÃO POR FLEXÃO	V-AV-12-3
CAPACIDADE DE DEFORMAÇÃO VIGAS.	



DADOS GERAIS

DOSAGEM	AV-12
ϕ Max (mm)	152
A/CEQ.	0,85
IDADE (DIAS)	7

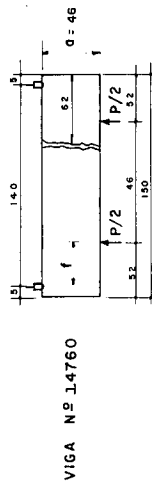
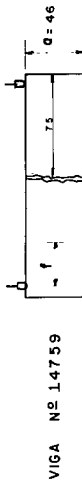
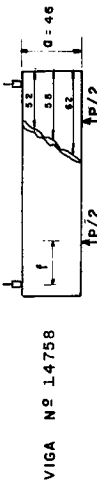
DADOS DO ENSAIO

LEGENDA	VIGA Nº	PESO (Kg)	TENSÃO DE RUPTURA (Kg/cm ²)		DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA x 10 ⁶	
			MÁXIMA 95 %	MÁXIMA 95 %	MÁXIMA 95 %	MÁXIMA 95 %
▽	14758	820	10,83	10,29	-	59
○	14759	822	10,32	9,80	-	85
●	14760	818	9,78	9,29	-	70
—	MÉDIA	820	10,31	9,79	-	71

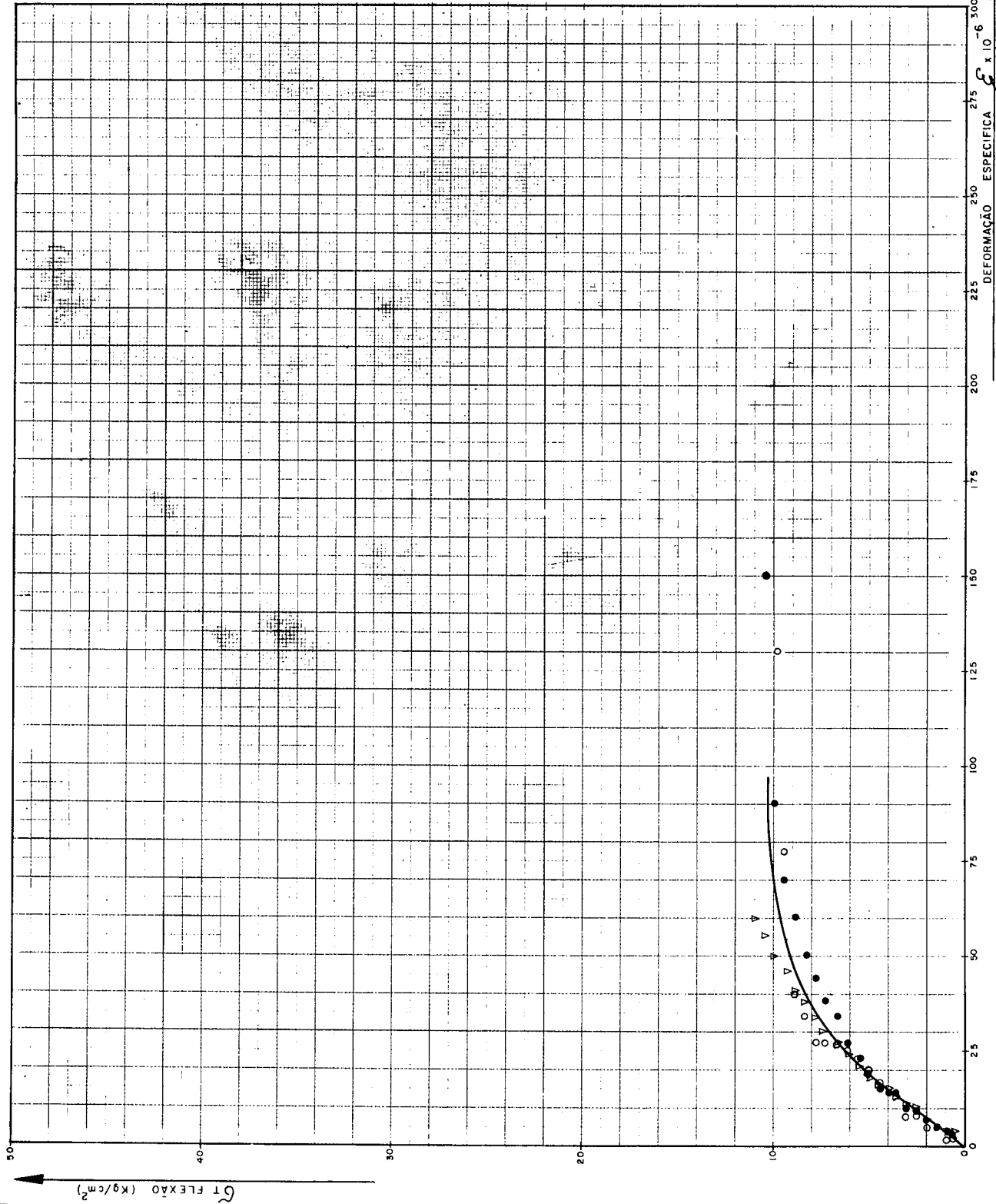
TENSÃO MÉDIA DE TRACÃO POR RUPTURA DIAMETRAL — CONCRETO PENEIRADO Kg/cm ²	7,1
--	-----

VELOCIDADE DE CARREGAMENTO (MÉDIA) = 0,17 kg/cm²/min.

LOCAL DA RUPTURA (medidas em cm).



LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA.	
TENSÃO DE TRACÃO POR FLEXÃO	V-AV-12-7
CAPACIDADE DE DEFORMAÇÃO VIGAS.	



DADOS GERAIS

DOSAGEM	AV-12
ϕ Max (mm)	132
A/CEQ.	0,85
IDADE (DIAS)	28

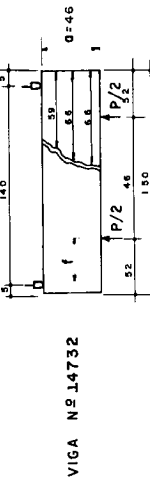
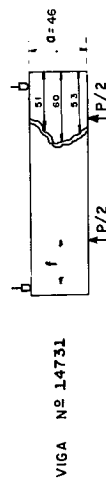
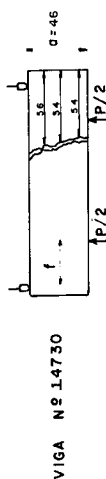
DADOS DO ENSAIO

LEGENDA	VIGA	PÊSO (Kg)	TENSÃO DE RUPTURA (kg/cm ²)		DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA $\times 10^6$	
			MÁXIMA	95 %	MÁXIMA	95 %
∇	14730	830	14,40	13,68	-	32
$\circ$	14731	829	18,54	17,61	-	46
$\bullet$	14732	828	16,90	16,05	-	46
—	MÉDIA	829	16,61	15,78	-	41

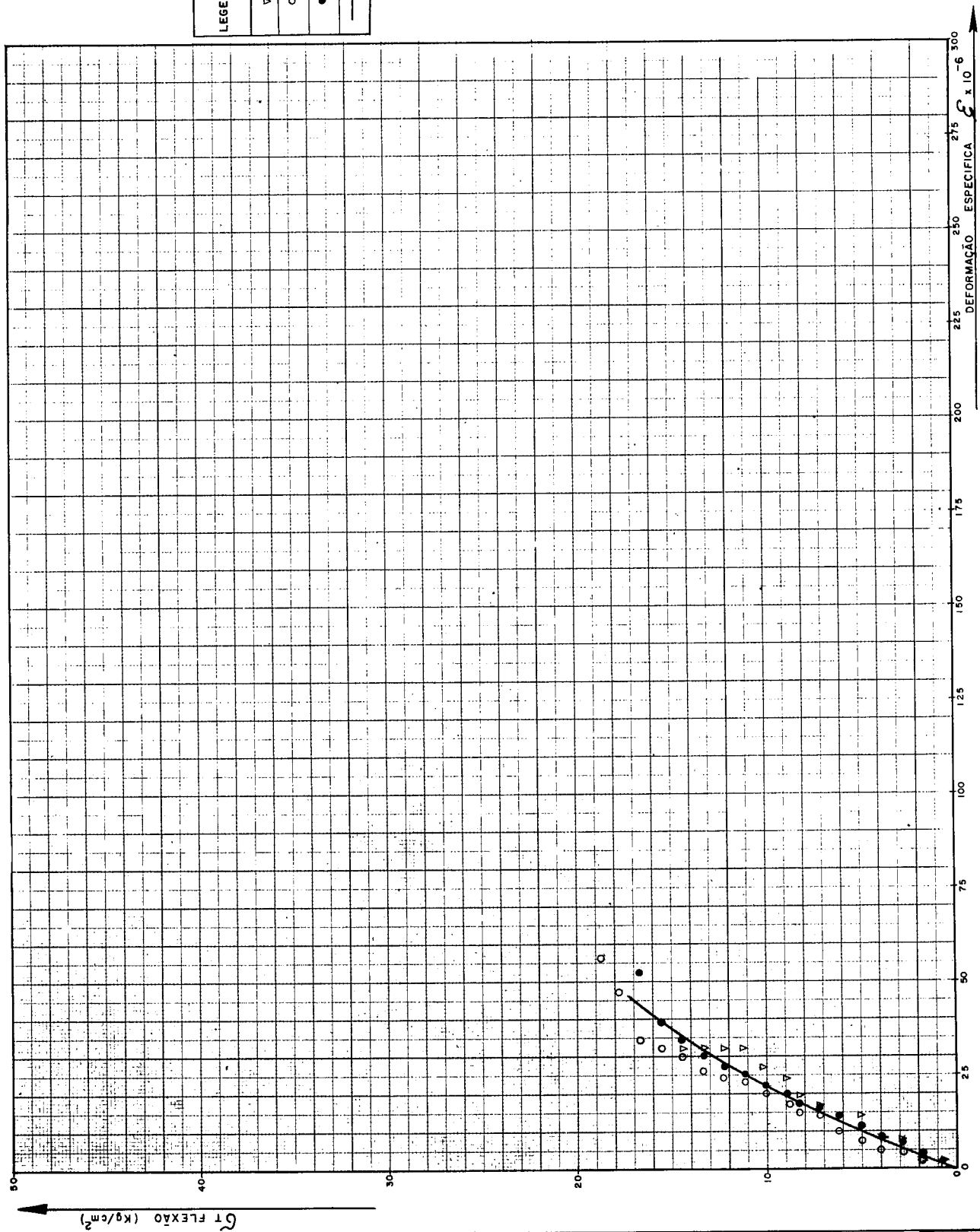
TENSÃO MÉDIA DE TRACÇÃO POR RUPTURA DIAMETRAL — CONCRETO PENEIRADO Kg/cm ²	15,4
---	------

VELOCIDADE DE
CARREGAMENTO (MÉDIA) = 0,20 kg/cm²/min.

LOCAL DA RUPTURA (medidas em cm).



LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA	
TENSÃO DE TRACÇÃO POR FLEXÃO	
CAPACIDADE DE DEFORMAÇÃO VIGAS.	V-AV-12-28



DADOS GERAIS

DOSAGEM	AV-12
ϕ Max (mm)	152
A/CEQ	0,85
IDADE (DIAS)	90

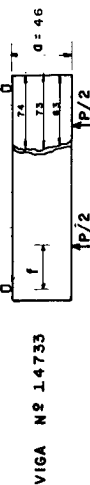
DADOS DO ENSAIO

LEGENDA	VIGA Nº	PESO (Kg)	TENSÃO DE RUPTURA (Kg/cm ²)		DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA x 10 ⁶	
			MÁXIMA	95 %	MÁXIMA	95 %
A	14733	836,0	20,70	19,67	-	64
O	14734	833,0	20,27	19,26	-	53
●	14735	836,0	20,05	19,05	-	87
—	MÉDIA	834,0	20,34	19,32	-	68

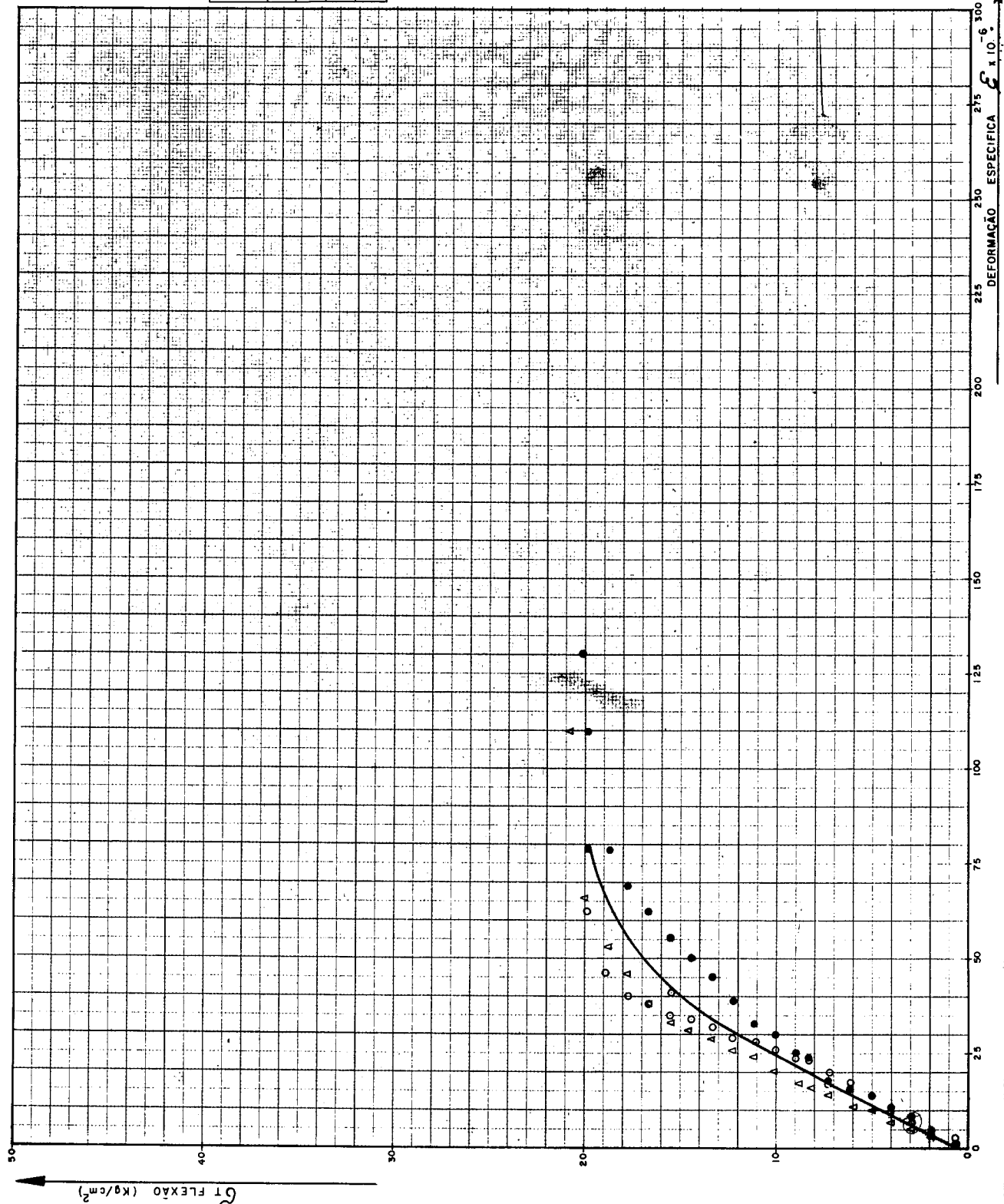
TENSÃO MÉDIA DE TRAÇÃO POR RUPTURA DIAMETRAL — CONCRETO PENEIRADO Kg/cm ²	19,3
--	------

VELOCIDADE DE CARREGAMENTO (MÉDIA) = 0,21 kg/cm²/min.

LOCAL DA RUPTURA (medidas em cm).



LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA.	
TENSÃO DE TRAÇÃO POR FLEXÃO	VAV-12-90
CAPACIDADE DE DEFORMAÇÃO VIGAS.	



