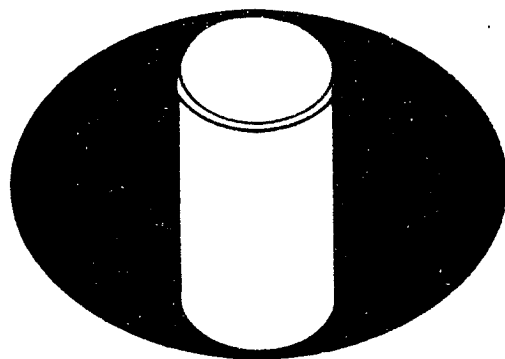
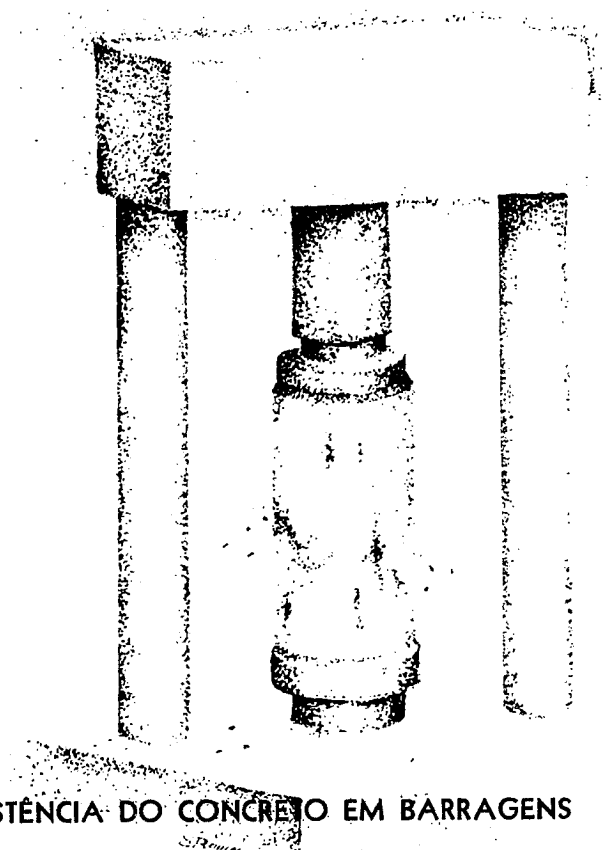




IBRACON

INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO
SEMINÁRIO
CONTROLE DA RESISTÊNCIA DO CONCRETO

São Paulo, maio de 1980



CONTROLE DA RESISTÊNCIA DO CONCRETO EM BARRAGENS

Eng.º José Augusto Braga (*)
Eng.º Francisco Rodrigues Andriolo (**)

Itaipu Binacional

(*) Divisão de Manutenção e Controle Industrial

(**) Assistência à Construção de Concreto

CONTROLE DA RESISTÊNCIA DO CONCRETO EM BARRAGENS

INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO

PALESTRA NO SEMINÁRIO SOBRE CONTROLE DA RESISTÊNCIA DO CONCRETO

ENGº JOSÉ AUGUSTO BRAGA
Divisão de Manutenção e
Controle Industrial

ENGº FRANCISCO RODRIGUES ANDRIOLO
Assistência à Construção de Concreto

ITAIPU BINACIONAL

Maio/1980.

INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO

SEMINÁRIO SOBRE CONTROLE DA RESISTÊNCIA DO CONCRETO CONTROLE DA RESISTÊNCIA DO CONCRETO EM BARRAGENS

1. INTRODUÇÃO

Os ensaios de resistência (Nota 1), provavelmente, são os ensaios mais importantes, aplicados ao concreto, para servir de base para o julgamento do produto acabado. Correntemente, é entendido que um concreto de alta resistência seja sinônimo de um concreto de boa qualidade. Mas isso não deve ser tomado indiscriminadamente pois, por exemplo:

Quando se obtém uma resistência elevada através de um excessivo consumo de cimento com base em um baixo fator água/cimento, poderá ocorrer, em consequência, uma excessiva retração por secagem, e/ou trincas de origem térmica.

O aparecimento de fissuras de origem térmica, no caso de estruturas hidráulicas, como barragens, é um fenômeno desagradável e preocupante na maioria dos casos. Há portanto, a necessidade e conveniência, no caso das barragens, da utilização de concretos bem dosados para atender adequadamente os parâmetros solicitados.

Nota 1: Como Resistência é comum entender-se = Resistência à Ruptura por compressão axial simples.

2. DEFINIÇÕES

Nas construções de barragens, principalmente, os projetos de vem procurar indicar os níveis de resistências mais adequados que possível, em confronto com as solicitações estimadas.

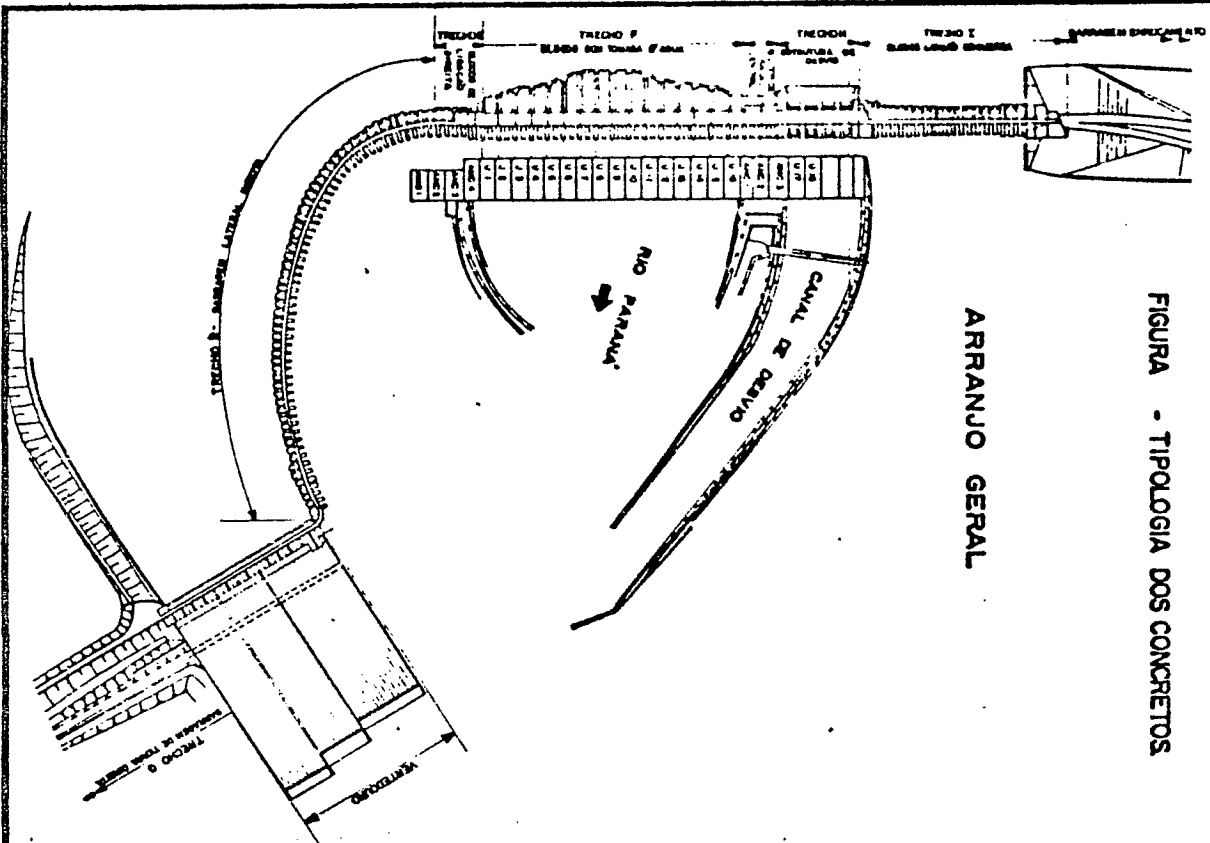
Além dos aspectos técnicos e de segurança, há também a necesssidade de se abordar o aspecto econômico.

Para a construção da Hidroelétrica de ITAIPU as característiticas básicas dos tipos de concretos para uso no projeto, em termos de resistências mínimas à compressão podem ser resumiudas em:

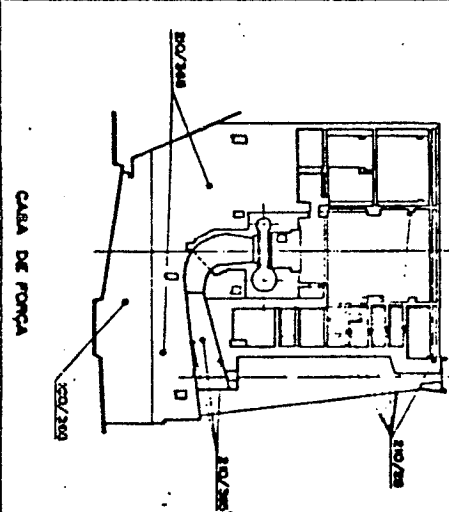
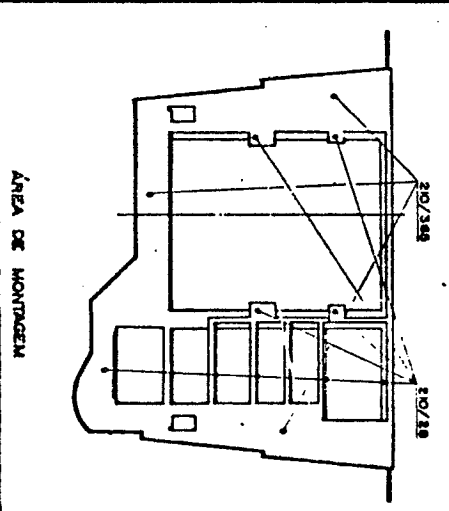
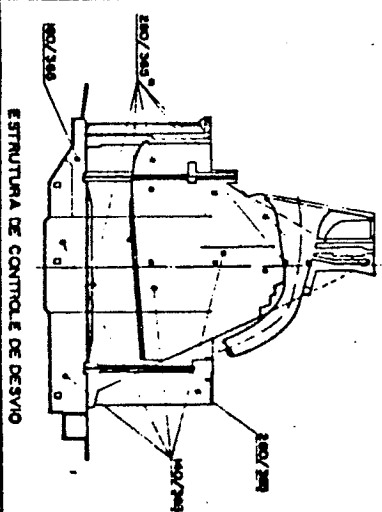
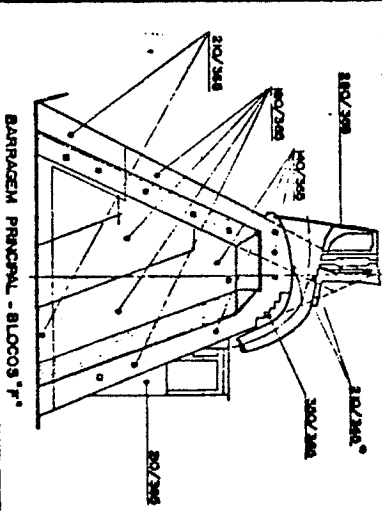
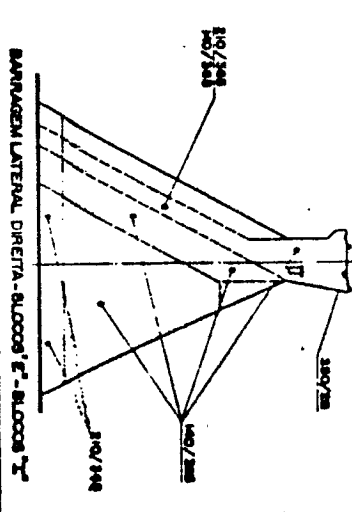
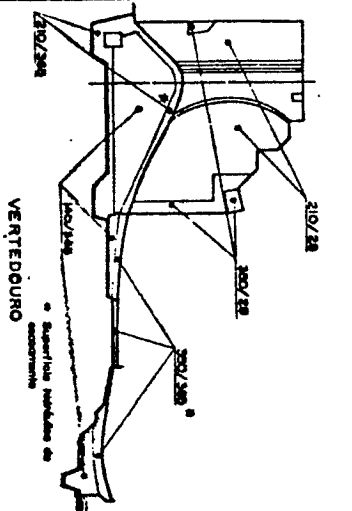
CLASSE	TENSÃO MÍNIMA REQUERIDA (fck) Kg/cm ² À IDADE	APLICAÇÃO
100/365	100 Kg/cm ² a 365 dias	Massa não estrutural para locais de esforços limitados; e concreto poroso.
140/365	140 Kg/cm ² a 365 dias	Massa.
180/365	180 Kg/cm ² a 365 dias	Massa e fundação.
210/365	210 Kg/cm ² a 365 dias	Massa e fundação.
280/365	280 Kg/cm ² a 365 dias	Fundação e paramentos.
210/28	210 Kg/cm ² a 28 dias	Estrutural.
280/28	280 Kg/cm ² a 28 dias	Pré-Moldados.
350/28	350 Kg/cm ² a 28 dias	Pré-Moldados e Protensão.