DADOS GERAIS

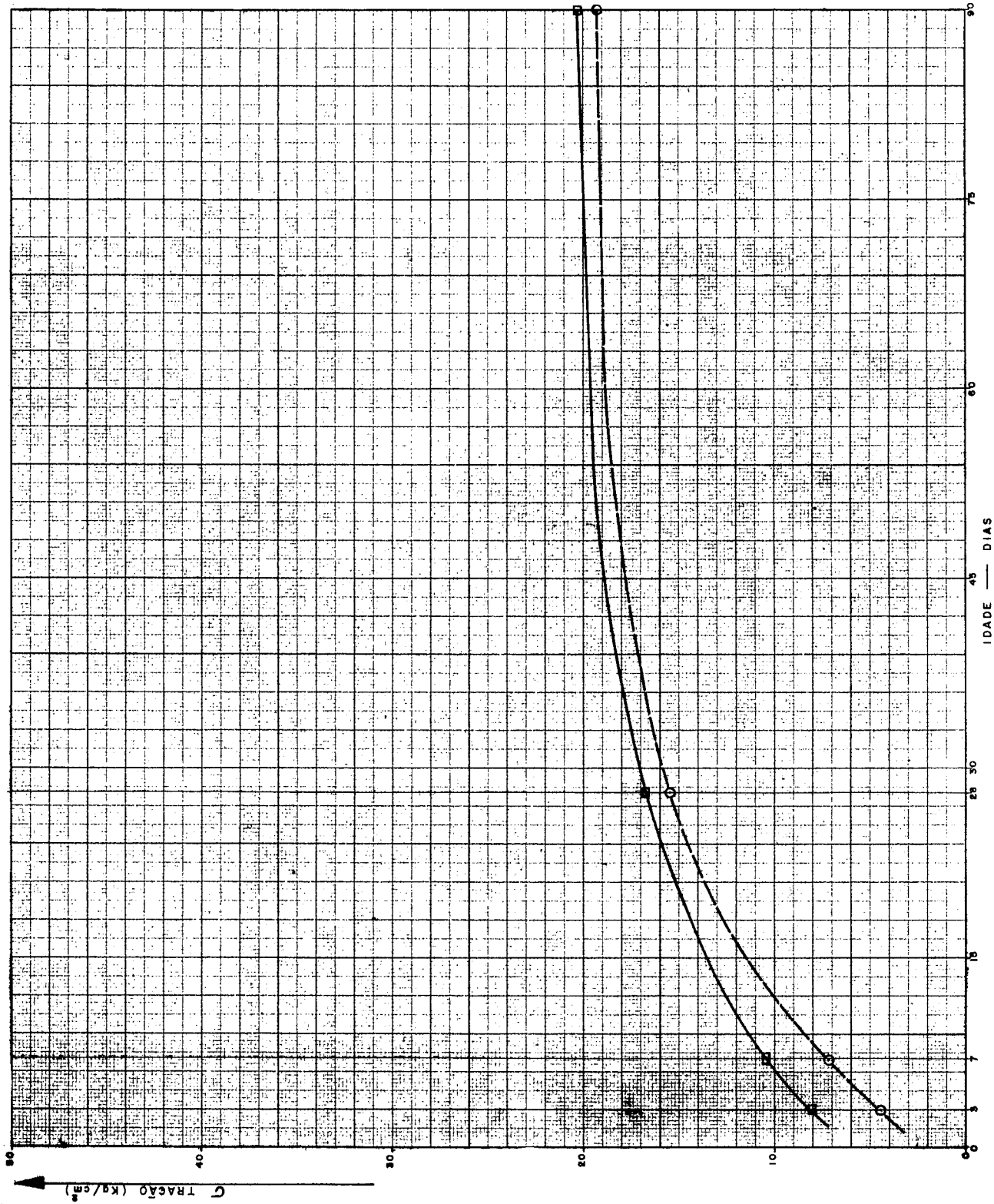
DOSAGEM	AV-12
Ø MAX. (mm)	152
A/C. EQ.	0,85

DADOS DOS ENSAIOS

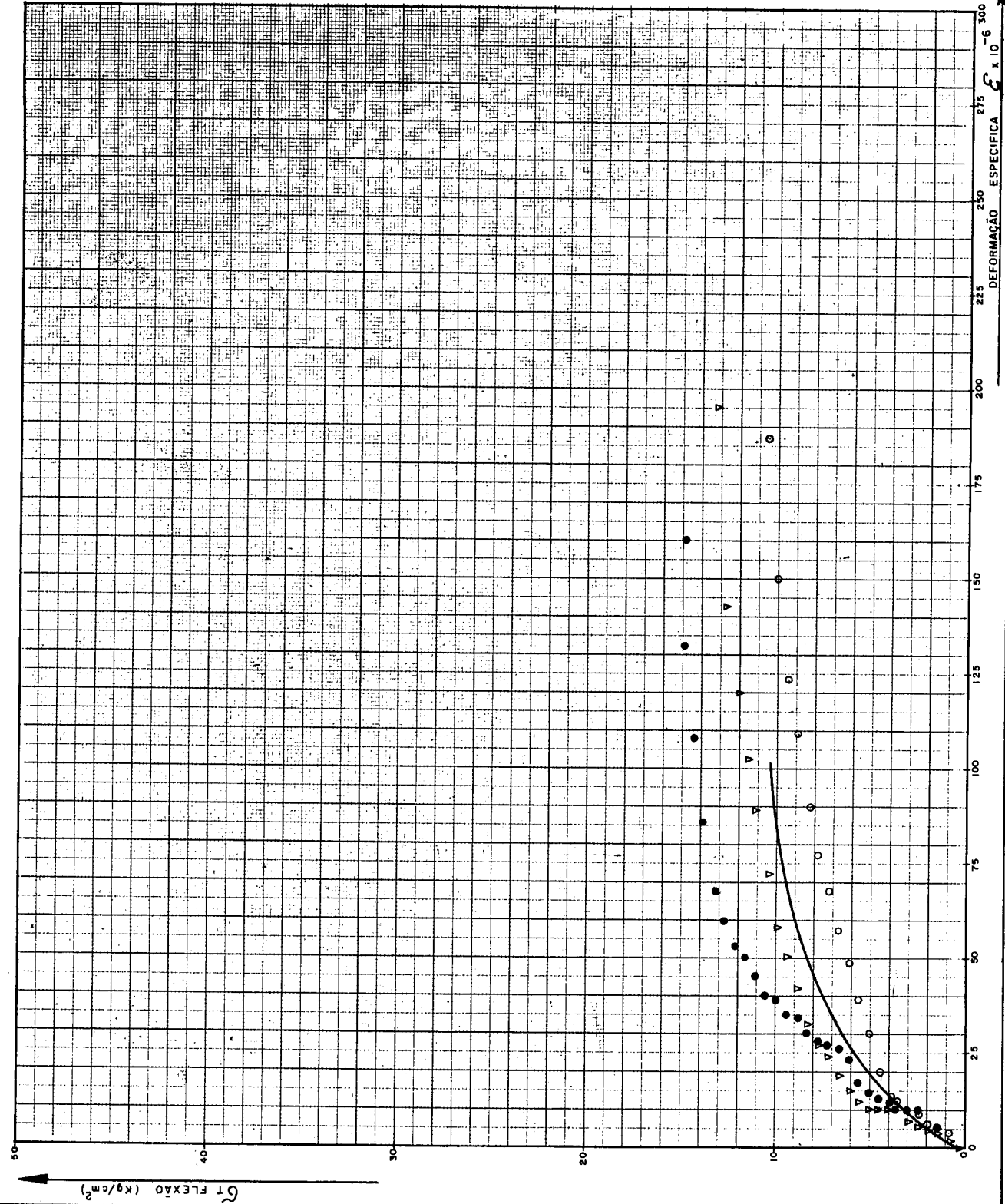
IDADE DIAS	TENSÃO NA COMPRESSÃO (Kg/cm ²)		TENSÃO NA FLEXÃO (Kg/cm ²)	
	INDIVIDUAL	MÉDIA	INDIVIDUAL	MÉDIA
3	4,8	4,4	6,56	7,97
	4,4		8,72	
	4,1		8,63	
7	7,3	7,1	10,83	10,31
	6,9		10,32	
	7,1		9,78	
28	15,8	15,4	14,40	16,61
	14,9		18,54	
	15,4		16,90	
90	20,3	19,3	20,70	20,34
	19,5		20,27	
	18,0		20,05	

LEGENDA

- — — — — — TRACÇÃO NA FLEXÃO
- — — — — — TRACÇÃO NA COMPRESSÃO



LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA.	
TENSÃO DE TRACÇÃO POR FLEXÃO E POR COMPRESSÃO.	
EVOLUÇÃO COM IDADE	TT-AV-12-83



DADOS GERAIS

DOSAGEM	AV-12
ϕ Max (mm)	152
A/CEQ.	0,60
IDADE (DIAS)	3

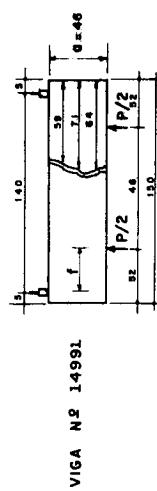
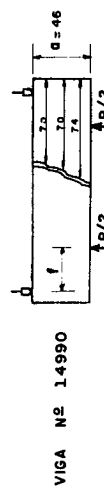
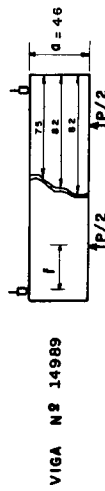
DADOS DO ENSAIO

LEGENDA	VIGA Nº	PÊSO (Kg)	TENSÃO DE RUPTURA (Kg/cm²)				DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA $\times 10^6$	
			MÁXIMA	95 %	MÁXIMA	95 %	MÁXIMA	95 %
▽	14989	829,0	13,53	12,85	-	-	161	-
○	14990	816,0	10,88	10,33	-	-	176	-
●	14991	830,0	14,84	14,10	-	-	100	-
—	MÉDIA	825,0	13,08	12,43	-	-	146	-

TENSÃO MÉDIA DE TRACÇÃO POR RUPTURA DIAMETRAL — CONCRETO PENEIRADO Kg/cm²	8,2
---	-----

VELOCIDADE DE CARREGAMENTO (MÉDIA) = 0,15 kg/cm²/min.

LOCAL DA RUPTURA (medidas em cm).



LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA.	
TENSÃO DE TRACÇÃO POR FLEXÃO	
CAPACIDADE DE DEFORMAÇÃO VIGAS.	
V. AV-12-3/1	

DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA $\times 10^{-6}$

DADOS GERAIS

DOSAGEM	AV-12
ϕ Max (mm)	152
A/CEQ.	0,60
IDADE (DIAS)	7

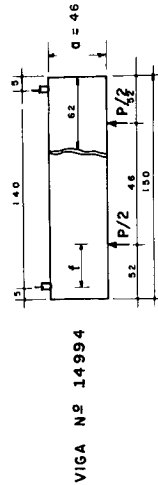
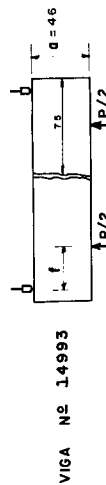
DADOS DO ENSAIO

LEGENDA	VIGA Nº	PÊSO (Kg)	TENSÃO DE RUPTURA (Kg/cm ²)		DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA x 10 ⁶	
			MÁXIMA	95 %	MÁXIMA	95 %
▽	14992	831,0	19,84	18,85	-	65
○	14993	829,0	17,01	16,16	-	63
●	14994	832,0	17,44	16,57	-	77
—	MÉDIA	830,7	18,10	17,19	-	68

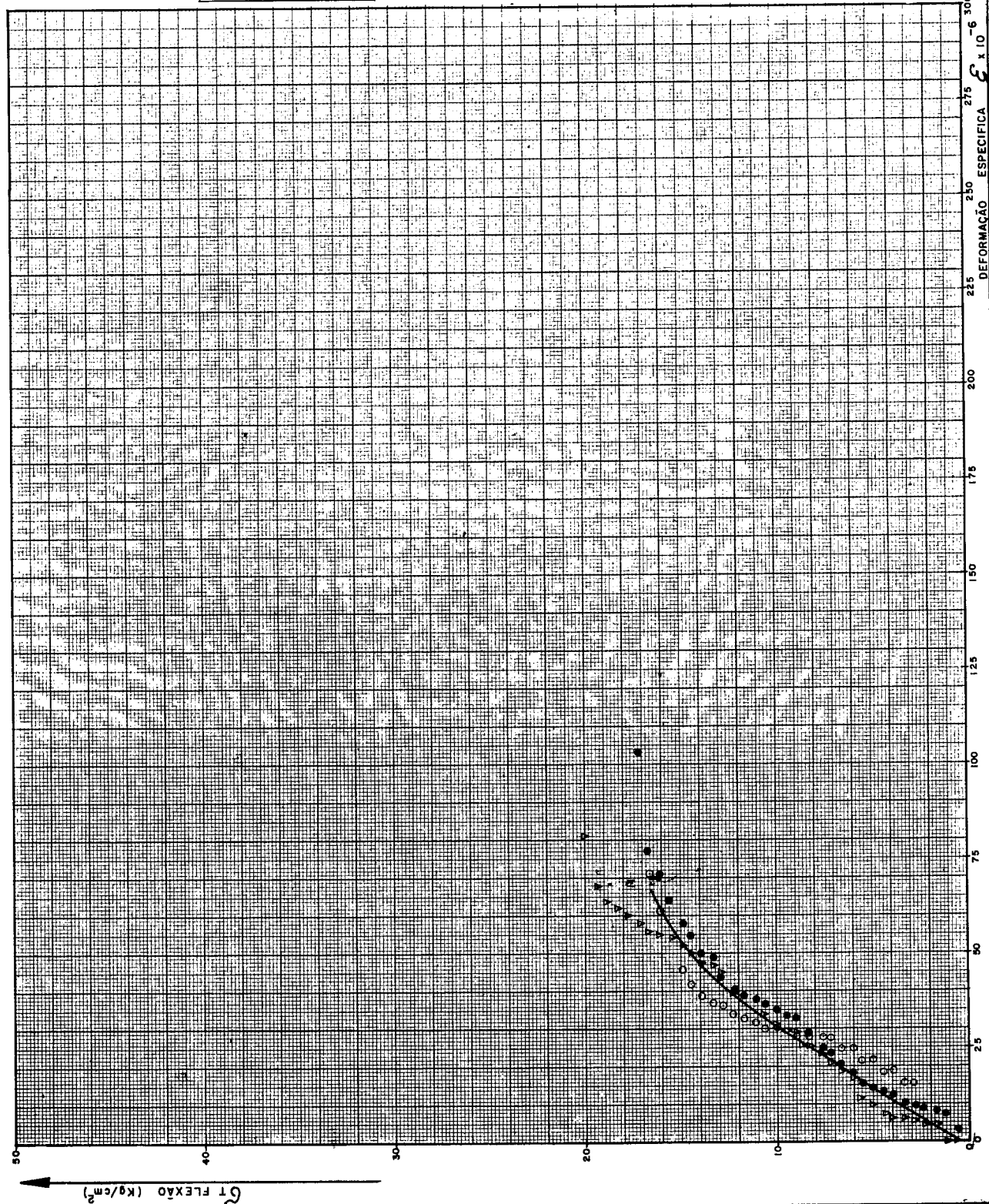
TENSÃO MÉDIA DE TRAÇÃO POR RUPTURA DIAMETRAL — CONCRETO PENEIRADO Kg/cm ²	16,0
--	------

VELOCIDADE DE CARREGAMENTO (MÉDIA) = 0,17 kg/cm²/min.

LOCAL DA RUPTURA (medidas em cm.).



LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA.	
TENSÃO DE TRAÇÃO POR FLEXÃO	V-AV-12-7/1
CAPACIDADE DE DEFORMAÇÃO VIGAS.	



DADOS GERAIS

DOSAGEM	AV-12
ϕ Max (mm)	152
A/CEQ.	0,60
IDADE (DIAS)	28

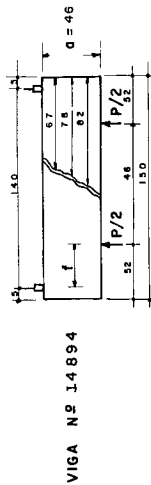
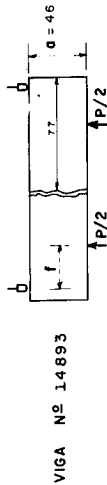
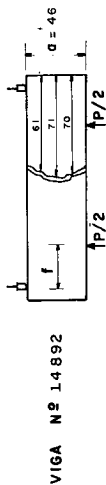
DADOS DO ENSAIO

LEGENDA	VIGA Nº	PÊSO (Kg)	TENSÃO DE RUPTURA (Kg/cm ²)		DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA x 10 ⁶	
			MAXIMA	95 %	MAXIMA	95 %
▽	14892	826,0	27,07	25,71	-	62
○	14893	817,4	29,95	28,45	-	57
●	14894	821,0	24,88	23,64	-	48
—	MÉDIA	821,5	27,30	25,93	-	57

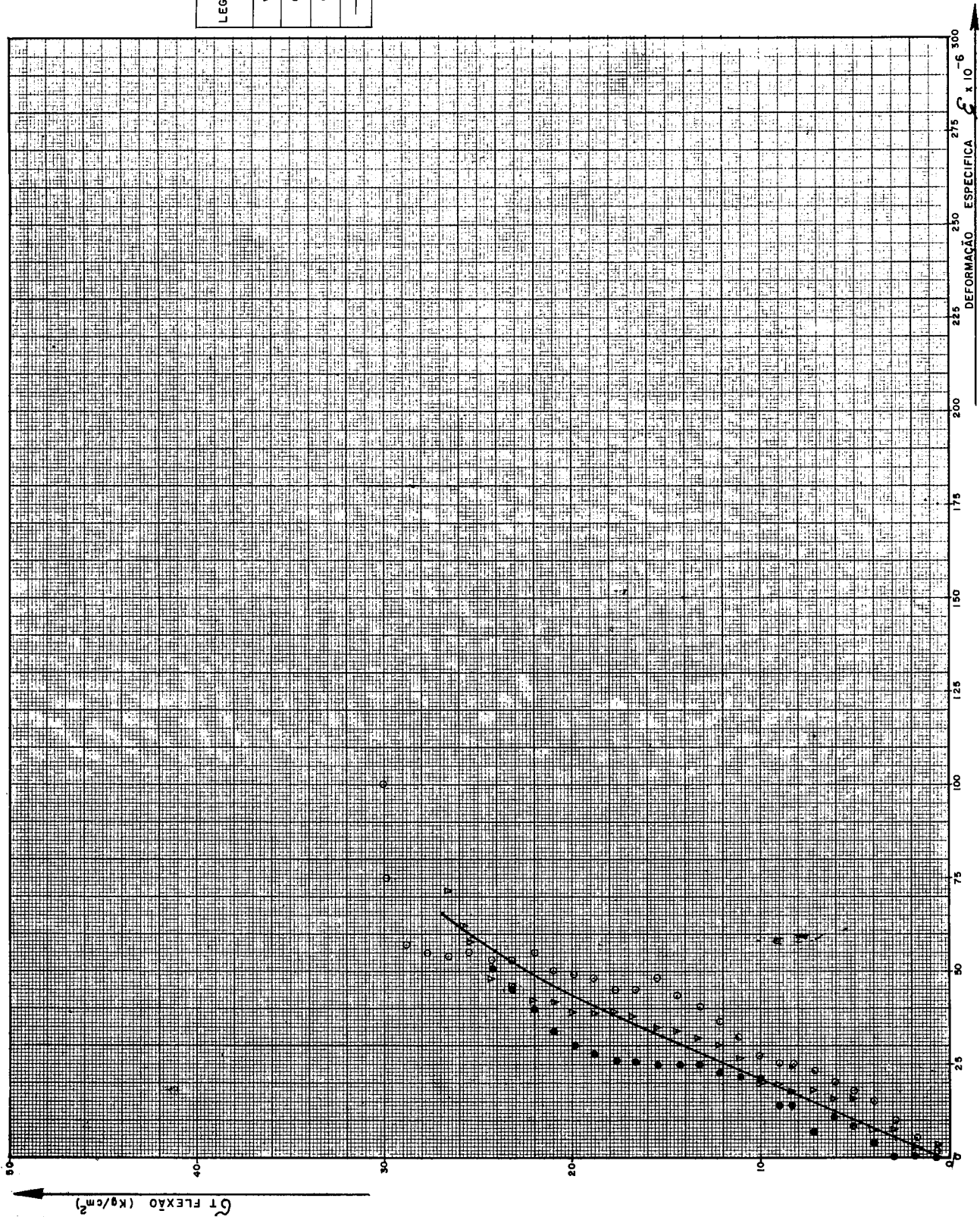
TENSÃO MÉDIA DE TRACÃO POR RUPTURA DIAMETRAL — CONCRETO PENERADO	25,0
--	------

VELOCIDADE DE CARREGAMENTO (MÉDIA) = 0,21 kg/cm²/min.

LOCAL DA RUPTURA (medidas em cm).



LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA.	
TENSÃO DE TRACÃO POR FLEXÃO	V-AV-12-28/1
CAPACIDADE DE DEFORMAÇÃO VIGAS.	



DADOS GERAIS

DOSAGEM	AV-12
ϕ Max (mm)	152
A/CEQ.	0,60
IDADE (DIAS)	90

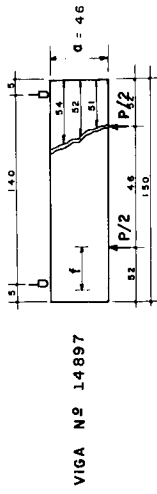
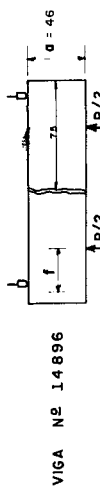
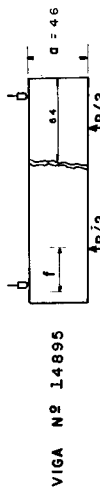
DADOS DO ENSAIO

LEGENDA	VIGA Nº	PÊSO (Kg)	TENSÃO DE RUPTURA (Kg/cm ²)		DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA x 10 ⁶	
			MÁXIMA	95 %	MÁXIMA	95 %
▽	14895	827,0	30,04	28,54	-	66
○	14896	832,0	28,49	27,07	-	119
●	14897	828,0	27,18	25,82	-	81
—	MÉDIA	829,0	28,57	27,14	-	89

TENSÃO MÉDIA DE TRACÇÃO POR RUPTURA DIAMETRAL — CONCRETO PENEIRADO Kg/cm ²	25,9
---	------

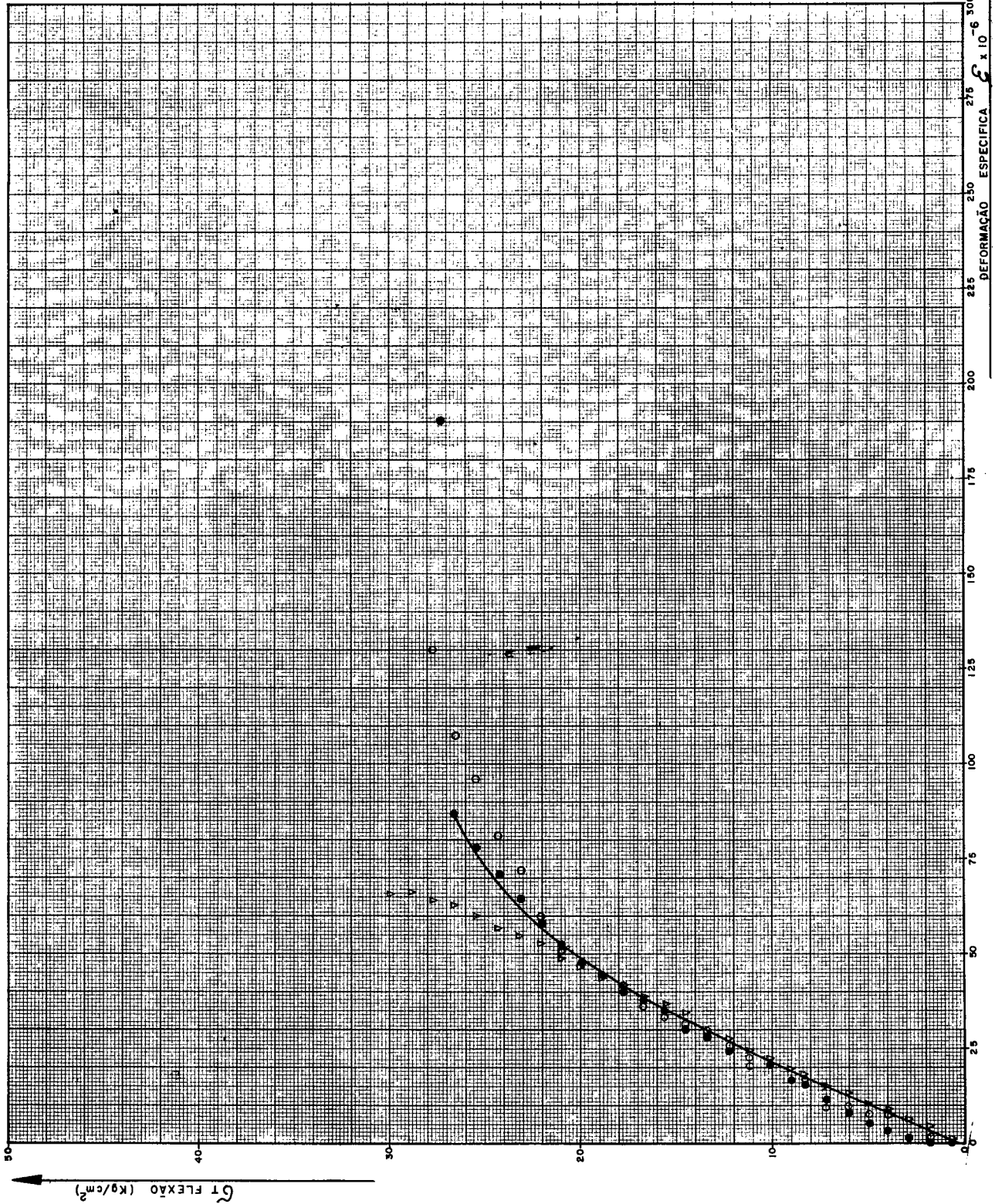
VELOCIDADE DE CARREGAMENTO (MÉDIA) = 0,21 kg/cm²/min

LOCAL DA RUPTURA (medidas em cm).



LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA.	
TENSÃO DE TRACÇÃO POR FLEXÃO	
CAPACIDADE DE DEFORMAÇÃO VIGAS.	

—125—



DADOS GERAIS

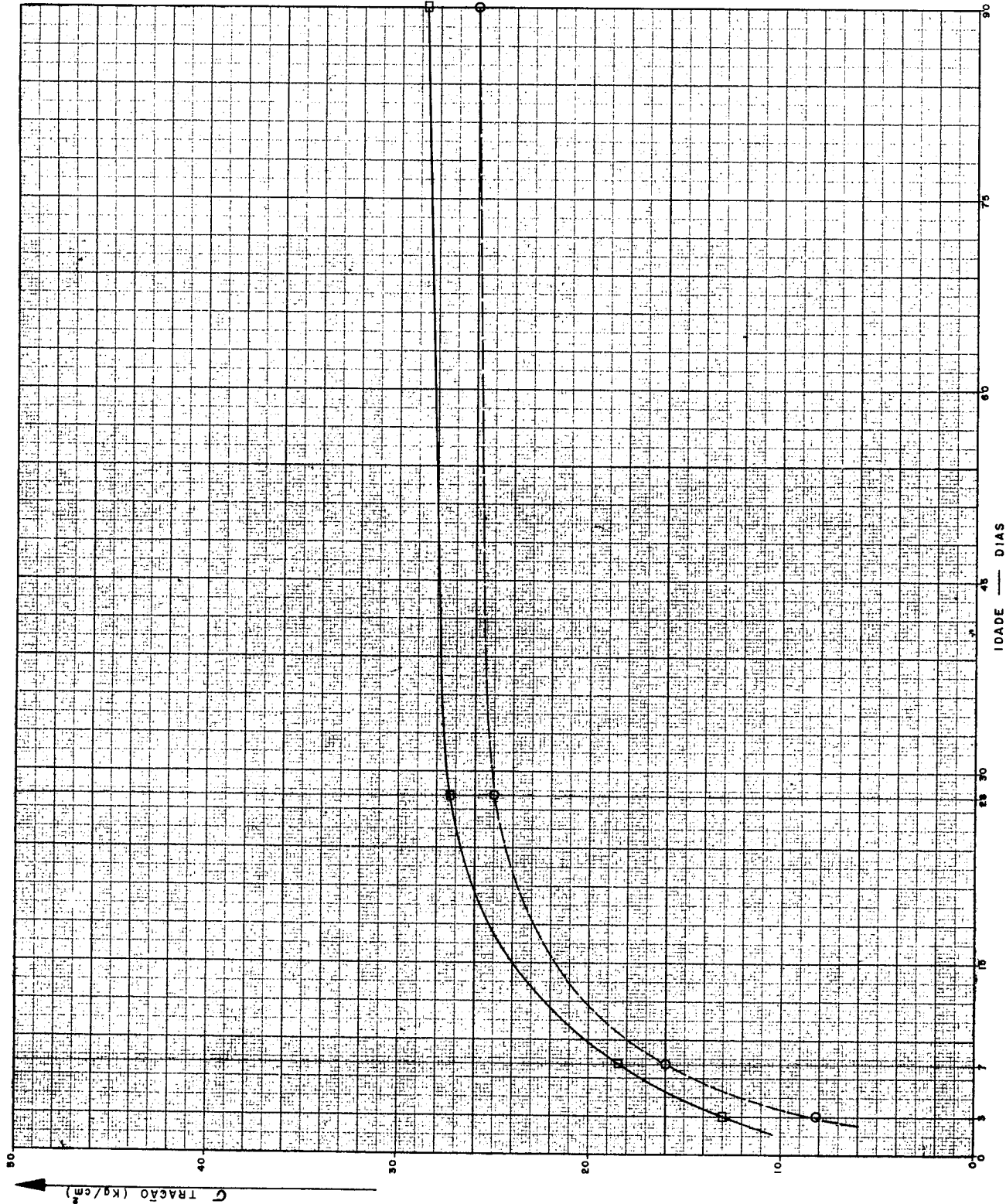
DOSAGEM	AV-12
Ø MAX. (mm)	152
A/C. Eq.	0,60

DADOS DOS ENSAIOS

IDADE DIAS	TENSÃO NA COMPRESSÃO (Kg/cm²)		TENSÃO NA FLEXÃO (Kg/cm²)	
	INDIVIDUAL	MÉDIA	INDIVIDUAL	MÉDIA
3	7,9	8,2	13,53	13,08
	8,7		10,88	
	8,0		14,84	
7	14,8	16,0	19,84	18,10
	18,0		17,01	
	15,1		17,44	
28	25,3	25,0	27,07	27,30
	24,4		29,95	
	25,3		24,88	
90	26,4	25,9	30,04	28,57
	24,7		28,49	
	26,5		27,18	

LEGENDA

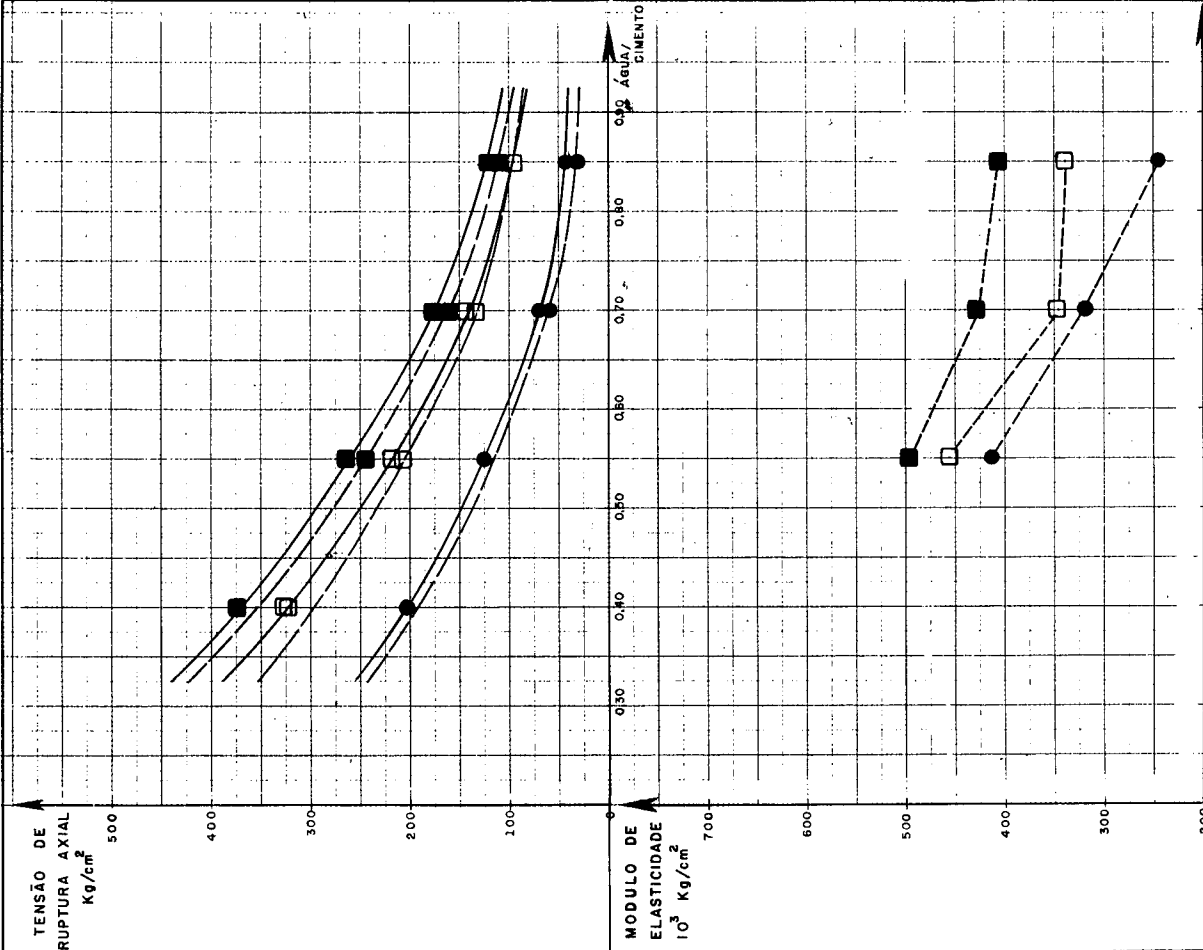
- — TRACÃO NA FLEXÃO
○ — TRACÃO NA COMPRESSÃO



DOSAGEM		AV-13	AV-13	AV-13	AV-13
DIAMETRO MAXIMO (mm)	152	152	152	152	152
	0,40	0,55	0,70	0,85	0,85
ÁGUA/CIMENTO (EQUIV.)		40	40	40	40
POZOLANA — % VOLUME SOLIDO		15,1	17,8	18,7	18,8
COMPOSIÇÃO DOS	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2
	21,4	21,4	21,4	21,4	21,4
AGREGADOS	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7
	25,7	25,7	25,7	25,7	25,7
EM VOLUME		1112,2	1118,7	1124,1	1127,9
TRAÇO EM VOLUME SOLIDO		127,4	86,1	67,8	58,6
CIMENTO (Kg/m³)	66,5	45,0	35,3	30,5	30,5
	85,0	79,0	79,0	83,0	83,0
POZOLANA (Kg/m³)		323,0	396,0	421,0	423,0
ÁGUA (Kg/m³)	385,0	385,0	385,0	385,0	385,0
	385,0	385,0	385,0	385,0	385,0
CASCALHO 1 (Kg/m³)		-	-	-	-
CASCALHO 2 (Kg/m³)		-	-	-	-
CASCALHO 3 (Kg/m³)		-	-	-	-
BRITA 1 (Kg/m³)		-	-	-	-
BRITA 2 (Kg/m³)		-	-	-	-
BRITA 3 (Kg/m³)		637,0	637,0	637,0	637,0
BRITA 4 (Kg/m³)		520,0	520,0	520,0	520,0
ADITIVOS	0,85	0,25	0,18	0,21	0,21
	-	-	-	-	-
INCORPORADOR		5,5 a 6,0	5,5 a 6,0	5,5 a 6,0	5,5 a 6,0
RETARDADOR		4,0 a 4,5	4,0 a 4,5	4,0 a 4,5	4,0 a 4,5
NOMINAL	AR %	5,6	5,8	5,8	5,7
	SLUMP (cm)	4,8	4,4	4,0	4,5
OBTIDO	TEMPERATURA °C	16,1	15,8	16,8	16,5
	ÁGUA EXSUDAÇÃO %	-	3,0	10,2	12,0
DENSIDADE FRESCO	1/m³	2,510	2,580	2,580	2,580
	28 DIAS	-	2,649	2,623	2,614
3 DIAS	RUP. (INTEGRAL) Kg/cm²	-	-	-	-
	" (PENEIRADO) "	-	-	-	-
7 DIAS	MOD. EL. INTEGRAL Kg/cm²	-	-	-	-
	" (DIAMETRAL) "	-	-	-	-
28 DIAS	COEF. POISSON	-	-	-	-
	RUP. (INTEGRAL) Kg/cm²	204	124	63	36
90 DIAS	" (PENEIRADO) "	-	123	68	42
	" (DIAMETRAL) "	-	12,0	-	5,8
PERMEA- BILIDADE	MOD. EL. INTEGRAL Kg/cm²	-	416.000	321.000	246.000
	" (PENEIRADO) "	-	-	-	-
28 DIAS	COEF. POISSON	-	-	-	-
	RUP. (INTEGRAL) Kg/cm²	-	202	126	90
90 DIAS	" (PENEIRADO) "	322	216	143	89
	" (DIAMETRAL) "	-	26,2	-	12,8
PERMEA- BILIDADE	MOD. EL. INTEGRAL Kg/cm²	-	454.000	347.000	338.000
	" (PENEIRADO) "	-	-	-	-
28 DIAS	COEF. POISSON	-	-	-	-
	RUP. (INTEGRAL) Kg/cm²	-	248	160	101
90 DIAS	" (PENEIRADO) "	373	255	172	119
	" (DIAMETRAL) "	-	29,1	-	15,6
PERMEA- BILIDADE	MOD. EL. INTEGRAL Kg/cm²	-	493.000	427.000	419.000
	" (PENEIRADO) "	-	-	-	-
28 DIAS	COEF. POISSON	-	-	-	-
	BUREAU cm/á (90 DIAS)	-	-	-	-
90 DIAS	PENETRAÇÃO 28 DIAS	-	-	-	-
	(cm)	-	-	-	-