FIGURA - TIPOLOGIA DOS CONCRETOS

ARRANJO GERAL



ESTRUTURAS



As resistências mínimas requeridas (f_{ck}) à compressão axial simples, e indicadas nos desenhos, correspondem ao nível de resistência efetiva estudada e admitida para as diversas estruturas, multiplicada pelos coeficientes de segurança adotados. Isto é:

$f_{ck} = K_s \cdot f_{emax.}$, sendo

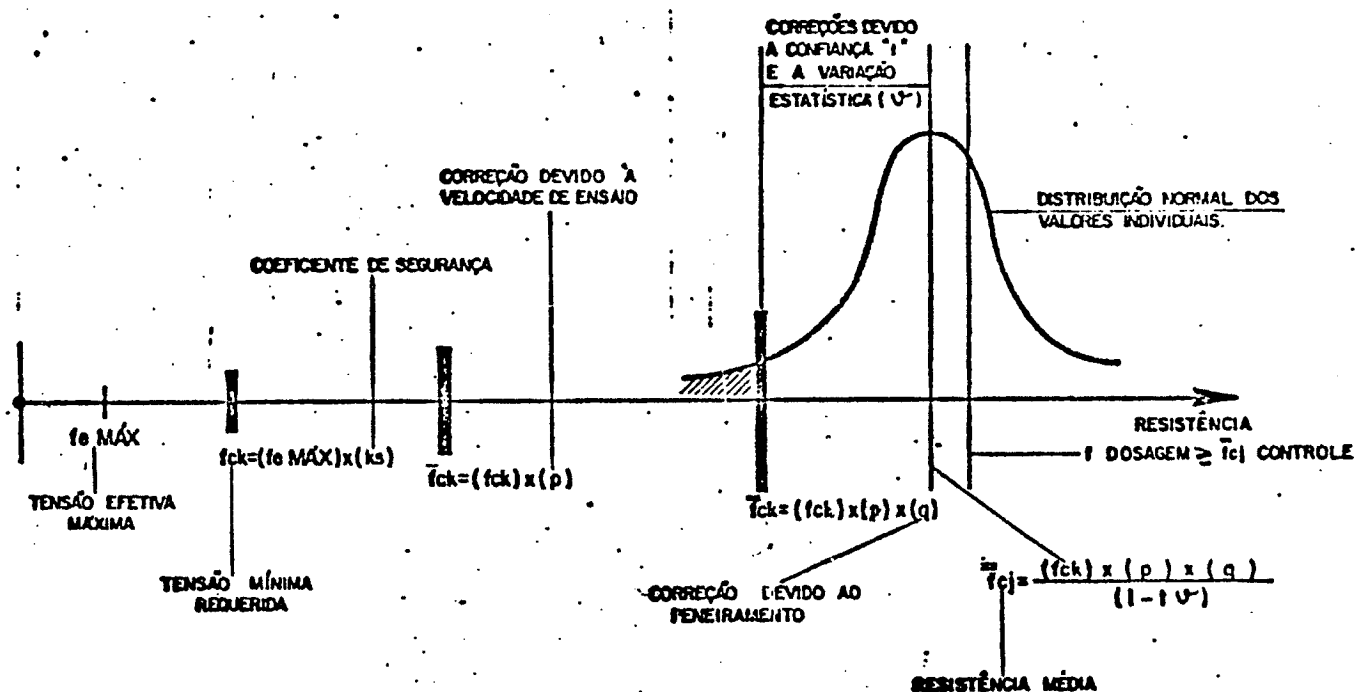
f_{ck} = Resistência mínima requerida para R% das amostras constituídas por espécimes cilíndricos moldados com concreto integral curados "in situ" e ensaiados na idade "k" sob carregamento contínuo máximo (Kg/cm^2).

f_{emax} = Tensão efetiva máxima, calculada para a região da estrutura (Kg/cm^2).

K_s = Coeficiente de segurança que leva em conta: variações de carregamento, variação da probabilidade de ocorrência de eventos desfavoráveis, erros de hipóteses e deficiências localizadas.

3. TRANSFORMAÇÃO DA RESISTÊNCIA MÍNIMA REQUERIDA EM RESISTÊNCIA DE CONTROLE E DOSAGEM.

Para a determinação da resistência média de controle através dos corpos de prova padronizados (ϕ 15 x 30 cm) são computa dos outros fatores como se segue:



Sendo:

$\bar{f}_{cj}$ = Resistência média das amostras constituídas por corpos de prova cilíndricos ϕ 15 x 30 cm, moldados com concreto peneirado (passante pela malha de 38 mm) curados em câmara úmida e ensaiados na idade $j = k$ dias, sob carregamento rápido (Kg/cm^2);

o desvio da tensão mínima, em relação à tensão média, quando se toma como unidade o desvio padrão;

δ = Coeficiente de Variação (%) do controle;

q = Fator tamanho do agregado, sendo o quociente do valor de compressão axial simples dos corpos de prova moldados com concreto peneirado, pelo valor de compressão axial simples dos corpos de prova moldados com concreto integral;

p = Fator velocidade de carregamento, que expressa a correlação de variação da tensão obtida em função da velocidade de carregamento utilizada no ensaio.

Os fatores "p" e "q" são determinados através de ensaios, sendo que nas misturas dosadas inicialmente para as obras da Hidroelétrica de ITAIPU foram adotados, provisoriamente, os seguintes parâmetros

PARAMETROS \ Ø MÁXIMO DO AGREGADO	19 mm	32 mm	76 mm	152 mm
CORPO DE PROVA — CONCRETO INTEGRAL DIÂMETRO X COMPRIMENTO (cm)	15 X 30	15 X 30	25 X 30	45 X 30
CORPO DE PROVA — CONCRETO PENEIRADO DIÂMETRO X COMPRIMENTO (cm)	15 X 30	15 X 30	15 X 30	15 X 30
FATOR TAMANHO DO AGREGADO (q)	1,00	1,00	1,10	1,18
FATOR VELOCIDADE DE CARREGAMENTO (p)	1,00	1,00 (ESTRUTURAL) OU 1,14 (MASSA)	1,00 (ESTRUTURAL) OU 1,14 (MASSA)	1,14
CONFIANÇA (%) PARA UNIVERSO NÃO INFERIOR A 30 AMOSTRAS	1,007	1,00 (ESTRUTURAL) OU 1,310 (MASSA)	1,310 (ESTRUTURAL) OU 0,854 (MASSA)	0,854
PORCENTAGEM MÍNIMA DE VALORES ACIMA DA TENSÃO MÍNIMA	95	95 (ESTRUTURAL) OU 90 (MASSA)	90 (ESTRUTURAL) OU 90 (MASSA)	90
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO MÁXIMO ADMITIDO (%)	15	15	15	15
FIGURA - PARAMETROS INICIAIS PARA CONTROLE.				

Exemplificando, ao se estimar a tensão de compressão axial simples para controle e dosagem de um concreto 140/365, com ϕ máx 152 mm, ter-se-ia:

$$\bar{f}_{cj} = \frac{(f_{ck}) (p) (q)}{(1 - t \sqrt{v})} = \frac{140 \times 1,14 \times 1,18}{1 - 0,854 \times 0,15} = 1,54 \times 140 = 216 \text{ Kg/cm}^2$$

Sendo:

$\bar{f}_{cj}$ = Tensão média a ser obtida no controle através de corpos de prova moldados com concreto peneirado (passante pela malha de 38 mm) = 216 Kg/cm²;

f_{ck} = Tensão mínima requerida = 140 Kg/cm²;

p = Fator velocidade de carregamento = 1,14;

q = Fator tamanho do agregado = 1,18;

t = Confiança para que se tenha uma porcentagem de 80% dos valores, acima da tensão mínima requerida = 0,854;

$\sqrt{v}$ = Coeficiente de variação adotado = 15%.

Dessa maneira, os espécimes cilíndricos ϕ 15 x 30 cm moldados com concreto peneirado passante pela malha de ~~38~~ 38 mm, a partir do concreto integral de ϕ máx. 152 mm, curados em câmara úmida e ensaiados por carregamento rápido, deveriam apresentar resistência média da ruptura axial simples, igual ou superior a 216 Kg/cm².

Para se alcançar a tensão média necessária, os concretos devem ser proporcionados adequadamente, sendo que deverão ser levados em conta tópicos tais como:

- Variações na qualidade do (s) cimento (s) usado (s) na Obra;
- Possibilidade de mistura dos diversos cimentos nos silos;
- Variações nas características do material pozolânico;

- Variações nas características granulométricas (e forma) dos agregados;
- Variações da (s) areia (s) utilizada (s);
- Dificuldades nos sistemas de produção do concreto;
- Dificuldades nos sistemas de transporte e lançamento do concreto;
- Uniformidade e qualidade da equipe e dos equipamentos de adensamento.

Em vista dessas advertências, para os primeiros lançamentos de concreto nas obras deve-se empregar concretos com um teor de argamassa razoavelmente acima do ideal, e ainda um pouco mais "rico", que os estimados. Posteriormente as misturas devem ser ajustadas, para o ponto "ótimo".

Deve-se também lembrar que outros fatos podem acarretar variações na resistência do concreto, tais como:

- Controle do teor de água;
- Variação da umidade do agregado, principalmente o agregado miúdo;
- Variação na temperatura;
- Variação no teor de ar incorporado;
- Inconsistência da amostragem;
- Variação da energia de compactação;
- Excessivo manuseio das amostras;
- Cuidados nas desmoldagens;
- Variações nas condições ambientes de cura;
- Cuidados no capeamento aos espécimes;
- Cuidados na execução dos ensaios.

4. CONTROLES EFETUADOS

É de se convir que nas construções de barragens de concreto, os volumes lançados horária ou diariamente atingem velocidades às vezes assustadoras. Em Ilha Solteira por exemplo, tivemos mais de 5000 m³ lançados em um só dia, em ITAIPU 15000 m³/dia com volumes ao redor de 800 m³/hora.

É importante observar que ao se trabalhar com tais velocidades de produção não é conveniente ficar calcado nos convencionais ensaios de "trabalhabilidade", "resistência axial simples" e seu tradicional controle estatístico, pois com as elevadas velocidades de produção de concreto pouco ou quase nada valeria detectar uma resistência baixa, após 3, 7 ou 28 dias, cuja correção acarretaria providências fatalmente onerosas.

A fim de acompanhar essa dinâmica de produção é aconselhável adotar um esquema de controle de modo a conviver com a menor possibilidade de eventos adversos à uniformidade do concreto.