LEGENDA

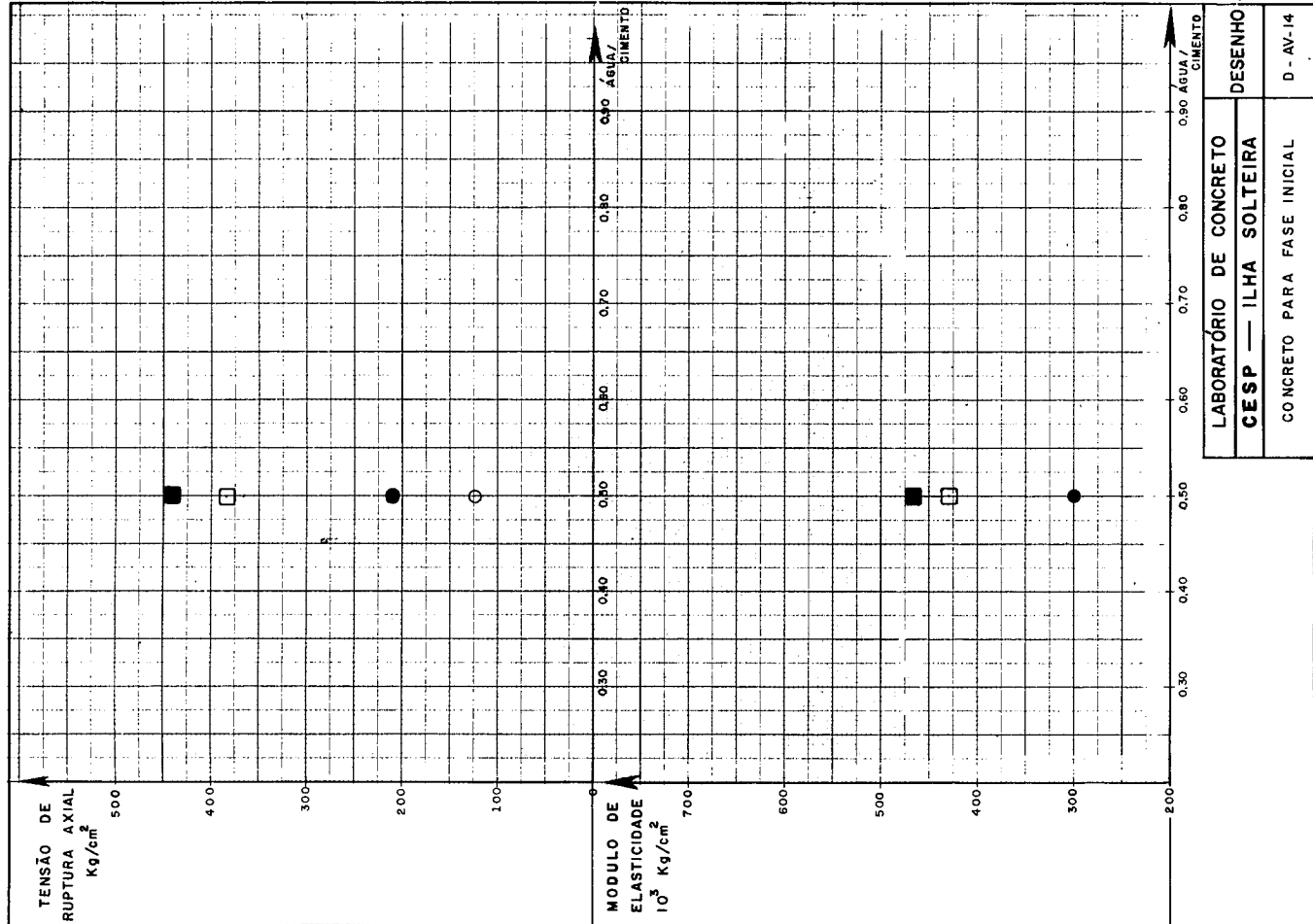
- 3 DIAS
- 7 DIAS
- 28 DIAS
- 90 DIAS
- PENEIRADO
- - - INTEGRAL



LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA	D- AV-13
CONCRETO PARA FASE FINAL	

DOSAGEM		AV-14		
DIAMETRO MÁXIMO (mm)		19		
ÁGUA/CIMENTO (EQUIV.)		0,50		
POZOLANA — % VOLUME SÓLIDO		30		
COMPOSIÇÃO				
ÁREIA — % V. SÓLIDO		34,5		
DOS		100,0		
AGREGADOS		-		
EM VOLUME		-		
Ø 19 mm		-		
Ø 38 mm		-		
Ø 76 mm		-		
Ø 152 mm		-		
TRAÇO EM VOLUME SÓLIDO		1:6,01		
CIMENTO (Kg/m³)		256,3		
POZOLANA (Kg/m³)		85,7		
ÁGUA (Kg/m³)		183,0		
ÁREIA (Kg/m³)		629		
CASCALHO 1 (Kg/m³)		-		
CASCALHO 2 (Kg/m³)		-		
CASCALHO 3 (Kg/m³)		-		
BRITA 1 (Kg/m³)		1292		
BRITA 2 (Kg/m³)		-		
BRITA 3 (Kg/m³)		-		
BRITA 4 (Kg/m³)		-		
ADITIVOS		-		
INCORPORADOR		-		
RETARDADOR		-		
AR %		0,25		
NOMINAL		-		
SLUMP (cm)		5 a 6		
AR %		-		
SLUMP (cm)		5,5		
TEMPERATURA °C		24,2		
ÁGUA EXSUDAÇÃO %		-		
DENSIDADE FRESCO		2,449		
t/m³ 28 DIAS		2,490		
RUP. (INTEGRAL) Kg/cm²		123		
" (PENEIRADO) "		-		
" (DIAMETRAL) "		-		
MOD. EL. INTEGRAL Kg/cm²		121.500		
" " PENEIRADO "		-		
COEF. POISSON		0,32		
RUP. (INTEGRAL) Kg/cm²		210		
" (PENEIRADO) "		-		
" (DIAMETRAL) "		-		
MOD. EL. INTEGRAL Kg/cm²		301.000		
" " PENEIRADO "		-		
COEF. POISSON		0,24		
RUP. (INTEGRAL) Kg/cm²		382		
" (PENEIRADO) "		-		
" (DIAMETRAL) "		-		
MOD. EL. INTEGRAL Kg/cm²		430.000		
" " PENEIRADO "		-		
COEF. POISSON		0,22		
RUP. (INTEGRAL) Kg/cm²		438		
" (PENEIRADO) "		-		
" (DIAMETRAL) "		-		
MOD. EL. INTEGRAL Kg/cm²		465.000		
" " PENEIRADO "		-		
COEF. POISSON		0,29		
BUREAU cm/á (90 DIAS)		-		
PENETRAÇÃO 28 DIAS		-		
BILIDADE		-		
(cm)		-		
90 DIAS		-		

LEGENDA	
○	3 DIAS
●	7 DIAS
□	28 DIAS
■	90 DIAS
—	PENEIRADO
---	INTEGRAL



LABORATÓRIO DE CONCRETO	
CESP	ILHA SOLTEIRA
CONCRETO PARA FASE INICIAL	
DESENHO	
D - AV-14	

[illegible]

DOSAGEM		DIAMETRO MÁXIMO (mm)
ÁGUA/CIMENTO (EQUIV.)		38
POZOLANA — % VOLUME SÓLIDO		0,50
COMPOSIÇÃO DOS	ÁREA — % V. SÓLIDO	31,0
	Ø 19 mm	-
AGREGADOS	Ø 38 mm	100
	Ø 76 mm	-
EM VOLUME		-
Ø 152 mm		-
TRAÇO EM VOLUME SÓLIDO		1:7,37
CIMENTO		215,7
POZOLANA (Kg/m³)		72,3
ÁGUA (Kg/m³)		154,0
ÁREA (Kg/m³)		583
CASCALHO 1 (Kg/m³)		-
CASCALHO 2 (Kg/m³)		-
CASCALHO 3 (Kg/m³)		-
BRITA 1 (Kg/m³)		-
BRITA 2 (Kg/m³)		1420
BRITA 3 (Kg/m³)		-
BRITA 4 (Kg/m³)		-
ADITIVOS %	INCORPORADOR	0,09
	RETARDADOR	0,25
NOMINAL	AR %	4,0
	SLUMP (cm)	5,6
OBTIDO	AR %	3,5
	SLUMP (cm)	4,7
	TEMPERATURA °C	22,5
	ÁGUA EXSUDAÇÃO %	-
	DENSIDADE FRESCO 1/m³	2469
3 DIAS	RUP. (INTEGRAL) Kg/cm²	104
	" (PENEIRADO) "	-
	" (DIAMETRAL) "	-
	MOD. EL. INTEGRAL Kg/cm²	-
	" PENEIRADO "	-
7 DIAS	COEF. POISSON	-
	RUP. (INTEGRAL) Kg/cm²	168
	" (PENEIRADO) "	-
	" (DIAMETRAL) "	-
	MOD. EL. INTEGRAL Kg/cm²	-
28 DIAS	" PENEIRADO "	-
	COEF. POISSON	-
	RUP. (INTEGRAL) Kg/cm²	271
	" (PENEIRADO) "	-
	" (DIAMETRAL) "	-
90 DIAS	MOD. EL. INTEGRAL Kg/cm²	-
	" PENEIRADO "	-
	COEF. POISSON	-
	RUP. (INTEGRAL) Kg/cm²	260
	" (PENEIRADO) "	-
PERMEABILIDADE	" (DIAMETRAL) "	-
	MOD. EL. INTEGRAL Kg/cm²	-
	" PENEIRADO "	-
	COEF. POISSON	-
	BUREAU cmÁ (90 DIAS)	-
	PENETRAÇÃO 28 DIAS (cm)	-
	90 DIAS	-

TENSÃO DE RUPTURA AXIAL Kg/cm²

MODULO DE ELASTICIDADE 10⁵ Kg/cm²

LEGENDA

- 3 DIAS
- 7 DIAS
- ◻ 28 DIAS
- ◼ 90 DIAS
- PENEIRADO
- - - - - INTEGRAL

0,30 0,40 0,50 0,60 0,70 0,80 0,90 1,00

0,90 ÁGUA / CIMENTO

LABORATÓRIO DE CONCRETO

CESP — ILHA SOLTEIRA

CONCRETO PARA FASE INICIAL

DESENHO

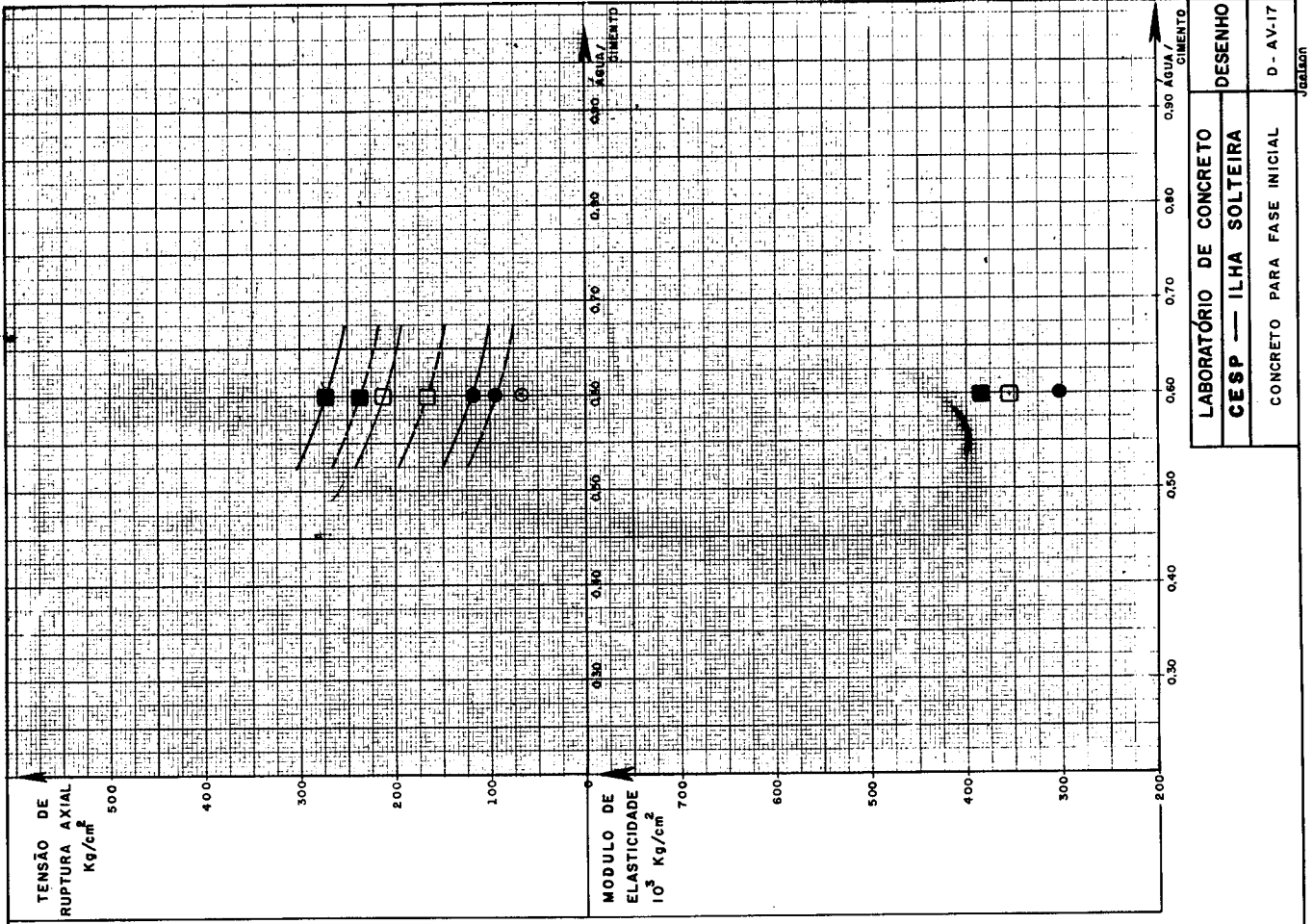
D-AV-16

04/05/81

DOSAGEM		AV-17
DIAMETRO MAXIMO (mm)		76
ÁGUA/CIMENTO (EQUIV.)		0,60
POZOLANA — % VOLUME SOLIDO		30
COMPOSIÇÃO		
AREIA — % V. SOLIDO		24,0
φ 19 mm		31,3
φ 38 mm		30,9
φ 76 mm		37,8
φ 152 mm		—
TRAÇO EM VOLUME SOLIDO		1:12,38
CIMENTO (Kg/m³)		141,1
POZOLANA (Kg/m³)		47,2
ÁGUA (Kg/m³)		121,0
AREIA (Kg/m³)		495
CASCALHO 1 (Kg/m³)		—
CASCALHO 2 (Kg/m³)		—
CASCALHO 3 (Kg/m³)		—
BRITA 1 (Kg/m³)		532
BRITA 2 (Kg/m³)		530
BRITA 3 (Kg/m³)		651
BRITA 4 (Kg/m³)		—
ADITIVOS		0,15
% INCORPORADOR		0,25
% RETARDADOR		—
NOMINAL		5,0
SLUMP (cm)		4 a 4,5
AR %		5,0
SLUMP (cm)		4,2
TEMPERATURA °C		24,0
ÁGUA EXSUDAÇÃO %		—
DENSIDADE FRESCO		2,439
1/m³ 28 DIAS		2,567
RUP. (INTEGRAL) Kg/cm²		—
" (PENEIRADO) "		67
" (DIAMETRAL) "		—
MOD. EL. INTEGRAL Kg/cm²		—
" PENEIRADO "		—
COEF. POISSON		—
RUP. (INTEGRAL) Kg/cm²		96
" (PENEIRADO) "		116
" (DIAMETRAL) "		—
MOD. EL. INTEGRAL Kg/cm²		304,500
" PENEIRADO "		—
COEF. POISSON		0,23
RUP. (INTEGRAL) Kg/cm²		165
" (PENEIRADO) "		214
" (DIAMETRAL) "		—
MOD. EL. INTEGRAL Kg/cm²		355,000
" PENEIRADO "		—
COEF. POISSON		0,27
RUP. (INTEGRAL) Kg/cm²		232
" (PENEIRADO) "		268
" (DIAMETRAL) "		—
MOD. EL. INTEGRAL Kg/cm²		384,000
" PENEIRADO "		—
COEF. POISSON		0,25
BURSAU cm/s (90 DIAS)		—
PENETRAÇÃO 28 DIAS		—
BLIDADE		—

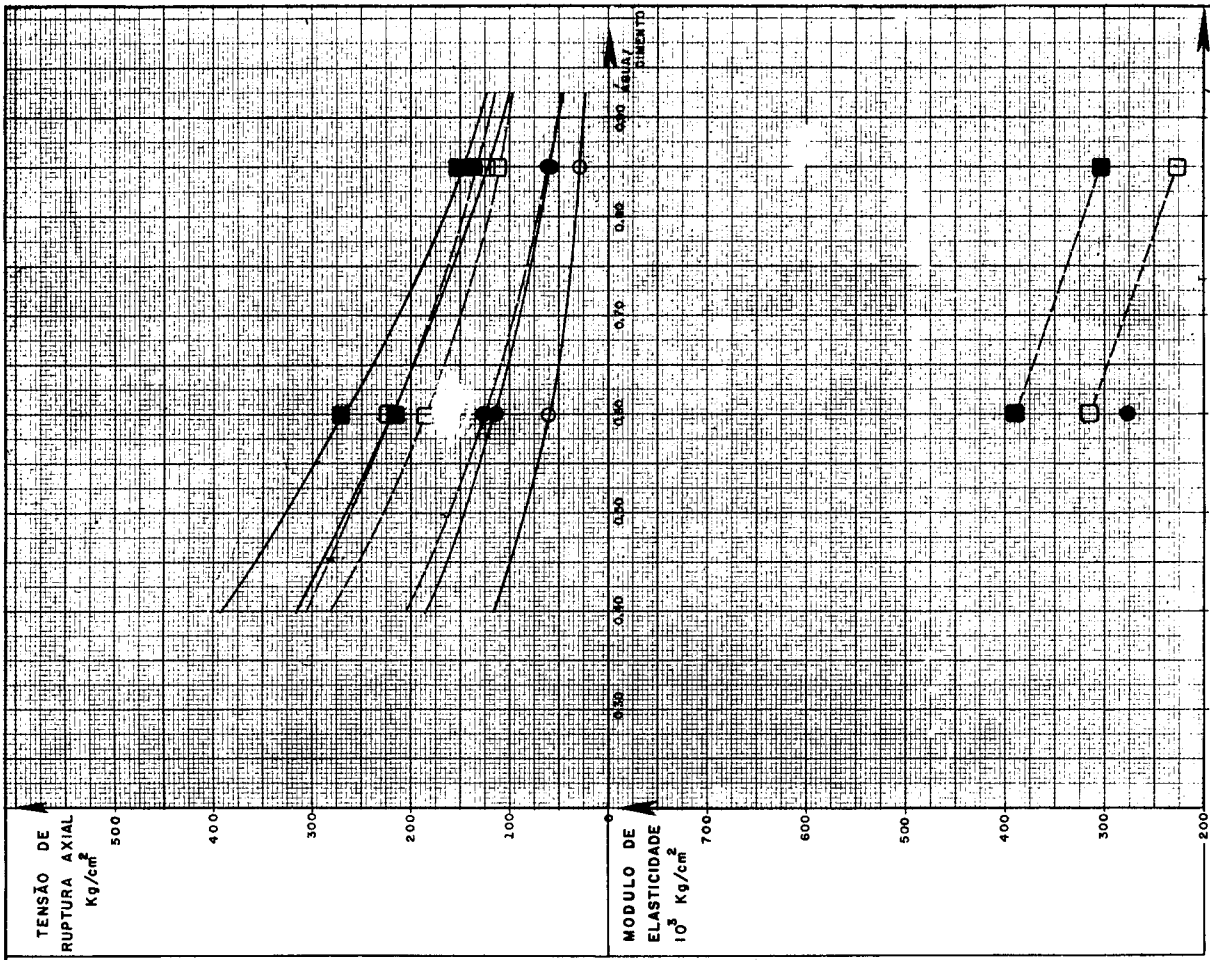
LEGENDA

- 3 DIAS
- 7 DIAS
- 28 DIAS
- 90 DIAS
- PENEIRADO
- INTEGRAL



LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA	
CONCRETO PARA FASE INICIAL	D - AV-17

DOSAGEM		AV-18	AV-18
DIAMETRO MAXIMO (mm)		152	152
ÁGUA/CIMENTO (EQUIV.)		0,60	0,85
POZOLANA — % VOLUME SOLIDO		30	30
COMPOSIÇÃO	ÁREA — % V. SOLIDO		
DOS	Ø 19 mm	19,0	19,9
AGREGADOS	Ø 38 mm	21,0	21,0
EM VOLUME	Ø 76 mm	19,0	19,0
	Ø 152 mm	33,0	33,0
		27,0	27,0
TRAÇO EM VOLUME SOLIDO			
CIMENTO (Kg/m³)		115,61	1121,44
POZOLANA (Kg/m³)		116,5	85,8
ÁGUA (Kg/m³)		39,0	28,8
ÁREA (Kg/m³)		100,0	104,0
CASCALHO 1 (Kg/m³)		409	434
CASCALHO 2 (Kg/m³)		-	-
CASCALHO 3 (Kg/m³)		-	-
BRITA 1 (Kg/m³)		396	396
BRITA 2 (Kg/m³)		362	362
BRITA 3 (Kg/m³)		631	631
BRITA 4 (Kg/m³)		520	520
ADITIVOS	INCORPORADOR	0,19	0,17
%	RETARDADOR	0,25	0,25
NOMINAL	AR %	5,5	6
	SLUMP (cm)	4	4,5
	AR %	5,8	5,6
	SLUMP (cm)	4,2	4,5
	TEMPERATURA °C	24,5	24,5
	ÁGUA EXSUDAÇÃO %	-	-
	DENSIDADE FRESCO	-	-
	1/m³ 28 DIAS	-	-
	RUP. (INTEGRAL) Kg/cm²	2,660	2,695
	" (PENEIRADO) "	-	-
3 DIAS	" (DIAMETRAL) "	59	27
	MOD. EL. INTEGRAL Kg/cm²	-	-
	" " PENEIRADO "	-	-
	COEF. POISSON	-	-
7 DIAS	RUP. (INTEGRAL) Kg/cm²	124	60
	" (PENEIRADO) "	114	55
	" (DIAMETRAL) "	-	-
	MOD. EL. INTEGRAL Kg/cm²	277.500	129.500
	" " PENEIRADO "	-	-
	COEF. POISSON	-	-
28 DIAS	RUP. (INTEGRAL) Kg/cm²	185	113
	" (PENEIRADO) "	217	122
	" (DIAMETRAL) "	-	-
	MOD. EL. INTEGRAL Kg/cm²	315.500	226.000
	" " PENEIRADO "	-	-
	COEF. POISSON	-	-
90 DIAS	RUP. (INTEGRAL) Kg/cm²	215	136
	" (PENEIRADO) "	272	155
	" (DIAMETRAL) "	-	-
	MOD. EL. INTEGRAL Kg/cm²	390.000	305.000
	" " PENEIRADO "	-	-
	COEF. POISSON	-	-
PERMEA-	BUREAU cm/4 (90 DIAS)	-	-
BILIDADE	PENETRAÇÃO 28 DIAS	-	-
	(cm) 90 DIAS	-	-



LEGENDA

- 3 DIAS
- 7 DIAS
- 28 DIAS
- 90 DIAS
- PENEIRADO
- - - INTEGRAL

1,35

LABORATÓRIO DE CONCRETO		DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA		
CONCRETO PARA FASE INICIAL		D - AV - 18

CARACTERÍSTICAS DO

CONCRETO

NOMENCLATURA	AV-18
DIAM - MAX - mm	152
A 70	0,85
SLUMP (cm)	4,5
% AR (%)	5,6

CARACTERÍSTICAS DA

MISTURA

MATERIAL	PESO kg/m^3
CIMENTO	85,8
POZOLANA	28,8
ÁGUA	104,0
AREIA	434
CASCALHO 1	-
CASCALHO 2	-
CASCALHO 3	-
BRITA 1	396
BRITA 2	362
BRITA 3	631
BRITA 4	520
INCORPORADOR	0,195
RETARDADOR	0,287

CARACTERÍSTICAS DO

CIMENTO

CALOR DE HIDRATAÇÃO CAL/g	7 DIAS 83,0
	28 DIAS 91,0

DADOS DO

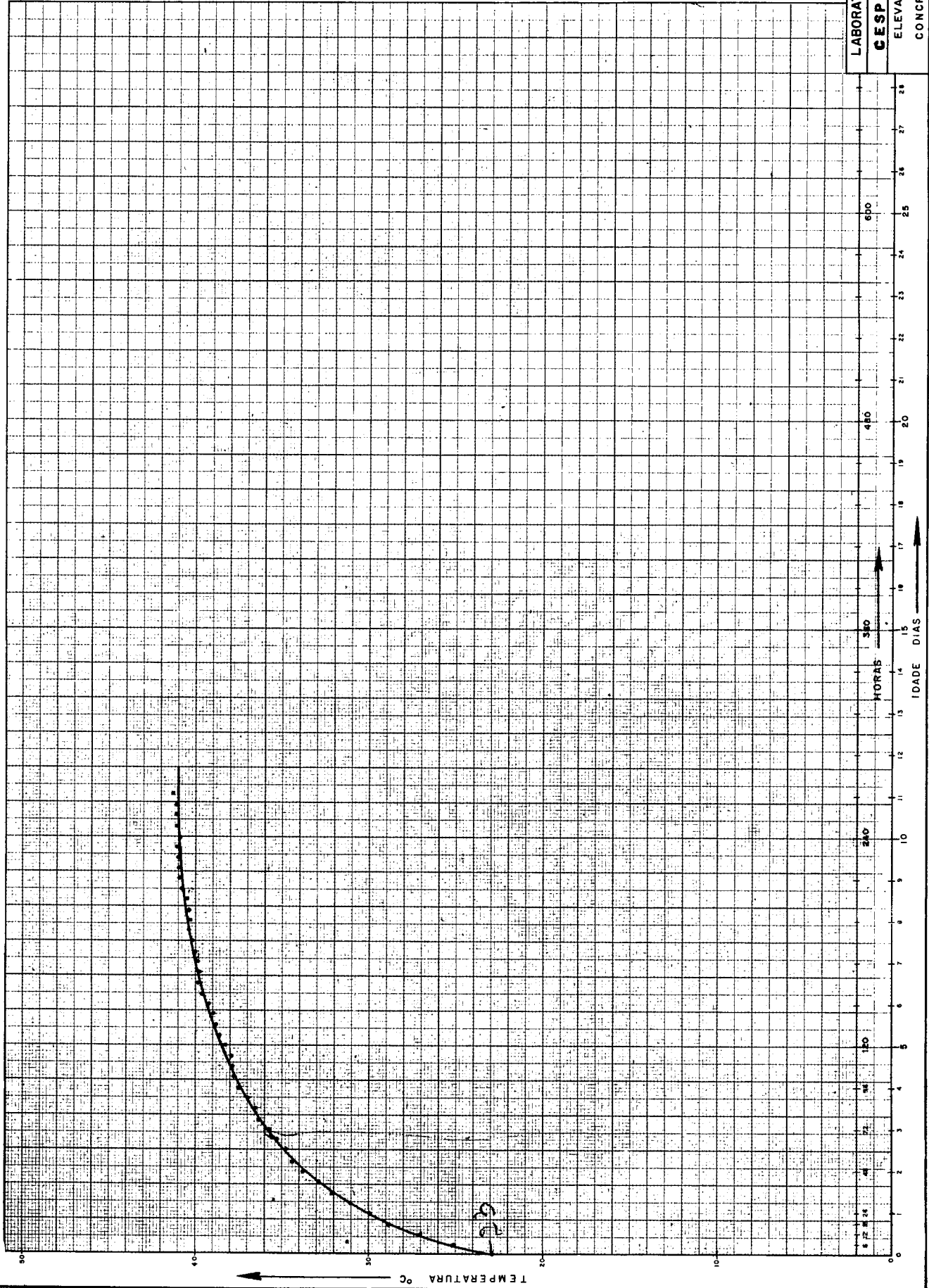
ENSAIO

TEMPERATURA INICIAL °C	23,0
TEMPERATURA EQUILÍBRIO °C	41,2
EVOLUÇÃO (T _i - T _e) °C	18,2

TEMPERATURA DE LANÇAMENTO °C

23,0

LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA	
ELEVADO ADIABÁTICA —	
CONCRETO DOSAGEM AV-18	AD-AV-18



DADOS GERAIS

DOSAGEM	AV-18
ϕ Max (mm)	152
A/CEQ.	0,85
IDADE (DIAS)	3

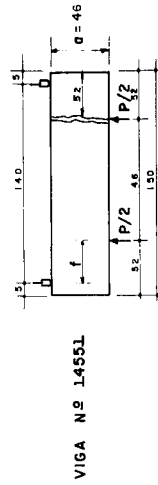
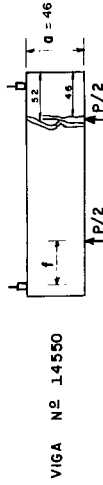
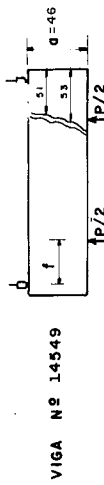
DADOS DO ENSAIO

LEGENDA	VIGA Nº	PÊSO (Kg)	TENSÃO DE RUPTURA (Kg/cm ²)		DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA x 10 ⁶	
			MÁXIMA	95 %	MÁXIMA	95 %
v	14549	832,3	7,65	7,3	-	41
o	14550	833,0	7,92	7,6	-	34
•	14551	826,7	8,32	7,9	-	29
—	MÉDIA	-	7,96	7,6	-	35

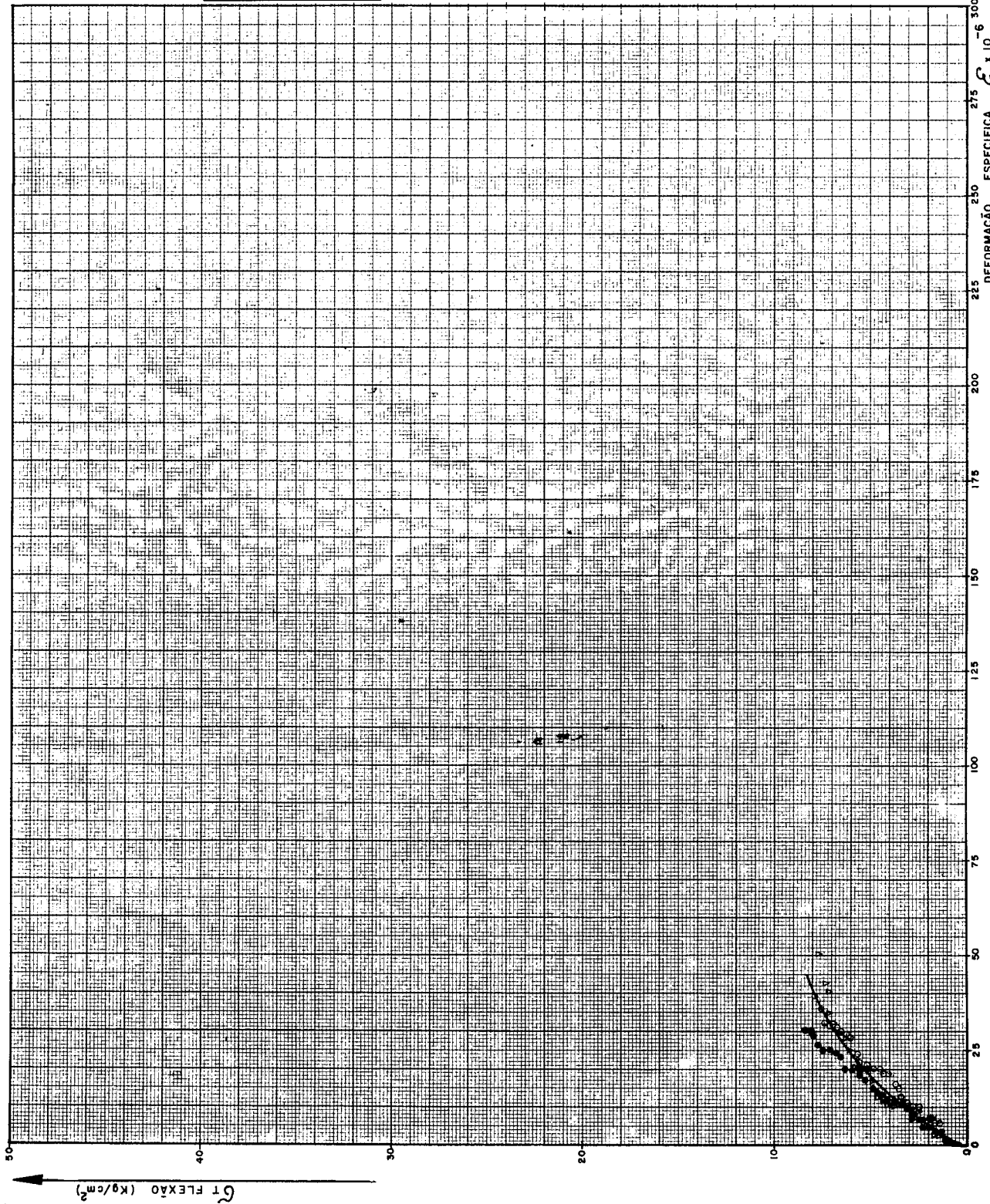
TENSÃO MÉDIA DE TRACÃO POR RUPTURA DIAMETRAL — CONCRETO PENEIRADO Kg/cm ²	4,0
--	-----

VELOCIDADE DE CARREGAMENTO (MÉDIA) = 0,16 kg/cm²/min.

LOCAL DA RUPTURA (medidas em cm).



LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA.	
TENSÃO DE TRACÃO POR FLEXÃO	V-M-18-3
CAPACIDADE DE DEFORMAÇÃO VIGAS.	



DADOS GERAIS

DOSAGEM	AV-18
ϕ Max (mm)	152
A/CEQ.	0,85
IDADE (DIAS)	7

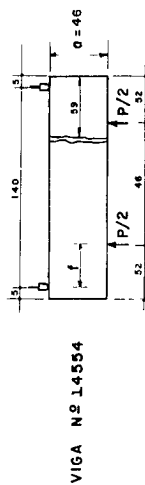
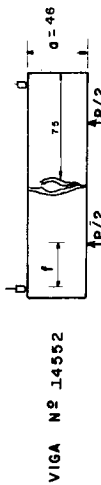
DADOS DO ENSAIO

LEGENDA	VIGA Nº	PESO (kg)	TENSÃO DE RUPTURA (kg/cm ²)		DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA x 10 ³	
			MÁXIMA	95 %	MÁXIMA	95 %
▽	14552	832,0	12,93	12,3	-	44
○	14553	828,4	14,02	13,3	-	45
●	14554	825,0	13,10	12,5	-	67
—	MÉDIA	-	13,35	12,7	-	52

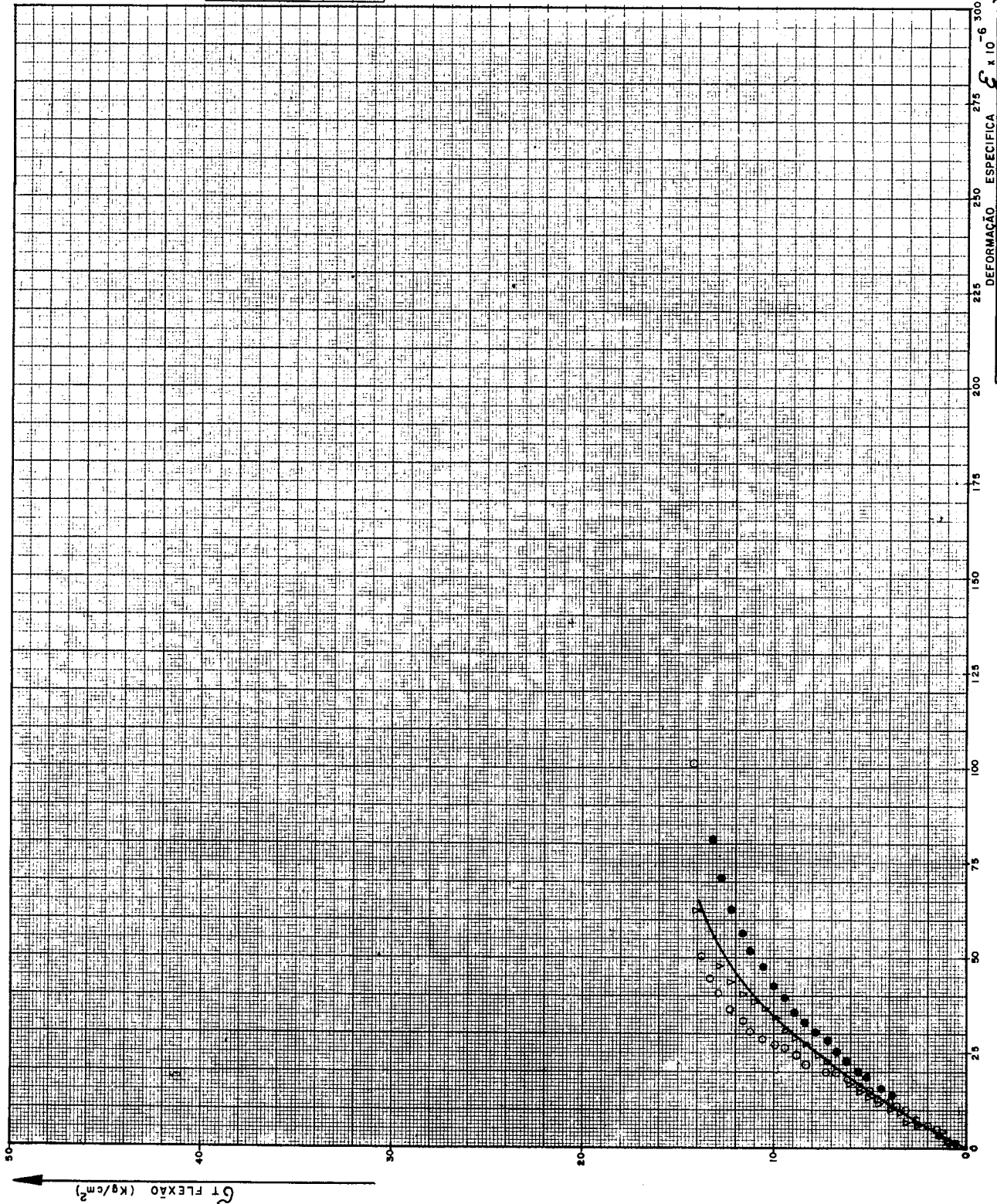
TENSÃO MÉDIA DE TRACÃO POR RUPTURA DIAMETRAL — CONCRETO PENEIRADO Kg/cm ²	7,3
--	-----

VELOCIDADE DE CARREGAMENTO (MÉDIA) = 0,16 kg/cm²/min.