O controle durante a produção de concreto adotado pela ITAIPU BINACIONAL é composto basicamente por duas etapas:

4.1 CONTROLE DE UNIFORMIDADE DURANTE A PRODUÇÃO

Visando produzir concretos com as características necessárias para cada frente de aplicação, são efetuadas no laboratório de cada central de produção, a cada 15 minutos amostragens do concreto fresco, para ensaios de verificação, tais como:

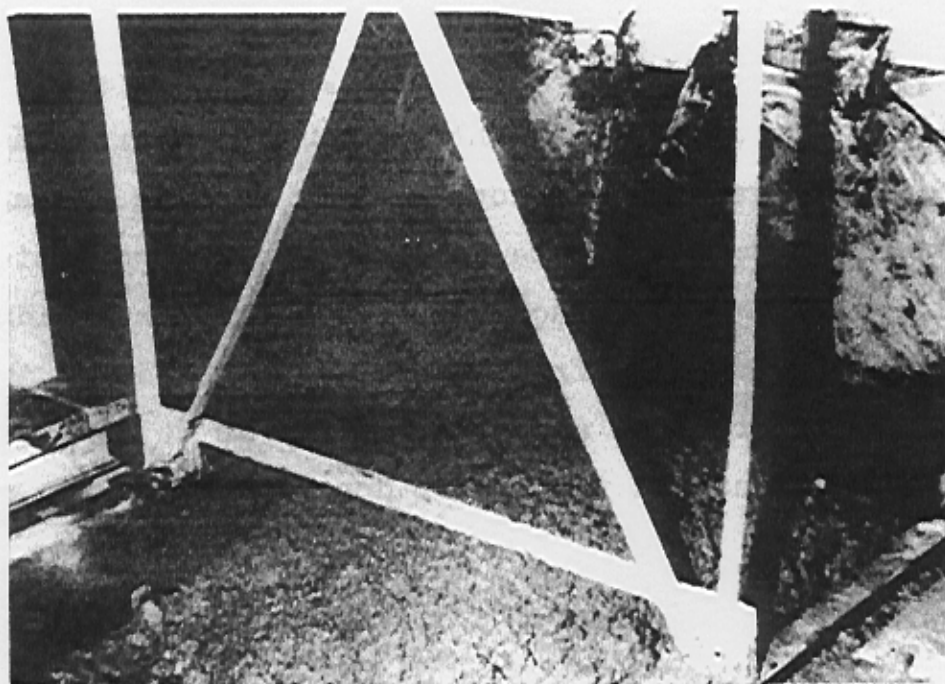
- Temperatura
- Teor de Ar Incorporado
- Trabalhabilidade
- Peso Específico.

Através dos ensaios de controle durante a produção do concreto e da verificação constante da umidade dos agregados, pode-se efetuar o ajuste do teor de água, porcentagem de aditivo para incorporação de ar, da trabalhabilidade e ainda a quantidade de "frio" (gelo, água gelada ou insuflações de ar frio nos agregados) a fim de se obter a temperatura adequada. A frequência dos ensaios e mais o contro

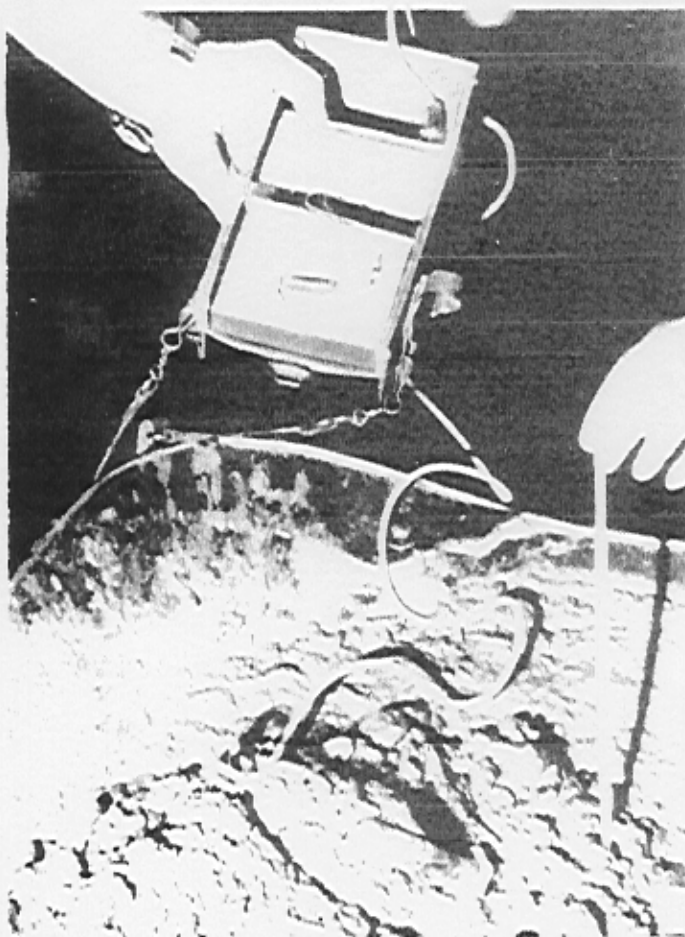


Aferição dos silos balança, através de pesos padrões.

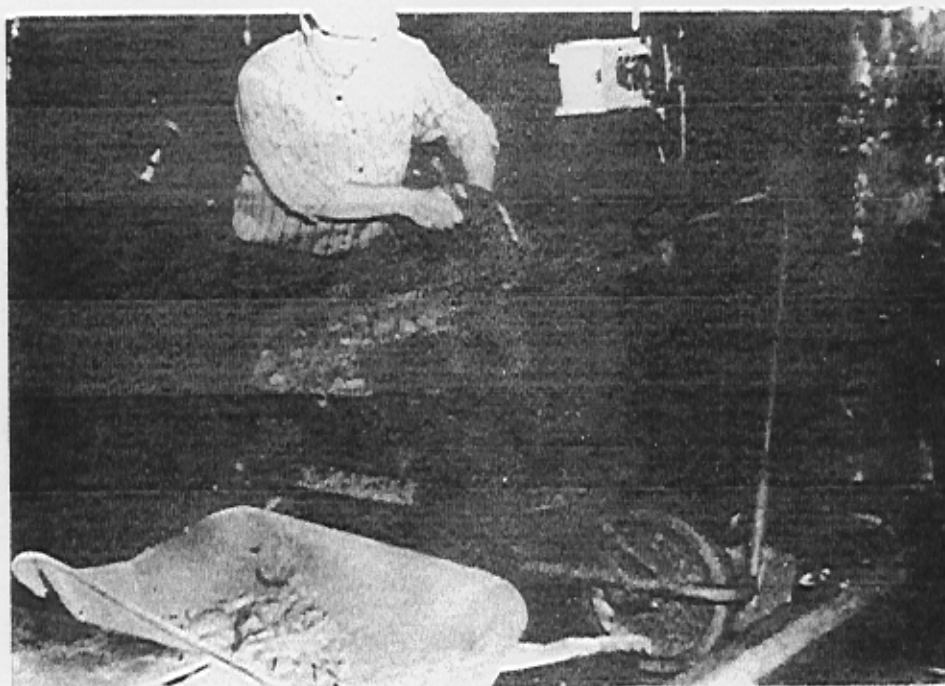
le sistemático dos silos-balanças das centrais, mediante aferições periódicas, tornam possível a detecção imediata de qualquer anomalia, as providências decorrentes, e consequentemente a uniformidade desejada.



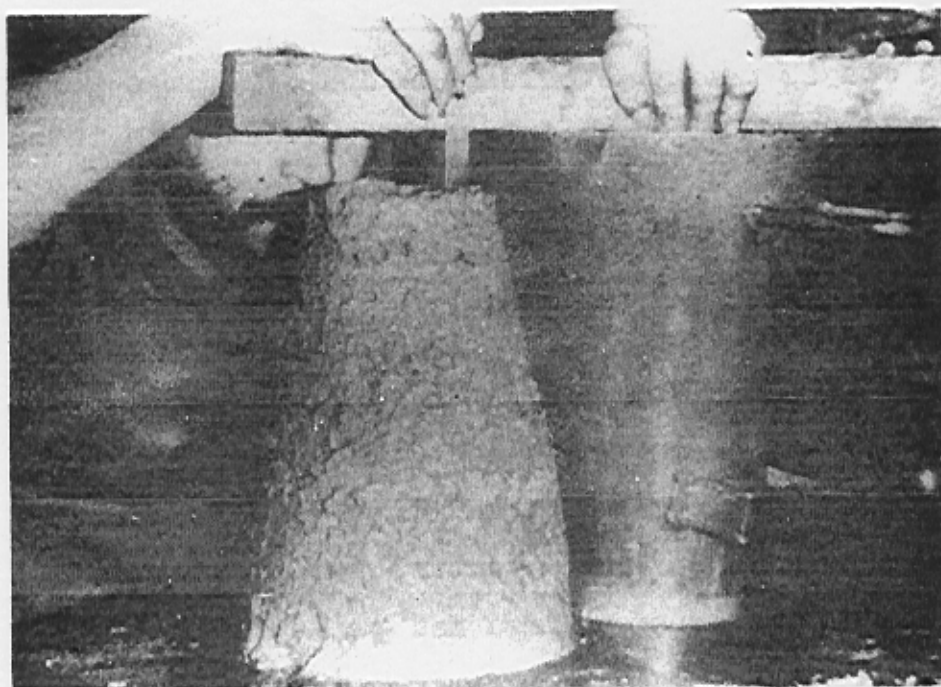
Coleta de amostras do concreto, na Central de Produção através de "carrinho amostrador" cortando o fluxo de descarga do concreto.



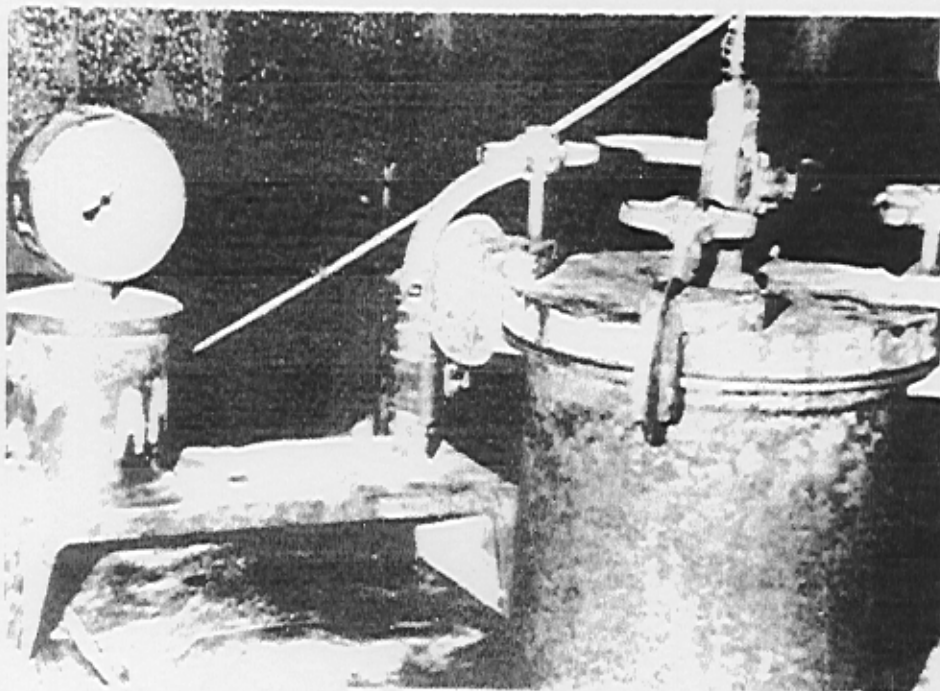
Tomada de temperatura do concreto através de termômetro eletrônico e/ou de vidro.



Separação, pelo peneirador de concreto, da fração superior a 38 mm, no concreto massa, para ensaios de controle durante a produção e para as diversas moldagens.



Avaliação da trabalhabilidade da fração peneirada (≤ 38 mm) a partir do concreto massa ($\varnothing$ máx 76 ou 152 mm).



Avaliação do teor de ar incorporado a fim de controlar a dosagem do aditivo incorporador de ar. Ensaio efetuado na fração ≤ 38 mm a partir do concreto integral.