LOCAL DA RUPTURA (medidas em cm)



LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA	
TENSÃO DE TRACÃO POR FLEXÃO	V-AV-18-7
CAPACIDADE DE DEFORMAÇÃO VIGAS.	



DADOS GERAIS

DOSAGEM	AV-18
ϕ Max (mm)	152
A/CEQ.	0,85
IDADE (DIAS)	28

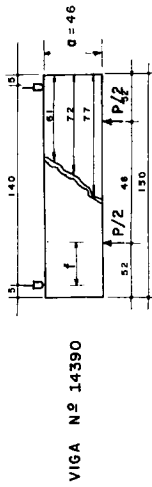
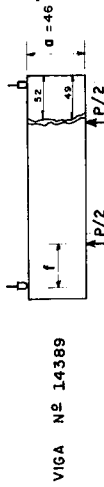
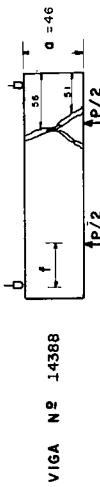
DADOS DO ENSAIO

LEGENDA	VIGA Nº	PÊSO (Kg)	TENSÃO DE RUPTURA (Kg/cm ²)		DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA x 10 ⁶	
			MAXÍMA	95 %	MAXÍMA	95 %
V	14388	834,0	16,57	15,7	-	39
O	14389	828,0	19,19	18,2	-	74
●	14390	833,0	15,81	15,0	-	49
—	MÉDIA	-	17,19	16,3	-	54

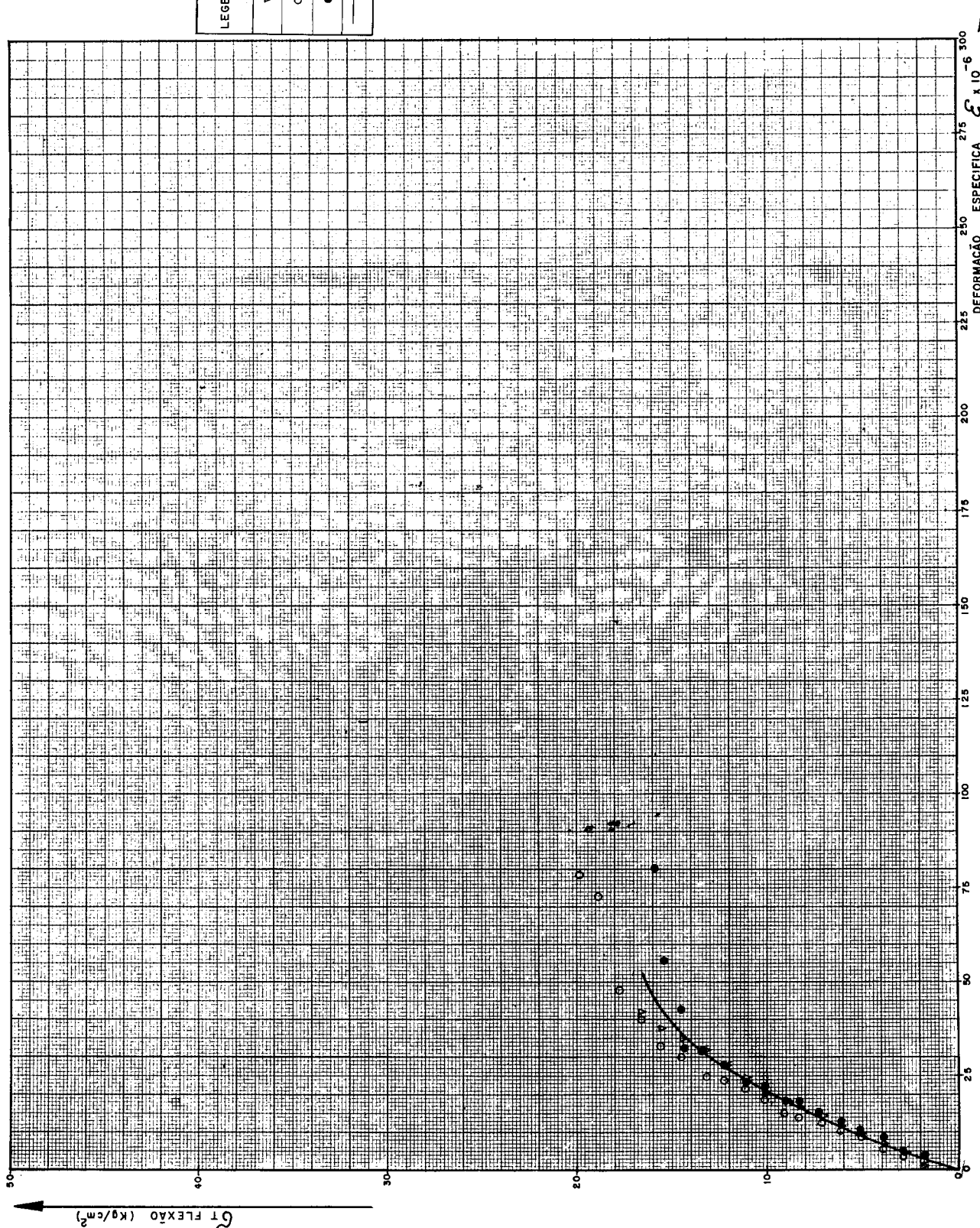
TENSÃO MÉDIA DE TRAÇÃO POR RUPTURA DIAMETRAL — CONCRETO PENEIRADO Kg/cm ²	16,0
--	------

VELOCIDADE DE CARREGAMENTO (MÉDIA) = 0,16 kg/cm²/min.

LOCAL DA RUPTURA (medidas em



LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
GESP — ILHA SOLTEIRA.	
TENSÃO DE TRAÇÃO POR FLEXÃO	V-AV-18-26
CAPACIDADE DE DEFORMAÇÃO VIGAS.	



DADOS GERAIS

DOSAGEM	AV-18
f'_{Max} (mm)	152
A/CEQ.	0,85
IDADE (DIAS)	90

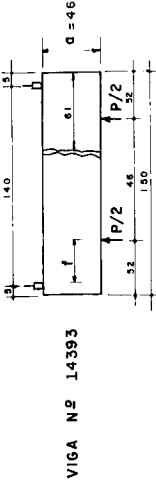
DADOS DO ENSAIO

LEGENDA	VIGA Nº	PÊSO (Kg)	TENSÃO DE RUPTURA (Kg/cm ²)		DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA x 10 ⁶	
			MAXIMA	95 %	MAXIMA	95 %
▽	14391	829,4	17,77	16,88	-	80
○	14392	835,4	18,20	17,29	-	60
●	14393	832,4	22,89	21,75	-	60
—	MÉDIA	832,4	19,62	18,64	-	67

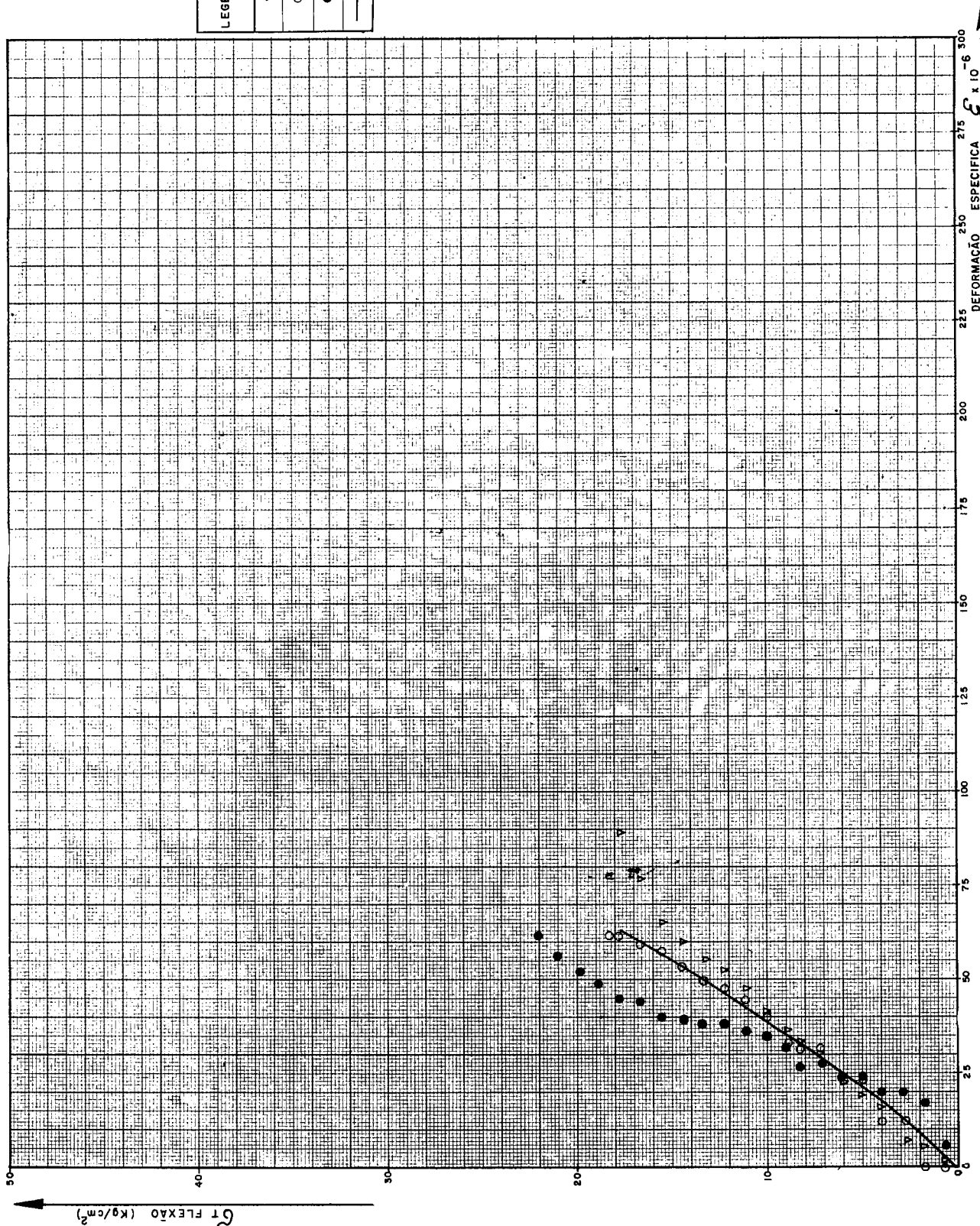
TENSÃO MÉDIA DE TRACÇÃO POR RUPTURA DIAMETRAL — CONCRETO PENEIRADO Kg/cm ²	20,0
---	------

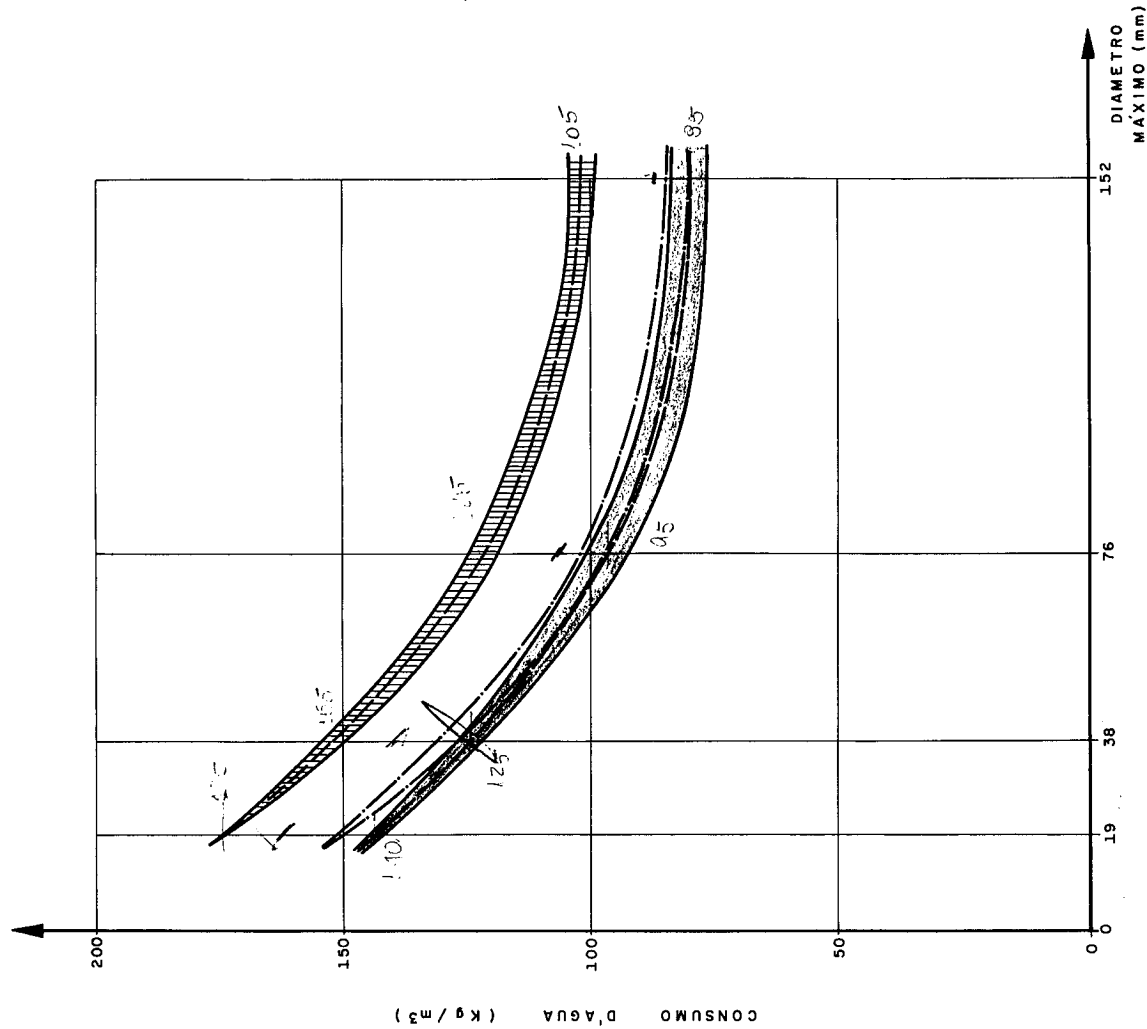
VELOCIDADE DE CARREGAMENTO (MÉDIA) = 0,20 kg/cm²/min

LOCAL DA RUPTURA (medidas em



LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA.	
TENSÃO DE TRACÇÃO POR FLEXÃO	V-AV-18-90
CAPACIDADE DE DEFORMAÇÃO VIGAS.	