4.2 CONTROLE DE QUALIDADE DO CONCRETO

Engloba as diversas moldagens dos espécimes para ensaios elastomecânicos e de outras propriedades de interesse. A rotina atual (a partir de fevereiro/1979), modificada a partir da inicial (1977-1979) é a seguinte:

- Amostra Normal:

A cada 500 m³ de concreto com ϕ máx 76 ou 152 mm e a cada 300 m³ de concreto com ϕ máx 19 ou 38 mm é retirada uma amostra por tipo de "traço" e por central, cuidando para não se deixar estrutura sem amostragem. Ou seja, é retirada amostra logo nas primeiras betonadas de cada traço.

De cada amostra são moldados 6 espécimes ϕ 15 x 30 cm até que se complete o universo de 150 amostras, e a partir de então são moldados apenas 4 espécimes, para os

- Amostra Global:

A cada 20000 m³ de concreto com ϕ máx 76 e 152 mm é retirada uma amostra suficiente para a moldagem de:

= 6 espécimes com concreto peneirado (ϕ 15 x 30 cm)

= 6 espécimes 12,5 x 25 x 25 cm

= 2 espécimes de concreto integral

ϕ 25 x 50 para ϕ máx 76 mm

ϕ 45 x 90 para ϕ máx 152 mm.

Após terem sido completadas 150 Amostras Normais por "traço", não mais são efetuadas as Amostras Globais do referido "traço".

Sobre as Amostras Normais são feitos ensaios para determinação das propriedades citadas em 4.1, e ainda ruptura axial simples de 2 corpos de prova, a cada uma das seguintes idades:

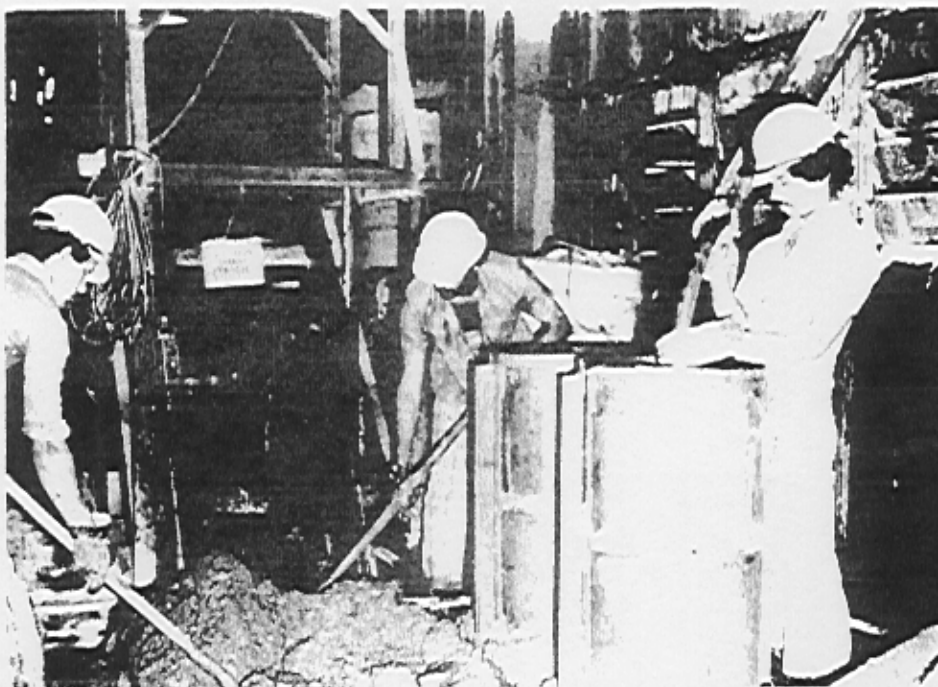
IDADE DO fck DO PROJETO	IDADE DOS ENSAIOS (dias)							
	3	7	28	90	180	365	2 ANOS	5 ANOS
3 DIAS	X	X	X					
7 DIAS	X	X	X					
28 DIAS (AMOSTRAS IMPARES)	X	X	X					
28 DIAS (AMOSTRAS PARES)		X	X	X				
90 DIAS (AMOSTRAS IMPARES)		X		X	X			
90 DIAS (AMOSTRAS PARES)			X	X		X		
180 DIAS (AMOSTRAS IMPARES)		X			X	X		
180 DIAS (AMOSTRAS PARES)			X	X	X			
365 DIAS 1ª AMOSTRA		X				X	X	
365 DIAS 2ª AMOSTRA			X			X		X
365 DIAS 3ª AMOSTRA				X	X	X		
365 DIAS 4ª AMOSTRA		X				X	X	
90 DIAS (NOTA 2)		X		X				
180 DIAS (NOTA 2)		X		X				
365 DIAS (NOTA 2)		X		X				

Sobre as Amostras Globais são feito ensaios para se determinar:

- Resistência à Ruptura por Compressão Axial Simples através dos espécimes $\varnothing$ 15 x 30 cm;
- Permeabilidade por Penetração;
- Densidade do Concreto Integral endurecido;
- Módulo de Elasticidade, Coeficiente de Poisson e Resistência à Ruptura por Compressão Axial Simples dos espécimes moldados com concreto integral.



Moldagem de corpos de prova cilíndricos $\varnothing$ 15 x 30 cm, com a fração peneirada ($\leq$ 38 mm) a partir do concreto integral.

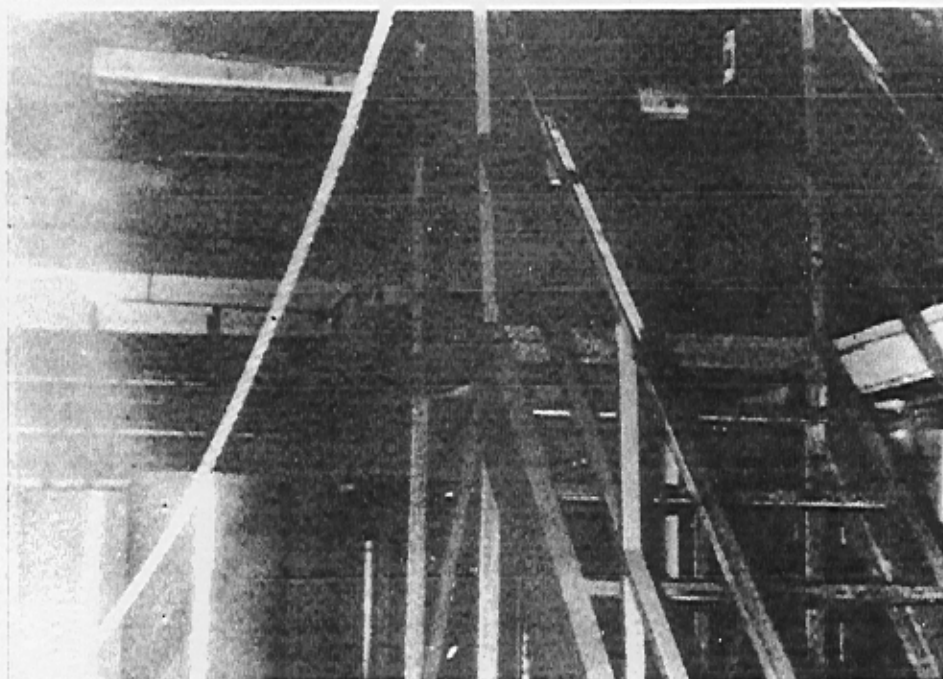


Moldagem de Corpo de Prova $\varnothing$ 45 x 90 cm com concreto integral
 $\varnothing$ máx 152 mm.

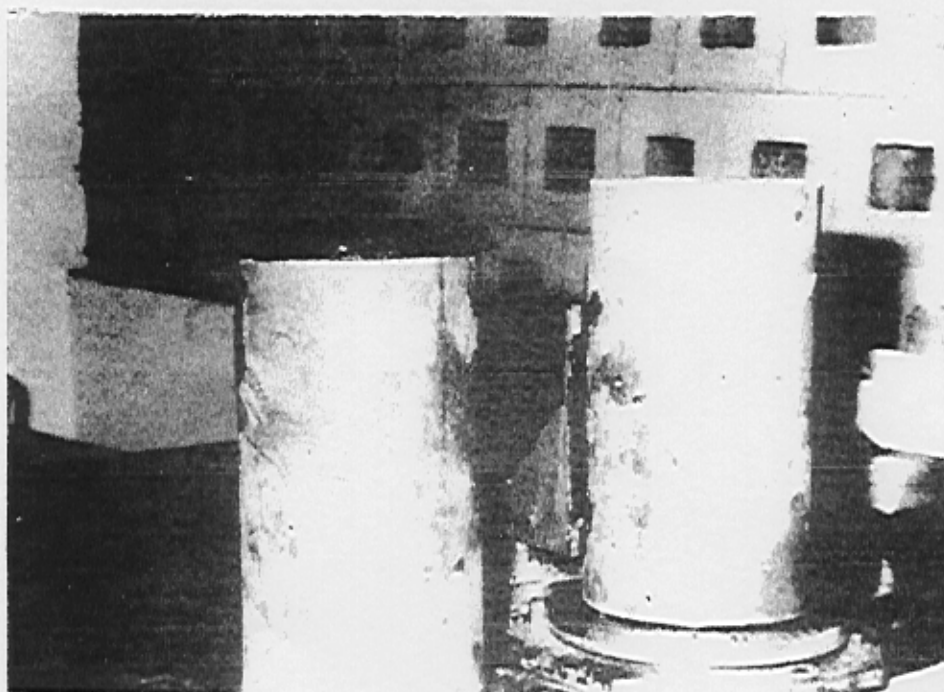


Desforma dos espécimes, no Laboratório Central.

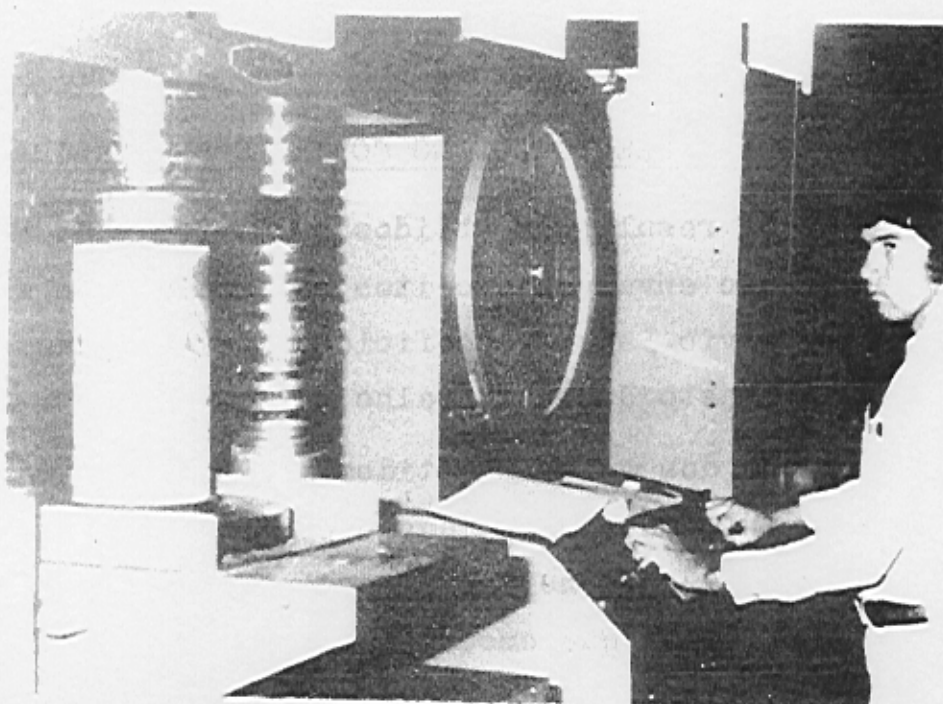
Observa-se a identificação do grupo de corpos de prova (Nº 385)
e da Central de Concreto (C-3).



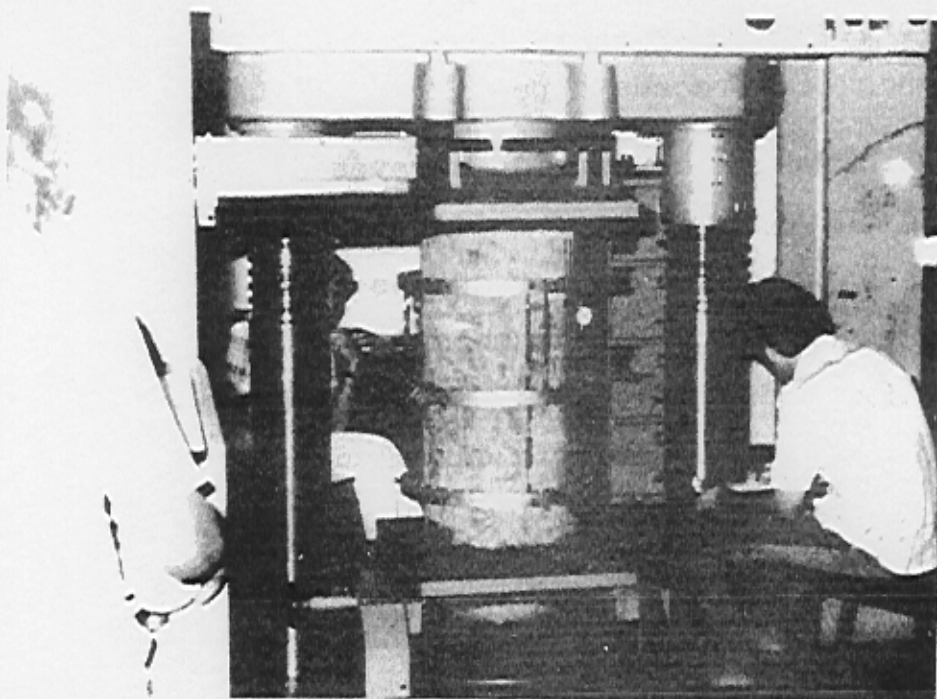
Câmara Úmida para sazonalamento de 30.000 espécimes. Vê-se na foto alguns corpos de prova ($\varnothing$ 45 x 90 cm) de concreto massa integral com $\varnothing$ máx 152 mm.



Capeamento de corpos de prova cilíndricos $\varnothing$ 15 x 30 cm de a-cordo com a metodologia adequada.



Instante do início do ensaio de ruptura por compressão axial simples de espécime "standard" $\varnothing$ 15 x 30 cm.



Instante de ensaio de Módulo de Elasticidade e Coeficiente de Poisson, com posterior ruptura por compressão axial simples, de espécime $\varnothing$ 45 x 90 cm com concreto integral de $\varnothing$ máx 152 mm. A correlação entre as resistências do concreto peneirado e integral fornece o valor "q".

5. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DO CONTROLE DE QUALIDADE

O manuseio dos resultados obtidos no Controle da Resistência do Concreto envolve conceitos matemáticos de estatística (Média, Desvio Padrão, Coeficiente de variação etc...), que não são objeto deste trabalho.

A apresentação dos valores obtidos auxilia sobremaneira na obtenção de informações rápidas e precisas. Os processos usados para apresentação variam somente quanto ao método de apresentação, visto que encerram as mesmas grandezas estatísticas.

5.1 DISTRIBUIÇÃO NORMAL DE FREQUÊNCIAS

É o processo mais conhecido para apresentação de valores, podendo ser traçada a partir do histograma de dados.

O histograma é construído através do agrupamento dos valores de resistência, em determinados intervalos. Os resultados deverão ser arranjados em no mínimo 10 grupos.

A curva de distribuição normal é então traçada a partir do cálculo das ordenadas, sobre as abscissas $\bar{X}$, $\bar{X} \pm \sigma$, $\bar{X} \pm 2\sigma$ sendo a ordenada calculada:

$$\text{Ponto } \bar{X} \quad y_1 = 0,3989 \left(\frac{N \times D}{\sigma} \right)$$

$$\bar{X} \pm \sigma \quad y_2 = 0,242 \left(\frac{N \times D}{\sigma} \right)$$

$$\bar{X} \pm 2\sigma \quad y_3 = 0,054 \left(\frac{N \times D}{\sigma} \right)$$

Com $\bar{X}$ = Média

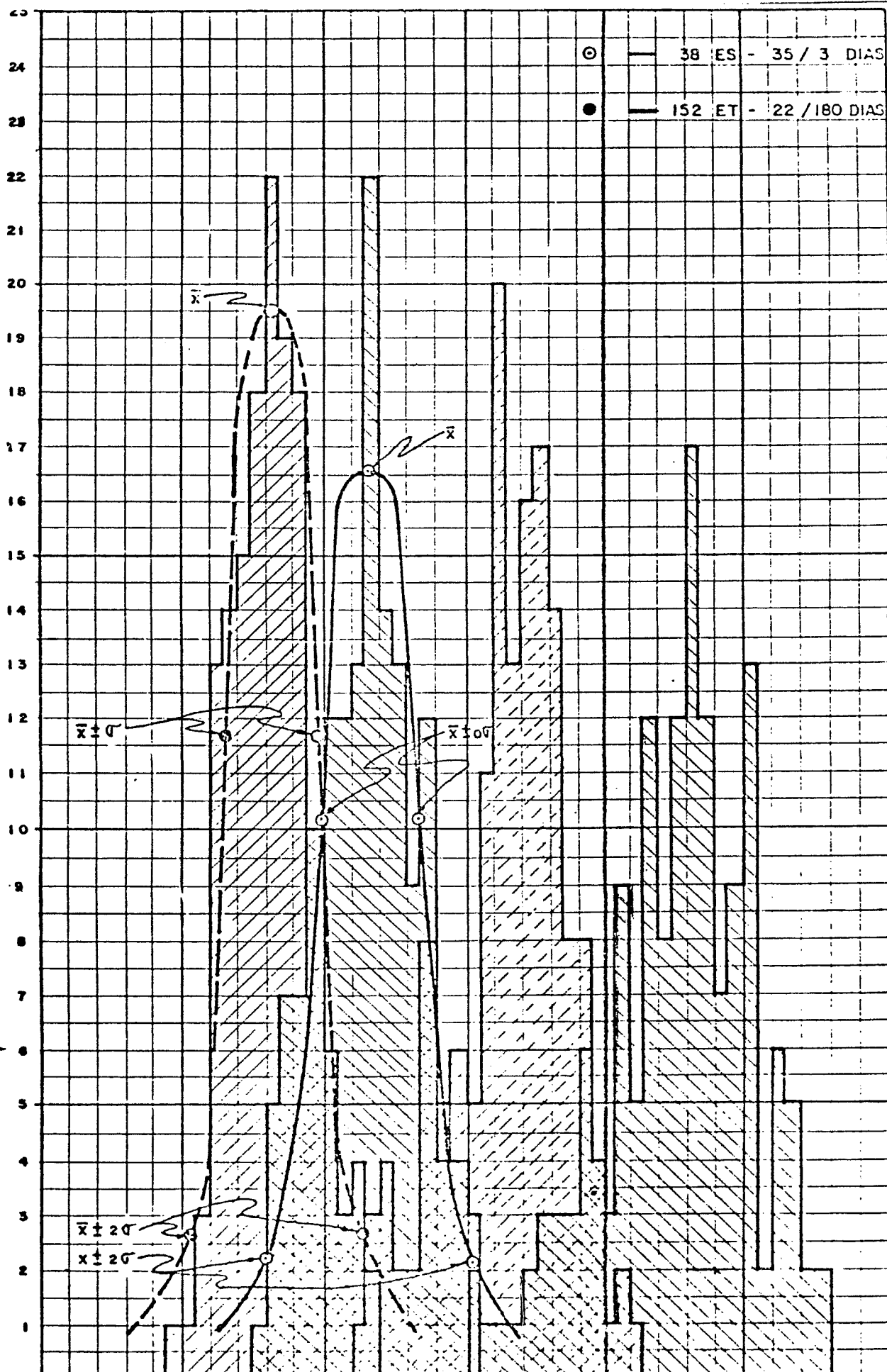
N = Número total de amostras

D = Dimensão do intervalo

y_i = Ordenada

σ = Desvio padrão.

NÚMERO DE ENSAIOS



5.2 DIAGRAMA DAS PROBABILIDADES:

É um outro processo usado, porém com menor frequência. Para a série dos valores de resistência à compressão (sempre mais que 15 valores), a probabilidade (em porcentagem) para cada valor é calculada pela expressão:

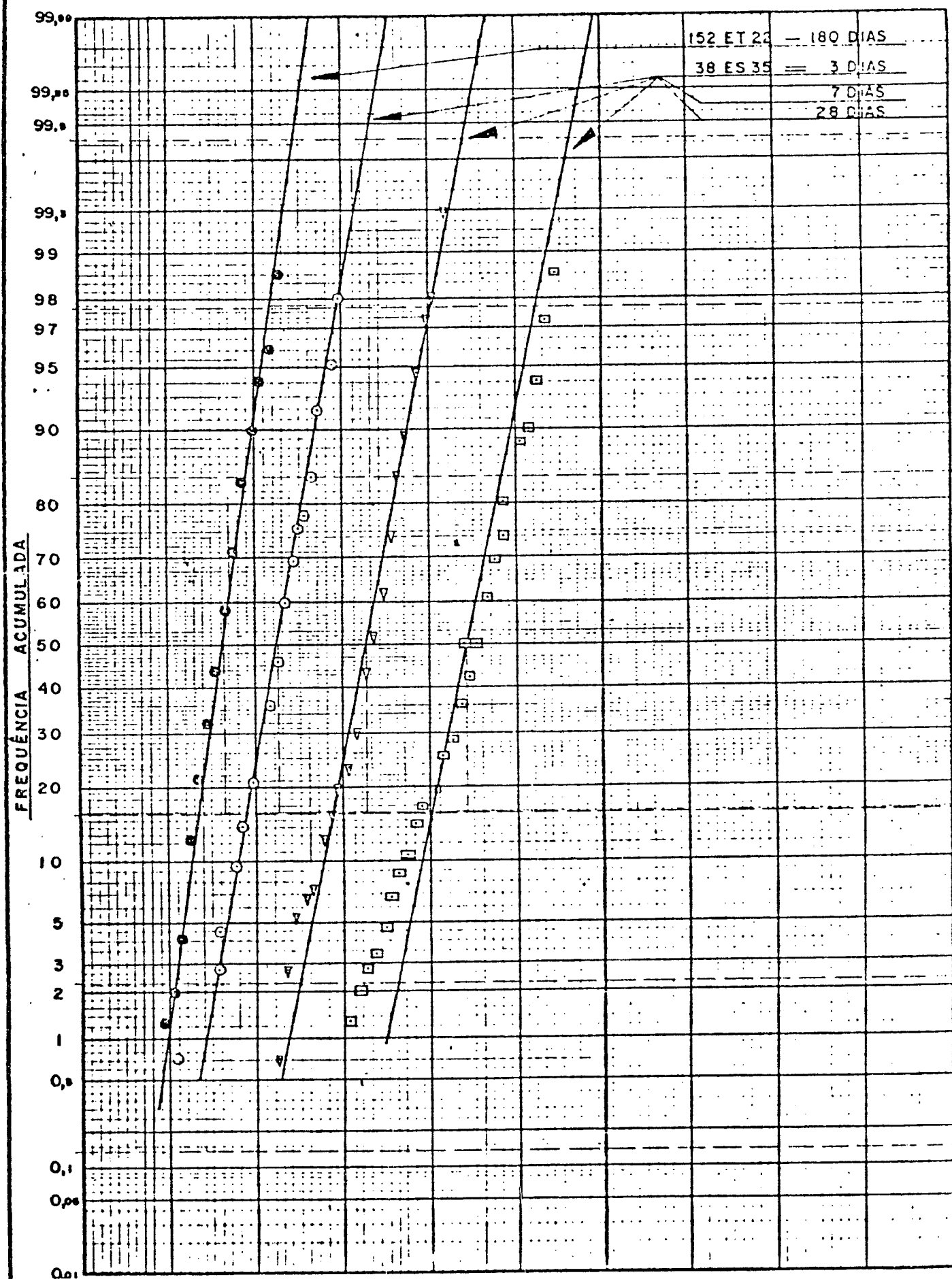
$$P = \frac{3 \cdot r - 1}{3 N + 1} \times 100\% \text{ onde:}$$

P = Probabilidade de ocorrência de cada valor

r = Número de ordem progressiva para cada valor da série, sendo r = 1 para o menor valor r = 2 para o valor seguinte e assim sucessivamente.