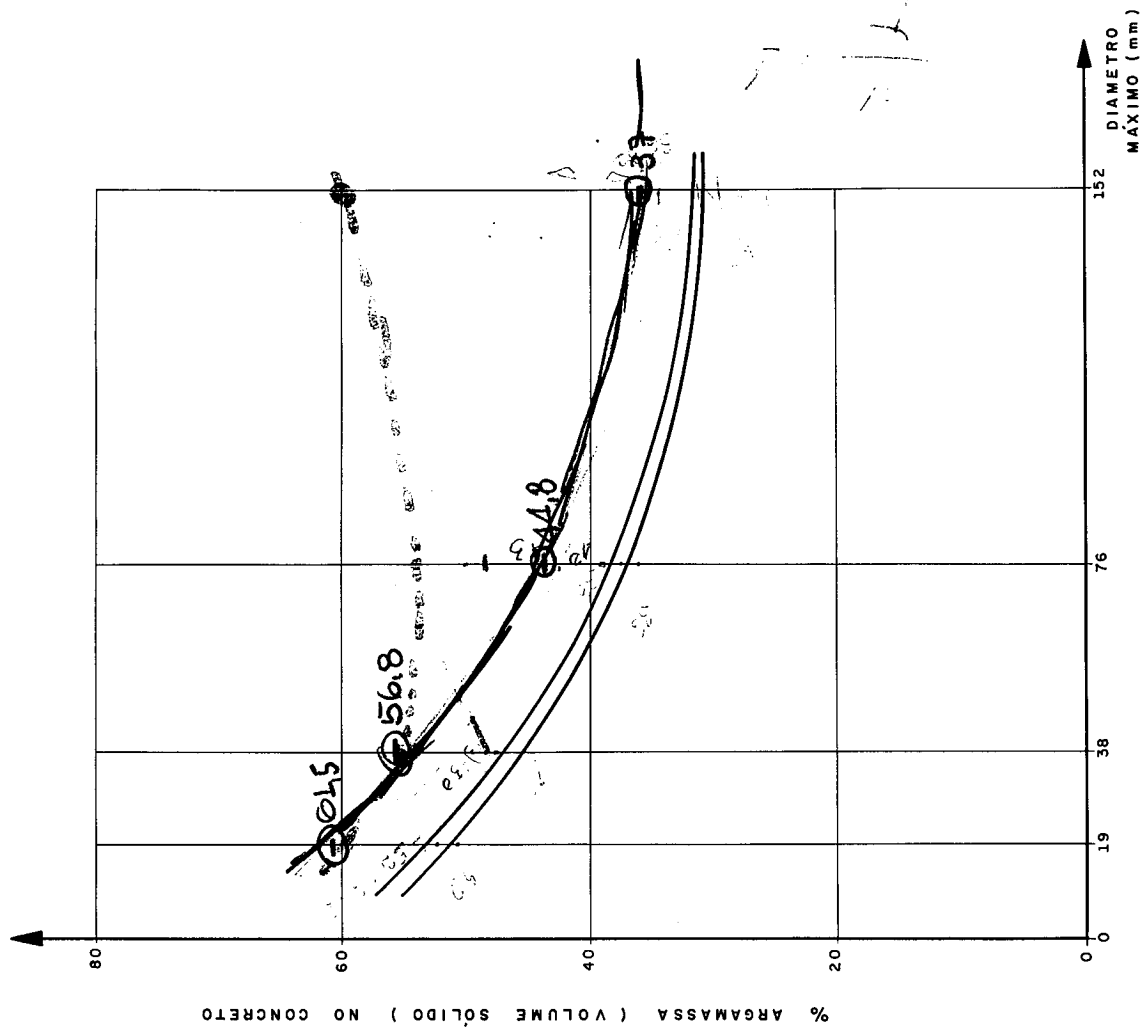




CONCRETOS PARA FASE INICIAL (BRITAS E LANÇAMENTO À 25 °C)

CONCRETOS PARA FASE FINAL (CASCALHOS + BRITAS E LANÇAMENTO À 15 °C)

CONCRETOS DOSADOS PARA ILHA SOLTEIRA (CASCALHOS + BRITAS E LANÇAMENTO À 15 °C)



LABORATÓRIO DE CONCRETO

CESP - ILHA SOLTEIRA

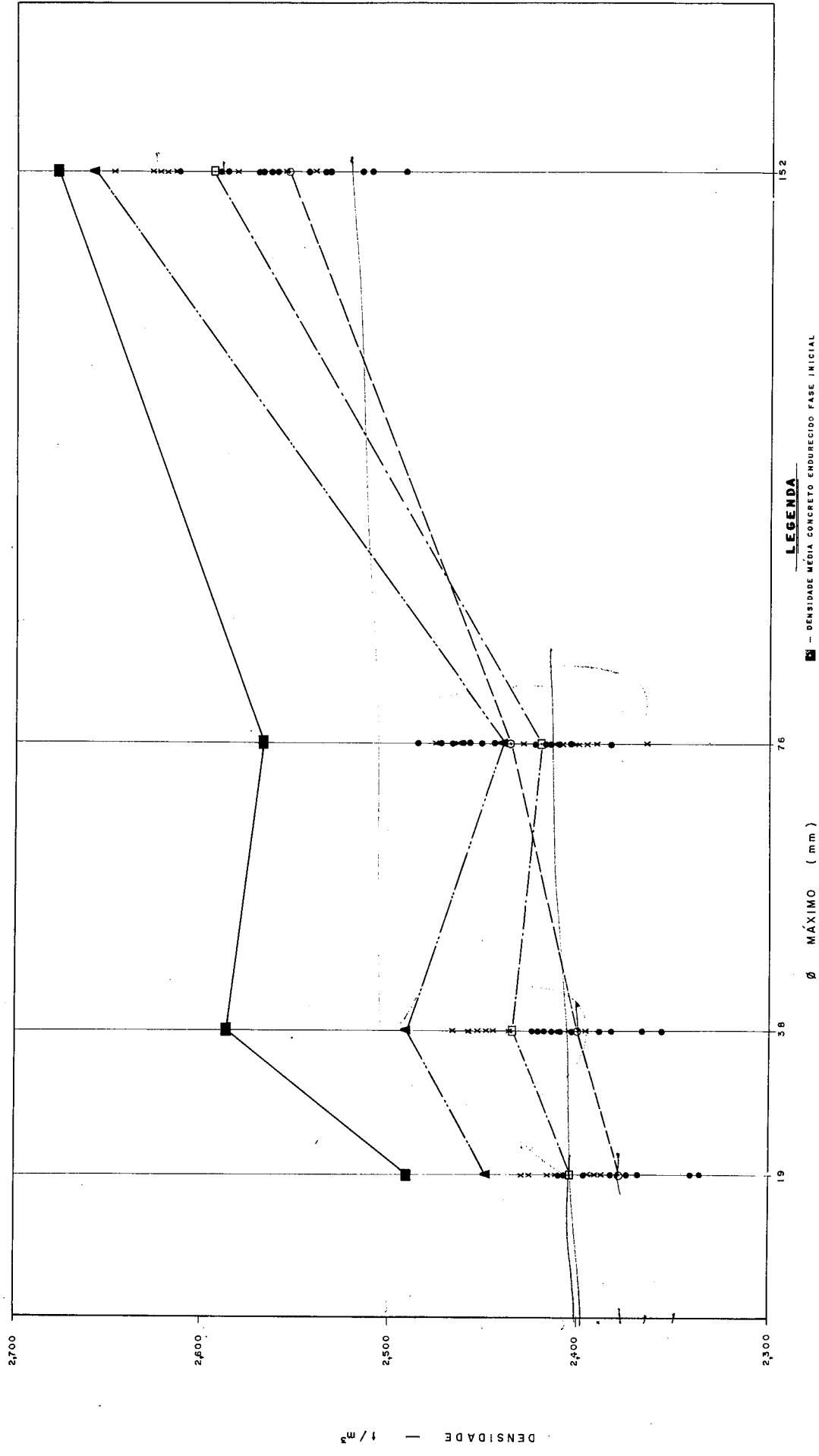
VARIACÃO DO CONSUMO DE
ÁGUA E ARGAMASSA

DESENHO

C-ÁGUA

C-ÁGUA

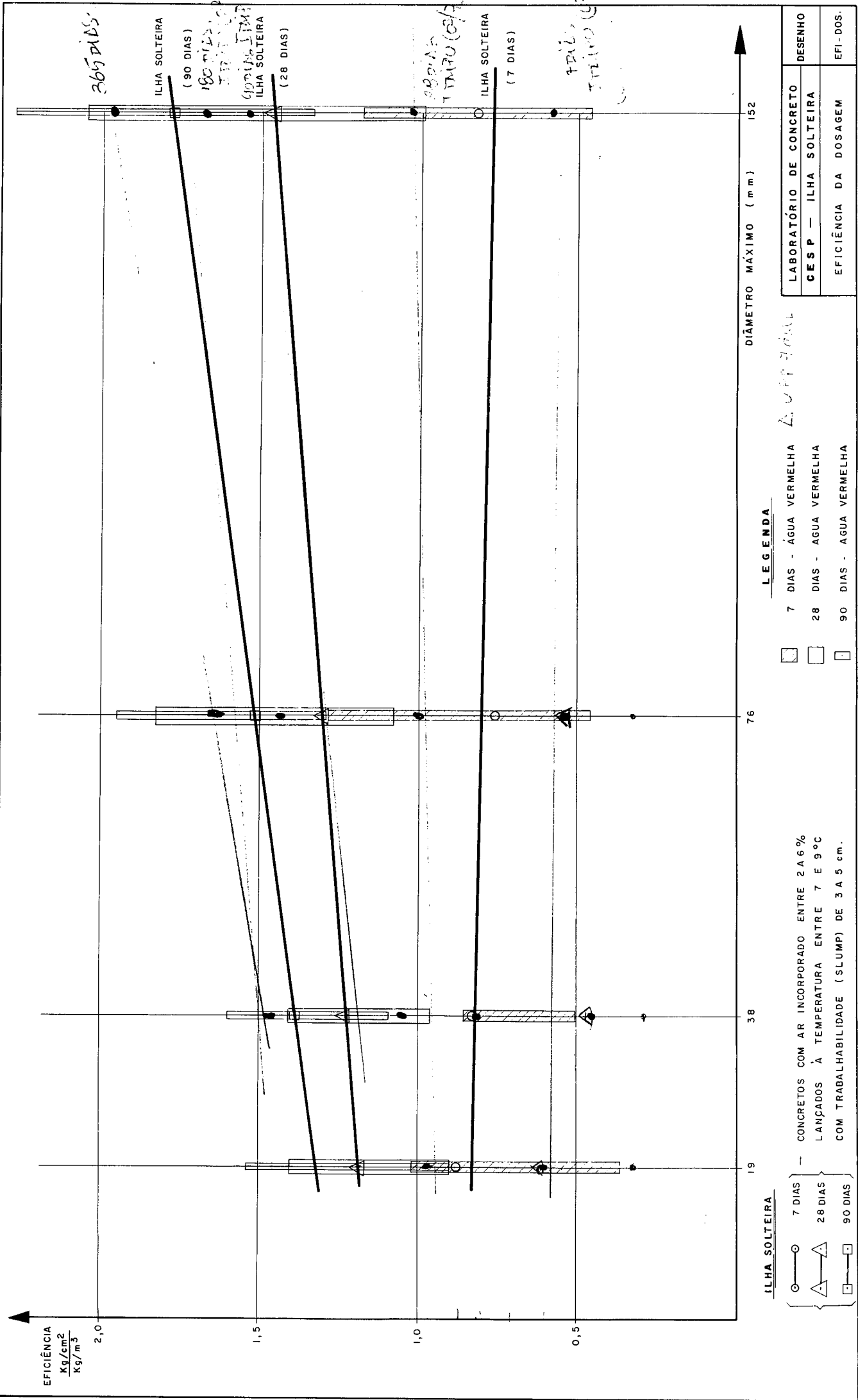
Valeri



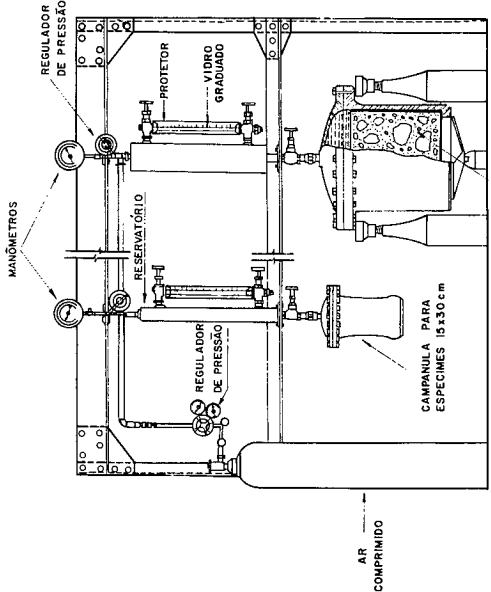
LEGENDA

- — DENSIDADE MÉDIA CONCRETO ENDURECIDO FASE INICIAL
- ▲ — DENSIDADE MÉDIA CONCRETO FRESCO FASE INICIAL
- — DENSIDADE MÉDIA CONCRETO ENDURECIDO FASE FINAL
- — DENSIDADE MÉDIA CONCRETO FRESCO FASE FINAL
- — DENSIDADE CONCRETO FRESCO FASE FINAL - VALORES INDIVIDUAIS
- x — DENSIDADE CONCRETO ENDURECIDO FASE FINAL - VALORES INDIVIDUAIS

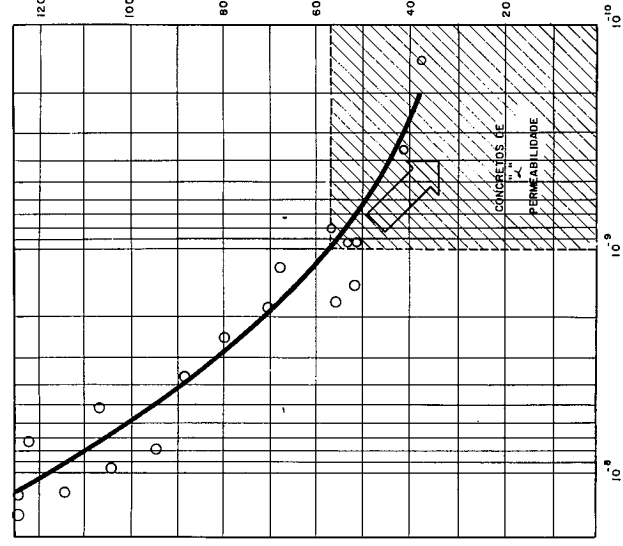
LABORATÓRIO DE CONCRETO	
CESP	— ILHA SOLTEIRA
DEN-CON	DENSIDADES — DOS CONCRETOS
DESENHO	



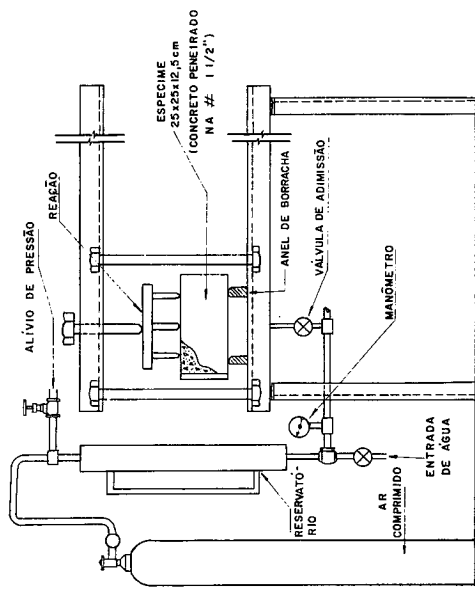
ESQUEMA DO APARELHO DE PERMEABILIDADE — SISTEMA — BUREAU OF RECLAMATION =



PROFUNDIDADE DE PENETRAÇÃO (mm)



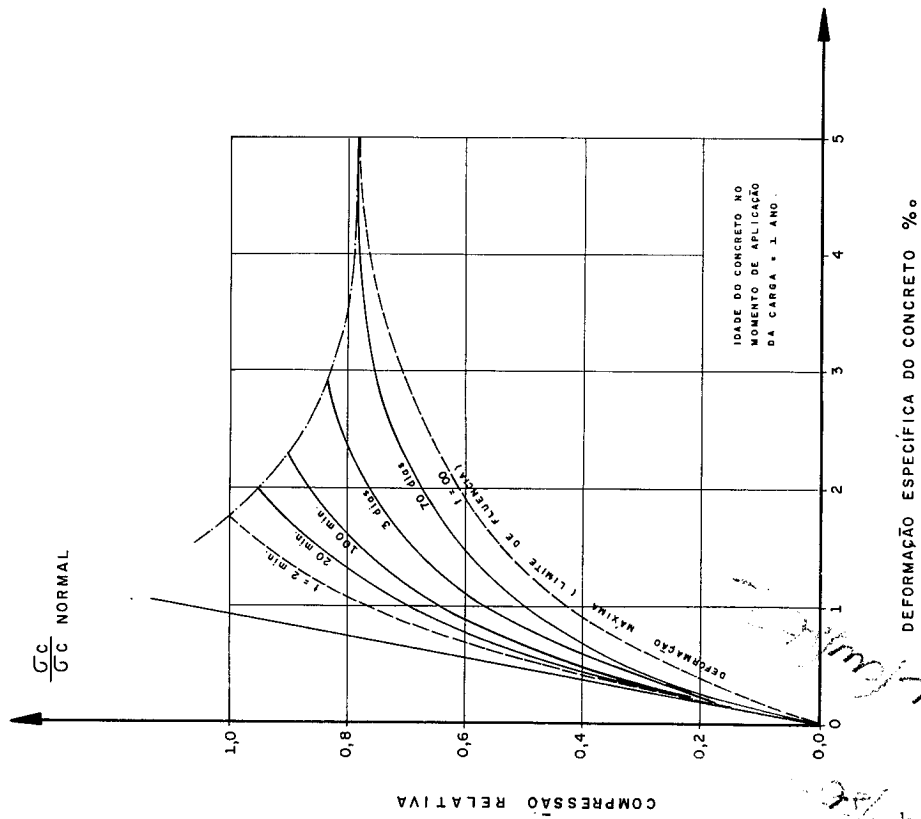
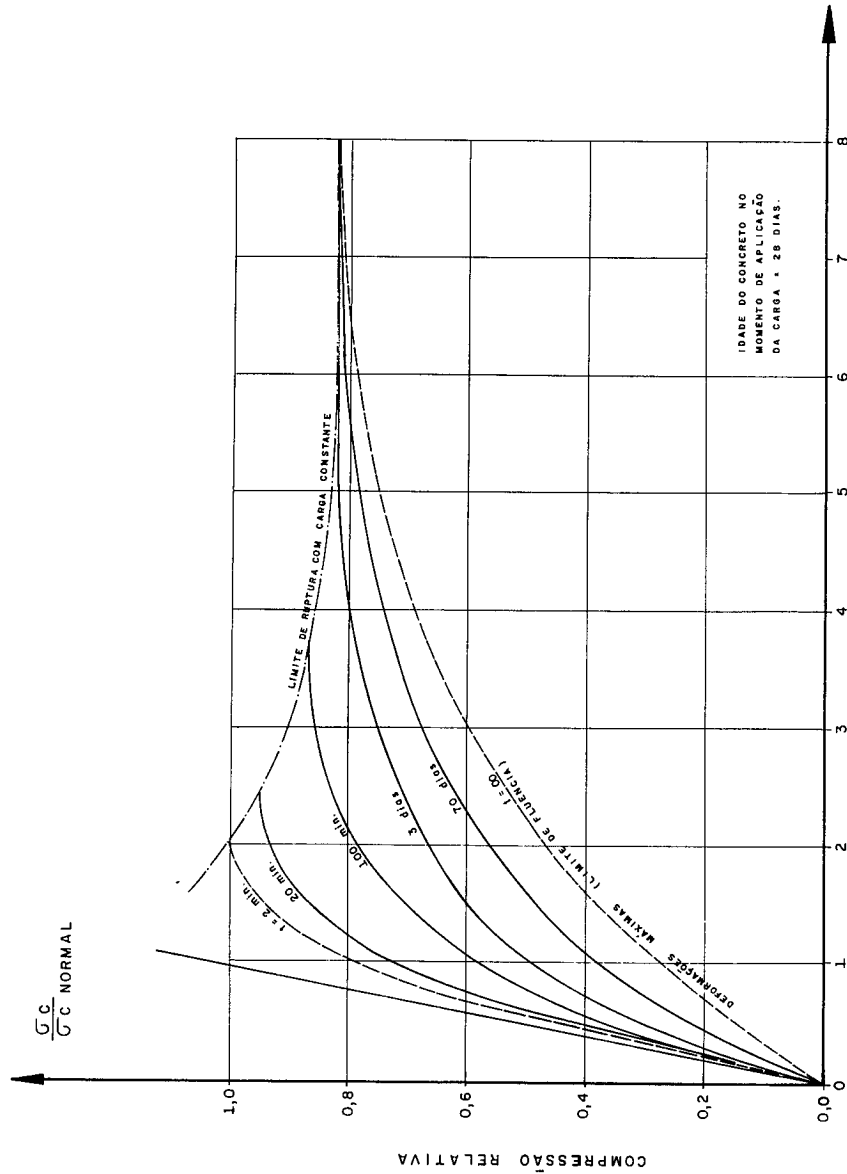
RELAÇÃO ENTRE PROFUNDIDADE DE PENETRAÇÃO — E COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE — SWEDISH STATE POWER BOARD — SALLSTROM