N = Número total da série de valores.

Os valores das probabilidades calculadas desta forma são plotados em um diagrama especial com graduação feita de maneira que toda Distribuição Normal de acordo com a função de Gauss seja representada por uma reta. Um dos eixos representa a probabilidade e o outro os valores de resistência. Após o lançamento das resistências em suas respectivas probabilidades, obtém-se a reta mais representativa dos valores. A intersecção da reta e a linha de probabilidade 50% fornece o valor médio. A inclinação da reta fornece a variação. O desvio padrão (σ') é a diferença entre a média ($\bar{X}$) e o valor correspondente a 16% (84%) de probabilidade, ou seja nos pontos $\bar{X} \pm \sigma'$.



5.3 CARTA DE CONTROLE

É o processo mais usado. Os valores são apresentados individualmente em ordenadas, e através das expressões usuais são calculados os valores estatísticos.

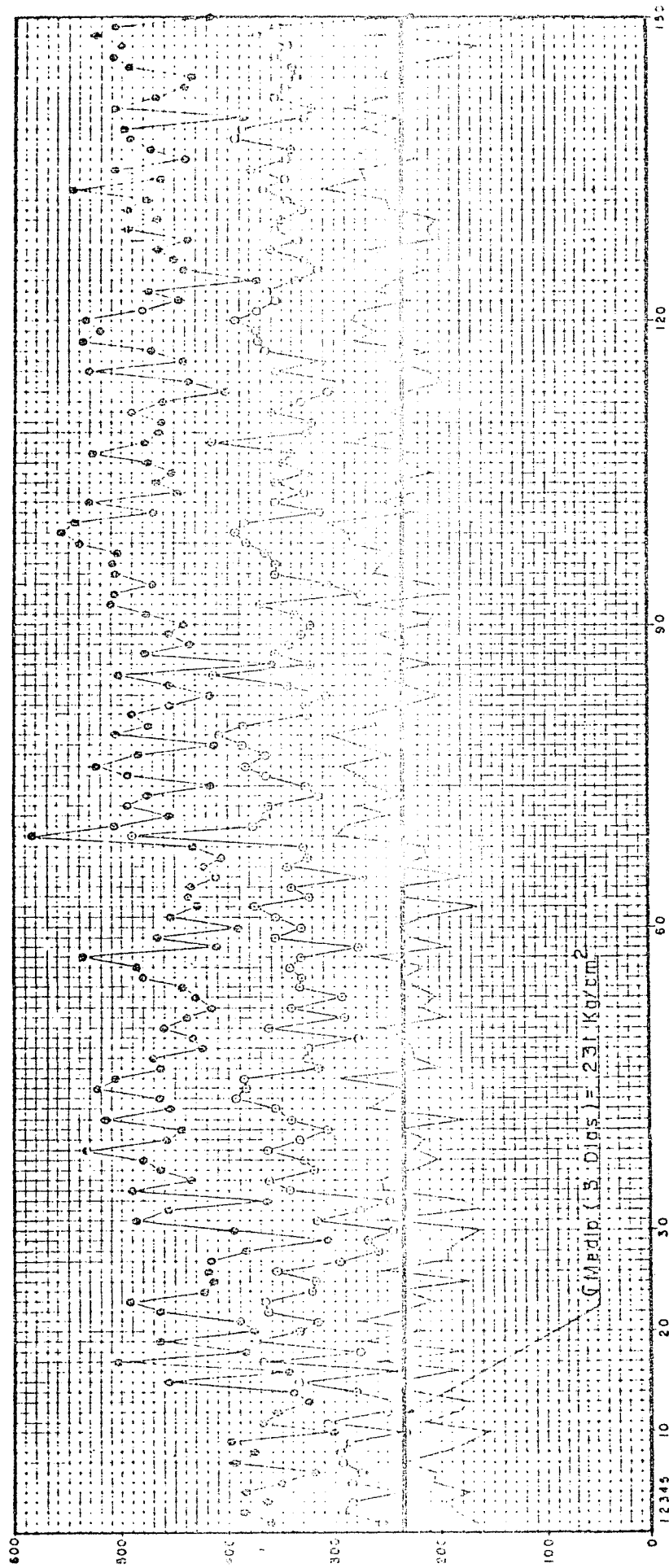
5.4 TABELA DE VALORES

Quando a quantidade de valores a ser manuseada é grande, como no caso de Controle de Qualidade de Concreto em Barragens, tendo em vista uma maior familiarização com os dados (o que permite desprezar as apresentações em forma de diagramas), é aconselhável que sejam implantados sistemas dinâmicos através do tabelamento processado por computadores.

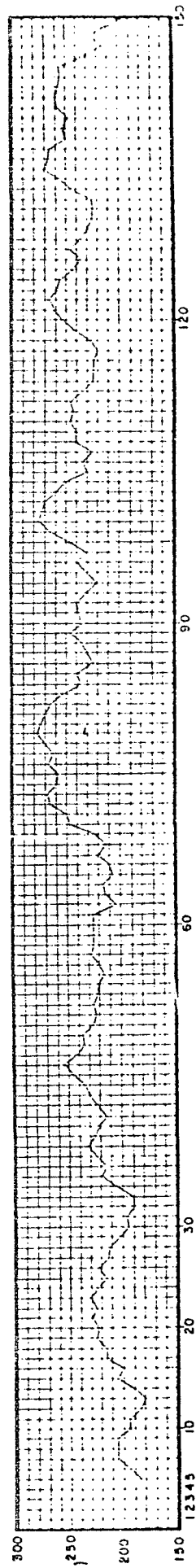
A ITAIPU BINACIONAL processa os dados de Controle de Resistência do concreto com auxílio de computadores IBM-1130 e IBM-370/148, sendo que são efetuados os seguintes tabelamentos controle:

- Controle estatístico para cada 30 amostras, com os valores individuais.
- Resumo do Controle Estatístico.
- Controle por Local de Aplicação.

CARTA DE CONTROLE



ISTÊNCIA A
(PRESSÃO
XIAL
IPLES
(Kg/cm^2)
FRENDA
— 3 DIAS
— 7 DIAS
— 23 DIAS



IIA MOVEL
DA SAMOSTRAS
RESISTÊNCIA
AL SIMPLES
3 3 DIAS

A S S I S T E N C I A C C A S T R U C A D C C A C R E T O
DIVISAO DE LAURATURIG E INSTRUMENTALCAC DE CONCRETO

18704780

CEAD4 - UTILIZE ESTADÍSTICO PARA 30 AMOSTRAS VALORES INDIVIDUAIS

[illegible]

PLANTAS	CULTIVAR	CULT. LA	NUMERO DE ESPÉCIME	IRAU (CM)	AR TEMP (°C)	DENS. (1/M**3)	3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS	TEAJE FCJ (KG/CM**2)					
										30 DIAS	180 DIAS	300 DIAS	2 ANOS	5 ANOS	
C0011	20/04/78	010262	A 010263	5.0	5.4	6.0		48	51	109	105	143	167	208	221
C0012	20/04/78	010269	A 010275	4.5	6.4	6.0						218	226	205	227
C0013	30/04/78	010261	A 010263	3.8	6.5	6.0		42	35	58	58	117	124	175	203
C0014	30/04/78	010341	A 010247	3.7	7.0	6.2						144	164	164	194
C0015	01/05/78	010224	A 010221	3.6	5.0	5.0		60	62	93	103	162	192	253	248
C0016	02/05/78	010229	A 010255	3.2	5.7	5.0						232	235	251	250
C0017	02/05/78	010235	A 010242	4.5	6.2	6.5		63	59	104	108	178	184	240	275
C0018	02/05/78	010245	A 010251	3.0	5.7	6.0						257	255	273	263
C0019	02/05/78	010252	A 010253	5.0	5.6	6.0		41	44	86	78	132	134	202	203
C0020	02/05/78	010271	A 010277	4.0	6.3	5.2						226	212	259	250
C0021	02/05/78	010278	A 010284	5.0	6.3	5.0		41	41	103	100	115	117	183	184
C0022	03/05/78	010262	A 010263	4.5	6.8	5.5						221	198	209	221
C0023	03/05/78	010279	A 010285	4.0	5.2	6.0		66	61	158	167	192	181	272	274
C0024	04/05/78	010269	A 010275	4.0	5.8	5.0		52	50	85	98	146	159	335	334
C0025	04/05/78	010270	A 010282	4.3	6.4	5.0						238	226	243	235
C0026	04/05/78	010283	A 010289	4.3	6.3	5.0		84	83	98	99	247	247	290	321
C0027	05/05/78	010247	A 010253	3.0	5.2	6.0						215	192	229	222
C0028	05/05/78	010244	A 010250	3.9	6.5	4.8		63	61	108	110	207	203	278	263
C0029	05/05/78	010260	A 010264	3.1	6.3	7.5						260	243	264	266
C0030	05/05/78	010260	A 010265	4.0	6.3	6.5		39	40	91	91	153	150	225	231
C0031	05/05/78	010246	A 010252	4.0	5.7	5.5						235	243	244	242
C0032	05/05/78	010253	A 010259	4.0	5.7	5.8		49	47	103	96	183	197	276	273
C0033	05/05/78	010266	A 010262	3.8	6.2	4.5						249	243	260	253
C0034	12/05/78	010241	A 010247	4.2	5.0	5.7		86	91	137	131	333	315	370	400
C0035	14/05/78	010254	A 010260	4.7	5.4	7.0						345	338	351	347
C0036	14/05/78	010277	A 010283	4.0	5.5	6.5		90	92	74	79	213	340	414	407
C0037	15/05/78	010262	A 010263	3.9	5.7	6.0						226	240	253	232
C0038	15/05/78	010259	A 010265	4.0	6.0	7.0		41	41	109	111	167	158	205	227
C0039	15/05/78	010266	A 010272	4.2	5.4	7.0						294	306	302	283

	4.0	5.5	6.0	57.6	101.9	188.7	245.0	258.5
VALON PEDUL (NG/CH02)				25.8	43.1	33.3	19.4	21.5
VALON DE VALON	13.3	8.2	16.4	4.6	4.7	5.4	4.1	4.1
VALON DE VALON				42.7	81.5	134.2	203.6	213.0

VALORES PROVISÓRIOS EM IMPLANTAÇÃO PELO COMPUTADOR

I T A I P U B I N A C I C N A L A S S I S T E N C I A C O N S T R U C C O N C R E T O C I V I L S A U D E L A B O R A T O R I O E I N S T R U M E N T A C A O D E C O N C R E T O P A U . 1 0

16/04/80

LEROS - RESUMO DO CONTROLE ESTATISTICO

TRACU 152-FC1 AD-PLAST 0.00 UTILDO - AR(1) 5.7 FLK = 140/360	A/C 0.600 AR(1) 6.0+0.5 AREIA NAT. 154 AREIA ART. 394 SLUMP(CM) 4.1 TEMPERATURA(C) 6.3 DENSIDADE(T/M**3)	3 DIAS 7 DIAS 28 DIAS 90 DIAS 180 DIAS 360 DIAS 720 DIAS 1800 DIAS	64 - 376 150 - 369 217 - 374 240 - 372 254 - 745 1.81 1.55 1.71 1.55 1.71 1.81	CIMENTC 109 FLY-ASH 31 AGUA 59 BRITA 1 363 BRITA 2 366 VOLUME APLICADO(M**3)	AD-INC. VAN BRITA 3 459 BRITA 4 642
FLUJ (KG/CM**2) - NUM. AMOSTRAS REQUIMEN(TC/KG/CM**2/KG/M**3) VARIACAO(1) - FCX (KG/CM**2)	A/C 0.600 AR(1) 7.0+0.5 AREIA NAT. 388 AREIA ART. 166 SLUMP(CM) 4.1 TEMPERATURA(C) 5.8 DENSIDADE(T/M**3)	3 DIAS 7 DIAS 28 DIAS 90 DIAS 180 DIAS 360 DIAS 720 DIAS 1800 DIAS	69 - 428 137 - 423 206 - 423 232 - 423 248 - 211 1.92 1.56 1.81 1.56 1.81 1.92	CIMENTC 104 FLY-ASH 30 AGUA 89 BRITA 1 324 BRITA 2 365 VOLUME APLICADO(M**3)	AD-INC. 0.000 BRITA 3 465 BRITA 4 642
TRACU 152-FC2 AD-PLAST 0.00 UTILDO - AR(1) 7.2 FLK = 140/360	A/C 0.600 AR(1) 7.0+0.5 AREIA NAT. 388 AREIA ART. 166 SLUMP(CM) 4.1 TEMPERATURA(C) 5.8 DENSIDADE(T/M**3)	3 DIAS 7 DIAS 28 DIAS 90 DIAS 180 DIAS 360 DIAS 720 DIAS 1800 DIAS	69 - 428 137 - 423 206 - 423 232 - 423 248 - 211 1.92 1.56 1.81 1.56 1.81 1.92	CIMENTC 104 FLY-ASH 30 AGUA 89 BRITA 1 324 BRITA 2 365 VOLUME APLICADO(M**3)	AD-INC. 0.000 BRITA 3 465 BRITA 4 642
FLUJ (KG/CM**2) - NUM. AMOSTRAS REQUIMEN(TC/KG/CM**2/KG/M**3) VARIACAO(1) - FCX (KG/CM**2)	A/C 0.650 AR(1) 6.0+0.5 AREIA NAT. 402 AREIA ART. 156 SLUMP(CM) 4.0 TEMPERATURA(C) 5.8 DENSIDADE(T/M**3)	3 DIAS 7 DIAS 28 DIAS 90 DIAS 180 DIAS 360 DIAS 720 DIAS 1800 DIAS	59 - 133 111 - 132 153 - 132 153 - 129 248 - 211 1.92 1.56 1.81 1.56 1.81 1.92	CIMENTC 100 FLY-ASH 29 AGUA 94 BRITA 1 363 BRITA 2 366 VOLUME APLICADO(M**3)	AD-INC. 0.000 BRITA 3 459 BRITA 4 642
TRACU 152-FC2 AD-PLAST 0.00 UTILDO - AR(1) 7.5 FLK = 140/360	A/C 0.610 AR(1) 7.5+0.5 AREIA NAT. 400 AREIA ART. 171 SLUMP(CM) 3.7 TEMPERATURA(C) 6.2 DENSIDADE(T/M**3)	3 DIAS 7 DIAS 28 DIAS 90 DIAS 180 DIAS 360 DIAS 720 DIAS 1800 DIAS	59 - 133 111 - 132 153 - 132 153 - 129 248 - 211 1.92 1.56 1.81 1.56 1.81 1.92	CIMENTC 120 FLY-ASH 14 AGUA 86 BRITA 1 400 BRITA 2 325 VOLUME APLICADO(M**3)	AD-INC. 0.000 BRITA 3 465 BRITA 4 642
FLUJ (KG/CM**2) - NUM. AMOSTRAS REQUIMEN(TC/KG/CM**2/KG/M**3) VARIACAO(1) - FCX (KG/CM**2)	A/C 0.670 AR(1) 7.5+0.5 AREIA NAT. 400 AREIA ART. 174 SLUMP(CM) 3.7 TEMPERATURA(C) 6.3 DENSIDADE(T/M**3)	3 DIAS 7 DIAS 28 DIAS 90 DIAS 180 DIAS 360 DIAS 720 DIAS 1800 DIAS	59 - 133 111 - 132 153 - 132 153 - 129 248 - 211 1.92 1.56 1.81 1.56 1.81 1.92	CIMENTC 108 FLY-ASH 13 AGUA 85 BRITA 1 400 BRITA 2 325 VOLUME APLICADO(M**3)	AD-INC. 0.000 BRITA 3 465 BRITA 4 642
TRACU 152-GU1 AD-PLAST 0.00 UTILDO - AR(1) 7.5 FLK = 140/360	A/C 0.670 AR(1) 7.5+0.5 AREIA NAT. 400 AREIA ART. 174 SLUMP(CM) 3.7 TEMPERATURA(C) 6.3 DENSIDADE(T/M**3)	3 DIAS 7 DIAS 28 DIAS 90 DIAS 180 DIAS 360 DIAS 720 DIAS 1800 DIAS	59 - 133 111 - 132 153 - 132 153 - 129 248 - 211 1.92 1.56 1.81 1.56 1.81 1.92	CIMENTC 108 FLY-ASH 13 AGUA 85 BRITA 1 400 BRITA 2 325 VOLUME APLICADO(M**3)	AD-INC. 0.000 BRITA 3 465 BRITA 4 642
FLUJ (KG/CM**2) - NUM. AMOSTRAS REQUIMEN(TC/KG/CM**2/KG/M**3) VARIACAO(1) - FCX (KG/CM**2)	A/C 0.720 AR(1) 6.0+0.5 AREIA NAT. 418 AREIA ART. 163 SLUMP(CM) 4.2 TEMPERATURA(C) 5.5 DENSIDADE(T/M**3)	3 DIAS 7 DIAS 28 DIAS 90 DIAS 180 DIAS 360 DIAS 720 DIAS 1800 DIAS	59 - 133 111 - 132 153 - 132 153 - 129 248 - 211 1.92 1.56 1.81 1.56 1.81 1.92	CIMENTC 91 FLY-ASH 26 AGUA 94 BRITA 1 363 BRITA 2 366 VOLUME APLICADO(M**3)	AD-INC. 0.000 BRITA 3 455 BRITA 4 642
TRACU 152-H01 AD-PLAST 0.00 UTILDO - AR(1) 6.2 FLK = 100/360	A/C 0.720 AR(1) 6.0+0.5 AREIA NAT. 418 AREIA ART. 163 SLUMP(CM) 4.2 TEMPERATURA(C) 5.5 DENSIDADE(T/M**3)	3 DIAS 7 DIAS 28 DIAS 90 DIAS 180 DIAS 360 DIAS 720 DIAS 1800 DIAS	59 - 133 111 - 132 153 - 132 153 - 129 248 - 211 1.92 1.56 1.81 1.56 1.81 1.92	CIMENTC 91 FLY-ASH 26 AGUA 94 BRITA 1 363 BRITA 2 366 VOLUME APLICADO(M**3)	AD-INC. 0.000 BRITA 3 455 BRITA 4 642
FLUJ (KG/CM**2) - NUM. AMOSTRAS REQUIMEN(TC/KG/CM**2/KG/M**3) VARIACAO(1) - FCX (KG/CM**2)	A/C 0.720 AR(1) 6.0+0.5 AREIA NAT. 418 AREIA ART. 163 SLUMP(CM) 4.2 TEMPERATURA(C) 5.5 DENSIDADE(T/M**3)	3 DIAS 7 DIAS 28 DIAS 90 DIAS 180 DIAS 360 DIAS 720 DIAS 1800 DIAS	59 - 133 111 - 132 153 - 132 153 - 129 248 - 211 1.92 1.56 1.81 1.56 1.81 1.92	CIMENTC 91 FLY-ASH 26 AGUA 94 BRITA 1 363 BRITA 2 366 VOLUME APLICADO(M**3)	AD-INC. 0.000 BRITA 3 455 BRITA 4 642

***** PARA OS DADOS DE CONSUMO DOS TRACOS, A UNIDADE CONSIDERADA E KG/M**3 *****

VALORES PROVISÓRIOS EM IMPLANTACAO PELO COMPUTADOR

VALORES PROVISÓRIOS EM IMPLANTAÇÃO PELO COMPUTADOR.

6. PARÂMETROS PARA AFERIÇÕES E INTERPRETAÇÕES:

Para análise e orientações dos controles efetuados, além de se fundamentar nos parâmetros das Especificações Técnicas do Projeto, são utilizadas as orientações do A.C.I - Standard Recommended Practice for Evaluation of Compression Test Results of Field Concrete (ACI-214/65) e sua proposta de revisão (Maio/76).

De acordo com o ACI-214 são seguintes os padrões para controle:

PADRÕES PARA O CONTROLE DO CONCRETO ACI-STANDARD - 214 - 65																																			
TIPO DE OPERAÇÃO		COEFICIENTES DE VARIAÇÃO PARA DIVERSOS PADRÕES DE CONTROLE																																	
		EXCELENTE	BOM	SOFRÍVEL	POBRE																														
NO UNIVERSO	CONSTRUÇÕES DIVERSAS	< 10,0	10,0 a 15,0	15,0 a 20,0	> 20,0																														
	CONTROLE LABORATORIO	< 5,0	5,0 a 7,0	7,0 a 10,0	> 10,0																														
DENTRO DO ENSAIO	CONTROLE NO CAMPO	< 4,0	4,0 a 5,0	5,0 a 6,0	> 6,0																														
	CONTROLE NO LABORATORIO	< 3,0	3,0 a 4,0	4,0 a 5,0	> 5,0																														
NOTA 3: ESTES PADRÕES REPRESENTAM A MÉDIA AOS 28 DIAS CURTIDA, A PARTIR DE UM GRANDE NÚMERO DE ENSAIOS. FROM TABLE D ₂ - "MANUAL ON QUALITY CONTROL OF MATERIALS"-ASTM-SPECIAL TECHNICAL PUBLICATION N°18-C.																																			
<table><tr><th>NÚMERO DO ESPECIMES</th><th>D₂</th><th>1/C₂</th></tr><tr><td>2</td><td>1,128</td><td>0,8863</td></tr><tr><td>3</td><td>1,693</td><td>0,5907</td></tr><tr><td>4</td><td>2,054</td><td>0,4857</td></tr><tr><td>5</td><td>2,326</td><td>0,4299</td></tr><tr><td>6</td><td>2,534</td><td>0,3946</td></tr><tr><td>7</td><td>2,704</td><td>0,3698</td></tr><tr><td>8</td><td>2,847</td><td>0,3512</td></tr><tr><td>9</td><td>2,970</td><td>0,3367</td></tr><tr><td>10</td><td>3,078</td><td>0,3249</td></tr></table>						NÚMERO DO ESPECIMES	D ₂	1/C ₂	2	1,128	0,8863	3	1,693	0,5907	4	2,054	0,4857	5	2,326	0,4299	6	2,534	0,3946	7	2,704	0,3698	8	2,847	0,3512	9	2,970	0,3367	10	3,078	0,3249
NÚMERO DO ESPECIMES	D ₂	1/C ₂																																	
2	1,128	0,8863																																	
3	1,693	0,5907																																	
4	2,054	0,4857																																	
5	2,326	0,4299																																	
6	2,534	0,3946																																	
7	2,704	0,3698																																	
8	2,847	0,3512																																	
9	2,970	0,3367																																	
10	3,078	0,3249																																	
FATORES PARA CÁLCULO DO DESVIO PADRÃO DENTRO DO ENSAIO																																			
PROPOSTA DE REVISÃO DO ACI 214/65 (MAIO/76)																																			
TIPOS DE OPERAÇÕES		DESVIOS PADRÃO PARA DIVERSOS PADRÕES DE CONTROLE (Kg/cm ²)																																	
		EXCELENTE	MUITO BOM	BOM	SOFRÍVEL	POBRE																													
NO UNIVERSO	CONSTRUÇÕES DIVERSAS	< 28,1	28,1 a 35,2	35,2 a 42,2	42,2 a 49,2	> 49,2																													
	ENSAIOS DE DOSAGENS	< 14,1	14,1 a 17,6	17,6 a 21,1	21,1 a 24,6	> 24,6																													
TIPOS DE OPERAÇÕES		COEFICIENTE DE VARIAÇÃO PARA DIVERSOS PADRÕES DE CONTROLE (%)																																	
		EXCELENTE	MUITO BOM	BOM	SOFRÍVEL	POBRE																													
DENTRO DO ENSAIO	CONTROLE NO CAMPO	< 3,0	3,0 a 4,0	4,0 a 5,0	5,0 a 6,0	> 6,0																													
	ENSAIOS DE DOSAGENS	< 2,0	2,0 a 3,0	3,0 a 4,0	4,0 a 5,0	> 5,0																													

7. EXEMPLO:

7.1 MISTURA INICIAL:

Como já citado no item 3, para atender o $f_{ck} = 140/365$ (Kg/cm²/dias) com ϕ máx 152 mm solicitado no projeto, necessitar-se-ia, usando os parâmetros preliminares de controle, de uma resistência média $\bar{f}_{cj}$ de controle igual a 216 Kg/cm² aos 365 dias.