DOSAGEM	ÁGUA/CIMENTO	SISTEMA SUECO		PERMEABILIDADE BUREAU (cm / s)
		PENETRAÇÃO (mm)		
		28 DIAS	90 DIAS	
AV - 01	0,60	21	0	0,23 X 10 ⁻¹⁰
AV - 02	0,50	0	0	0,05 X 10 ⁻¹⁰
AV - 03	0,60	13	0	0,23 X 10 ⁻¹⁰
AV - 05	0,60 /	13	5	0,29 X 10 ⁻¹⁰
AV - 06	0,55	0	0	1,00 X 10 ⁻¹⁰
	0,70	0	0	1,00 X 10 ⁻¹⁰
	0,85	45	29	1,00 X 10 ⁻¹⁰
AV - 08	0,55	0	0	1,20 X 10 ⁻¹⁰
	0,70	10	0	1,00 X 10 ⁻¹⁰
	0,85	28	18	0,90 X 10 ⁻¹⁰
AV - 12	0,55	13	0	0,45 X 10 ⁻¹⁰
	0,70	27	17	1,40 X 10 ⁻¹⁰
	0,85	85	23	1,50 X 10 ⁻¹⁰

7.6
7.6
152

CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS CALCULADAS		CALOR ESPECÍFICO — "C" (cal / g x °C)					CONDUTIVIDADE TÉRMICA — "K" (cal / cm x seg x °C) x (10 ⁻⁶)					DENSIDADE — "δ" CALCULADA (g / cm ³)					DIFUSIVIDADE — "h ² " (cm ² /seg) x (10 ⁻⁴)									
		0,40	0,50	0,55	0,60	0,70	0,85	0,40	0,50	0,55	0,60	0,70	0,85	0,40	0,50	0,55	0,60	0,70	0,85	0,40	0,50	0,55	0,60	0,70	0,85	
FATOR: A / Ceq.		0,226716	0,226161	-	0,225789	0,225525	-	8377	8501	-	8586	8647	-	2,335	2,327	-	2,322	2,318	-	158	162	-	164	165	-	0,85
AV-2		0,228451	0,227129	-	0,226754	-	-	8211	8355	-	8443	-	-	2,399	2,394	-	2,386	-	-	150	154	-	156	-	-	-
AV-3		0,220181	0,218176	-	0,217758	0,219103	-	8599	8735	-	8805	8842	-	2,351	2,345	-	2,345	2,336	-	166	171	-	172	173	-	-
AV-4		0,223501	0,222985	-	0,222642	-	-	8393	8516	-	8597	-	-	2,409	2,400	-	2,394	-	-	156	159	-	161	-	-	-
AV-5		0,222250	0,220194	-	0,219868	0,221172	-	6977	7108	-	7177	7208	-	2,410	2,403	-	2,404	2,395	-	130	134	-	136	136	-	-
AV-6		0,207729	-	0,205262	-	0,204958	0,206637	9228	-	9367	-	9431	9457	-	2,391	-	2,385	-	2,385	2,378	190	-	193	-	193	192
AV-7		0,207746	-	0,206030	-	0,205712	0,206644	9242	-	9368	-	9432	9464	-	2,386	-	2,385	-	2,382	2,375	186	-	191	-	192	193
AV-8		0,210938	-	0,208520	-	0,208206	0,209856	7413	-	7553	-	7614	7634	-	2,459	-	2,459	-	2,456	2,449	143	-	147	-	149	149
AV-9		0,208885	-	0,206837	-	0,206540	0,207820	8052	-	8183	-	8245	8270	-	2,430	-	2,435	-	2,431	2,423	158	-	162	-	164	164
AV-10		0,202628	-	0,200693	-	0,200440	0,201724	8238	-	8350	-	8400	8419	-	2,468	-	2,467	-	2,464	2,456	165	-	169	-	170	170
AV-11		0,203783	-	0,201758	-	0,201513	0,202062	7387	-	7456	-	7505	7528	-	2,523	-	2,528	-	2,525	2,519	144	-	146	-	148	148
AV-12		0,205390	-	0,202784	-	0,202541	0,203438	6617	-	6739	-	6787	6805	-	2,535	-	2,536	-	2,533	2,526	127	-	131	-	132	132
AV-13		0,203411	-	0,202787	-	0,202543	0,203300	6624	-	6744	-	6792	6803	-	2,529	-	2,533	-	2,530	2,522	129	-	131	-	132	132
AV-14		-	0,242860	-	-	-	-	-	4790	-	-	-	-	-	2,446	-	-	-	-	-	81	-	-	-	-	-
AV-15		-	0,237976	-	-	-	-	-	4762	-	-	-	-	-	2,441	-	-	-	-	-	52	-	-	-	-	-
AV-16		-	0,232812	-	-	-	-	-	4806	-	-	-	-	-	2,445	-	-	-	-	-	84	-	-	-	-	-
AV-17		-	-	-	0,219990	-	-	-	-	-	4796	-	-	-	-	-	-	2,518	-	-	-	-	-	87	-	-
AV-18		-	-	-	0,212277	-	0,213239	-	-	-	4740	-	4787	-	-	-	-	2,572	-	2,562	-	-	-	88	-	88
DOSAGEM																				LABORATÓRIO DE CONCRETO					DESENHO	
																				CESP — ILHA SOLTEIRA.					CARACTERÍSTICAS	
																				TÉRMICAS — CALCULADAS					CT. 1	



DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DO CONCRETO %

DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA DO CONCRETO %

190 w²/seg x 10⁻³ x 10⁻⁴ = 3.62 x 10⁻⁷

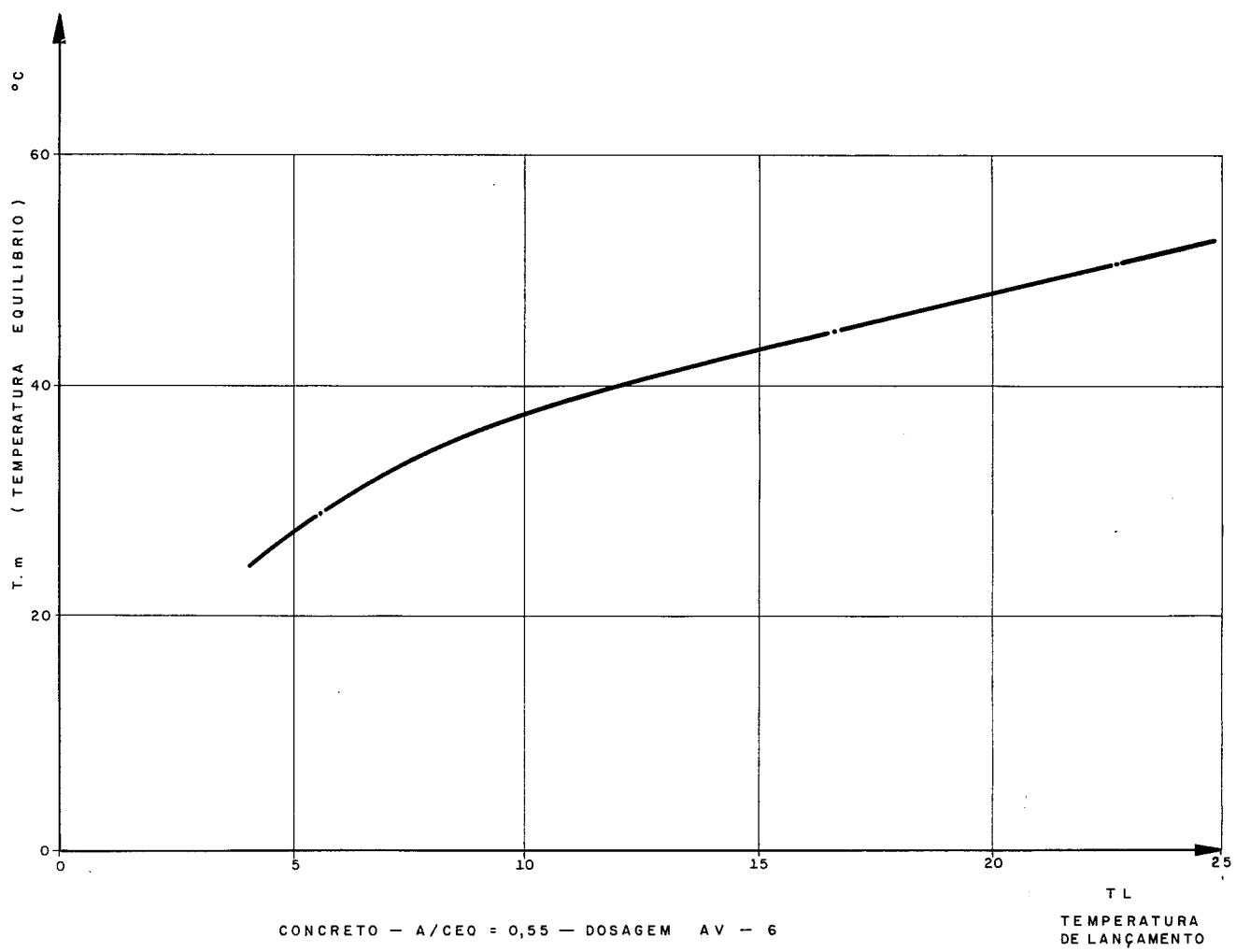
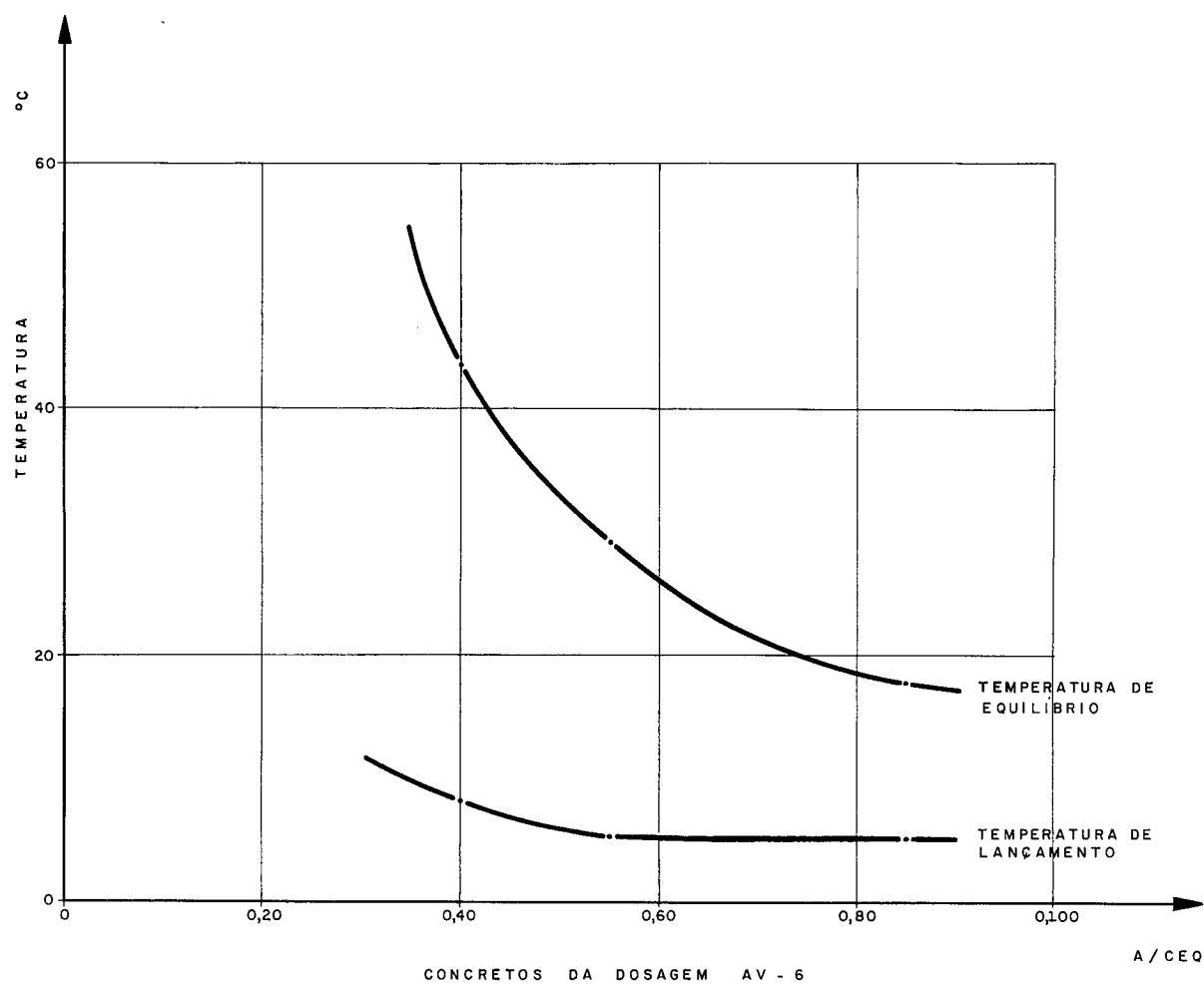
190 190 x 10⁻³ 36.4

190 190 x 10⁻³ 36.4

3.62 x 10⁻⁷

LABORATÓRIO DE CONCRETO	DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA	
DEFORMAÇÕES LIMITES	DEFORMAÇÕES ILUSTRATIVAS
D-FL-1	

LABORATÓRIO DE CONCRETO		DESENHO
CESP — ILHA SOLTEIRA		R-AD-1
CORRELAÇÕES DAS ADIABÁTICAS		AV - 6



OBRA	LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC.
		VER.:	FL de 147
ASSUNTO	CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA VERMELHA.	DES. Nº TC - 02	

12 - ÍNDICE

1 - INTRODUÇÃO.....	1 - 2
2 - DADOS INFORMATIVOS.....	3 - 4
3 - INSTALAÇÕES PARA A PRODUÇÃO DE CONCRETO.....	5 - 6
3.1 - Sistema de Beneficiamento do Agregado Natural..	7
3.1.1 - Extração	7
3.1.2 - Transporte	7
3.1.3 - Descarga.....	7
3.1.4 - Beneficiamento.....	8 - 9
3.2 - Sistema de Beneficiamento do Agregado Britado..	10
3.2.1 - Extração.....	10
3.2.2 - Beneficiamento.....	10-11
3.3 - Sistema de Refrigeração.....	12-13
3.4 - Centrais de Concreto	14
4 - ESTUDO.....	15a17
5 - MATERIAIS.....	18
5.1 - Aglomerantes.....	19
5.1.1 - Cimento.....	19
5.1.2 - Material Pozolânico.....	19-20
5.2 - Agregados	20
5.2.1 - Agregado Graúdo.....	20
5.2.1.1 - Agregado Graúdo Proveniente de Basalto.....	20-21
5.2.1.2 - Agregado Graúdo Natural.....	21a23
5.2.2 - Agregado Miúdo.....	23
5.2.2.1 - Areia da Ilha dos Dezoito.....	23
5.2.2.2 - Areia da Cascalheira do Aporé.....	23-24
5.3 - Aditivos.....	24
5.3.1 - Aditivo Incorporador de Ar.....	24
5.3.2 - Aditivo Retardador de Pega e Plastificante...	24
6 - ARGAMASSA.....	25
6.1 - Coeficiente de Expansão Térmica.....	26
7 - CONCRETO.....	27-28
7.1 - Concreto para Fase Inicial.....	29
7.1.1.- Generalidades.....	29

OBRA: LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC.:
ASSUNTO: CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA	VER.:	FL de 148
DES. Nº TC - 02		
VERMELHA.		
7.1.2 - Dosagens	29	
7.1.2.1 - Dosagem AV-14.....	29	
7.1.2.2 - Dosagem AV-15.....	29	
7.1.2.3 - Dosagem AV-16.....	29-30	
7.1.2.4 - Dosagem AV-17.....	30	
7.1.2.5 - Dosagem AV-18.....	30-31	
7.2 - Concreto para a Fase Final.....	31	
7.2.1 - Generalidades.....	31	
7.2.2 - Dosagens.....	31	
7.2.2.1 - Dosagem AV-1.....	31-32	
7.2.2.2 - Dosagem AV-2.....	32	
7.2.2.3 - Dosagem AV-3.....	32-33	
7.2.2.4 - Dosagem AV-4.....	33	
7.2.2.5 - Dosagem AV-5.....	33	
7.2.2.6 - Dosagem AV-6.....	33-34	
7.2.2.7 - Dosagem AV-7.....	34	
7.2.2.8 - Dosagem AV-8.....	34-35	
7.2.2.9 - Dosagem AV-9.....	35	
7.2.2.10- Dosagem AV-10.....	35	
7.2.2.11- Dosagem AV-11.....	35	
7.2.2.12- Dosagem AV-12.....	35-36	
7.2.2.13- Dosagem AV-13.....	36	
8 - CORRELAÇÕES.....	37	
8.1 - Trabalhabilidade.....	38a40	
8.2 - Densidade.....	40-41	
8.3 - Resistência a Compressão.....	41a43	
8.4 - Resistência a Tração.....	44a47	
8.5 - Módulo de Elasticidade.....	47-48	
8.6 - Coeficiente de Poisson.....	48-49	
8.7 - Permeabilidade.....	49a51	
8.8 - Propriedades Térmicas.....	51a54	
8.9 - Outras Propriedades.....	55	
8.9.1 - Compressão Triaxial.....	55a59	
8.9.2 - Deformações Limites.....	60	

OBRA:	LABORATÓRIO DE CONCRETO - ILHA SOLTEIRA	DES.:	ESC.:
ASSUNTO:	CONCRETOS PARA A OBRA - USINA DE ÁGUA	VER.:	FL. de 149
VERMELHA.		DES. Nº TC - 02	

8.9.3 - Fluência	60
8.9.4 - Variações Autôgenas	60
9 - COMENTÁRIOS	61
10 - BIBLIOGRAFIA	62
11 - DESENHO	65
12 - ÍNDICE	