Para tanto foi tomada como exemplo a mistura de nomenclatura 152 E 01 (com consumo de 109 Kg/m³ de cimento e 31 Kg/m³ de Fly-Ash dando 140 Kg/m³ de aglomerante), utilizada no período de 12/10/77 a 26/04/78 (Nota 4), abrangendo um volume de aproximadamente 202000 m³ de concreto.

A rotina inicial para amostragens indicava a moldagem de 3 espécimes para avaliação do Coeficiente de Variação dentro do Ensaio na idade do f_{ck} . Com os resultados dos 3 espécimes ensaiados a 365 dias foram feitas determinações estatísticas, das primeiras 180 amostras, obtendo-se:

Nota 4: O início de lançamento de concreto na Obra de ITAIPU, foi 30/09/77.

IDENTIFICAÇÃO DA MISTURA	AMOSTRAS	X = MÉDIAS (Kg/cm ²)				COEFICIENTE DE VARIAÇÃO NO UNIVERSO σ^2 %				COEFICIENTE DE VARIAÇÃO DENTRO DO ENSAIO σ^2 %			
		$\bar{x}$ (1,2)	$\bar{x}$ (1,3)	$\bar{x}$ (2,3)	$\bar{x}$ (1,2,3)	σ^2 (1,2)	σ^2 (1,3)	σ^2 (2,3)	σ^2 (1,2,3)	σ^2 (1,2)	σ^2 (1,3)	σ^2 (2,3)	σ^2 (1,2,3)
152 - E - OI	DE 1 e 30	245	246	245	245	9,9	9,9	9,6	9,9	3,5	3,4	3,2	3,2
	DE 31 e 60	250	251	251	251	11,2	10,6	11,0	10,9	3,2	3,8	3,5	3,5
	DE 61 e 90	246	244	244	245	11,1	11,2	11,4	11,2	3,3	3,2	3,4	3,3
	DE 91 e 120	227	226	227	226	9,1	9,3	9,9	9,1	3,7	2,8	4,7	3,3
	DE 121 e 150	240	239	241	240	9,5	10,1	9,9	9,8	2,7	3,2	3,6	3,1
	DE 151 e 180	261	259	260	260	10,5	9,9	10,1	10,1	3,6	3,0	4,3	3,6
	DE 1 e 180	245	244	245	244	11,1	11,0	11,1	11,1	3,3	3,2	3,6	3,4

$\bar{x}$ (1,2) - MÉDIA TOMANDO-SE OS CORPOS DE PROVA 1º e 2º DE CADA AMOSTRA
 $\bar{x}$ (1,3) - MÉDIA TOMANDO-SE OS CORPOS DE PROVA 1º e 3º DE CADA AMOSTRA
 $\bar{x}$ (2,3) - MÉDIA TOMANDO-SE OS CORPOS DE PROVA 2º e 3º DE CADA AMOSTRA
 $\bar{x}$ (1,2,3) - MÉDIA TOMANDO-SE OS 3º CORPOS DE PROVA DE CADA AMOSTRA

PARA σ^2 E σ^2 , AS MESMAS OBSERVAÇÕES.

Observa-se que os característicos estatísticos obtidos, quer a partir de 2 espécimes ou quer seja a partir de 3 corpos de prova, apresentaram-se praticamente iguais. Para as 180 amostras representativas, dos ensaios à 365 dias, da mistura 152-E-01, o valor δ foi de 11,1%, $\delta_1 = 3,4\%$ e $\bar{f}_{cj}$ obtido = $244 \text{ Kg/m}^3 > 216 \text{ Kg/cm}^2$ (necessário).

Esses valores quando comparados com os parâmetros citados no item 6 tinha-se:

$\delta = 11,1\%$ - Coeficiente de Variação do Universo

$\delta_1 = 3,4\%$ - Coeficiente de Variação Dentro do Ensaio

$\sigma = \delta \times \bar{f}_{cj} = 0,111 \times 244 = 27,1 \text{ Kg/cm}^2$ - Desvio Padrão.

- Com relação ao ACI - Standard - 214-65 o valor δ (Coeficiente de Variação do Universo) = 11,1% enquadra-se na faixa "BOM" (10 a 15%) e o valor δ_1 (C.V. dentro do ensaio) = 3,4% enquadra-se na faixa "EXCELENTE" ($< 4\%$).
- Com relação ao ACI - Proposed Revision - 214-65/76 o valor de σ (Desvio Padrão) = $27,1 \text{ Kg/cm}^2$ enquadra-se na faixa de "EXCELENTE" ($< 28,1 \text{ Kg/cm}^2$) e o valor δ_1 (C.V. dentro do ensaio) = 3,4% enquadra-se na faixa de "MUITO BOM" (3 a 4%).

Pode-se ainda avaliar as "Variações de Betonada para Betonada" a partir de:

$$\sigma^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2$$

sendo σ_2 = Coeficiente de Variação Betonada para Betonada, e com os valores encontrados:

$$\sigma_2 = \sqrt{\sigma^2 - \sigma_1^2} = \sqrt{11,1^2 - 3,4^2} = 10,6\%.$$

7.2 FATOR TAMANHO DO AGREGADO = "a"

Através de 100 ensaios efetuados durante controle para os concretos com ϕ máx 152 obteve-se:

$q_{\text{médio}} = 1,07$ com coeficiente de variação de 11,5%.

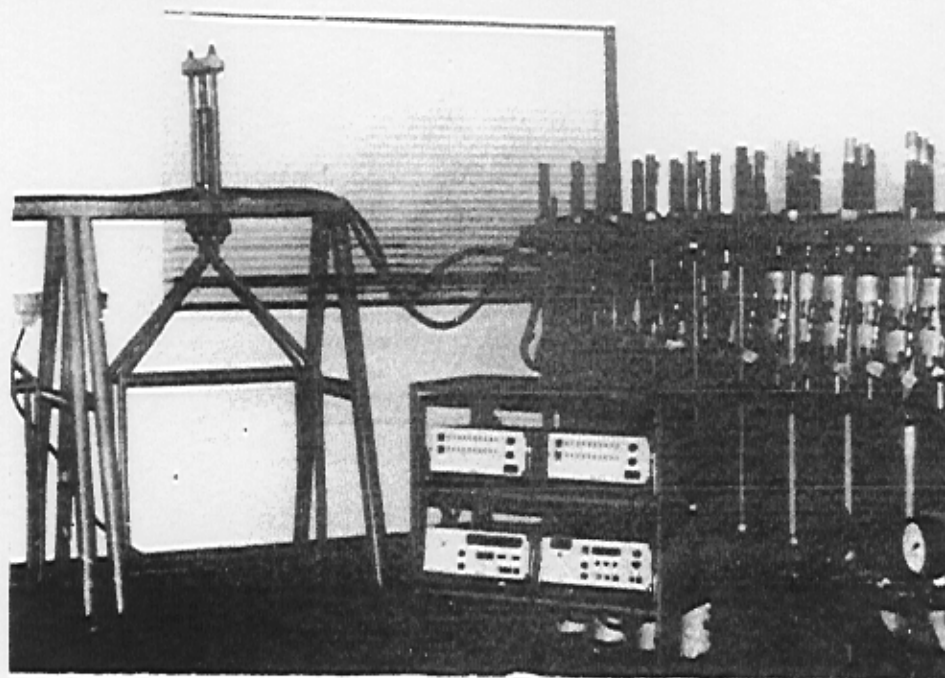
Aplicando-se o conceito do valor mais provável da média, com uma confiança de 80% obtém-se que o valor mais provável da média dentro do seguinte intervalo:

$$1,06 \leq q_{\text{M}} \leq 1,08$$

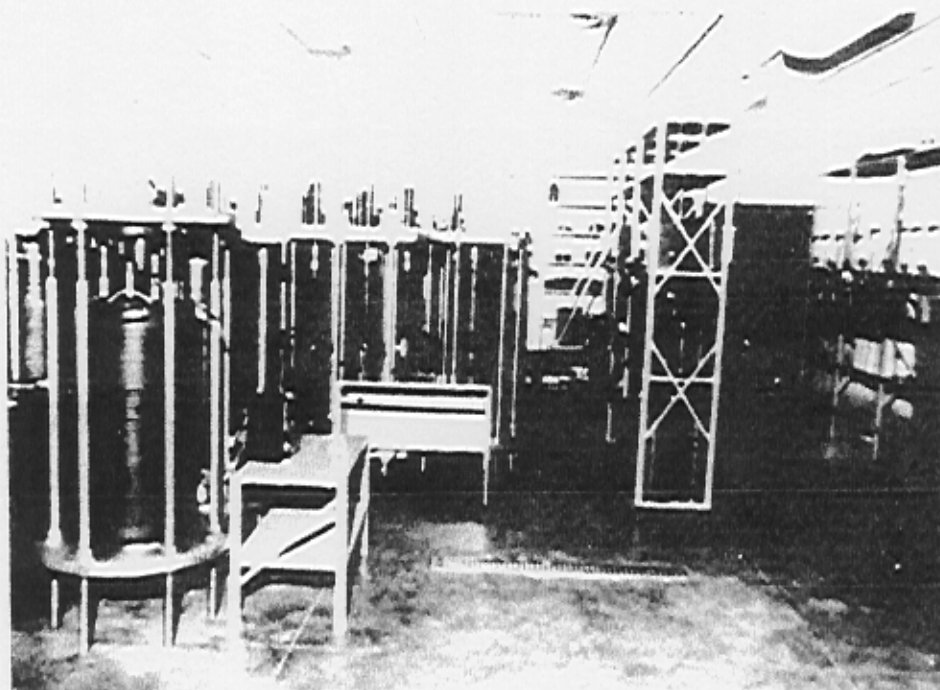
Conservadoramente, optou-se por adotar então o valor $q = 1,08$, para novas estimativas.

7.3 FATOR VELOCIDADE DE CARREGAMENTO = "p"

Os ensaios efetuados permitiram obter o valor "p" = 1,05 para os concretos massa.



Vista do ensaio para determinação do Fator "p" - Velocidade de carregamento.



Vista dos ensaios para determinação da fluência dos concretos.

7.4 REPROPORCIONAMENTO DA MISTURA E NOVA SISTEMÁTICA DE AMOSTRAGEM:

Com base no fato de que os Coeficientes de variação dentro do ensaio (V_l) foram próximos, quer para 2 ou 3 espécimes representativos de uma amostra, a rotina reestabelecida (ver item 4.2) indica 2 espécimes por amostra.

Em função dos novos valores obtidos para os fatores "p" e "q", para se atender o $f_{ck} = 140/365$ com concreto de ϕ máx 152 mm deve-se ter:

$$\bar{f}_{cj} = \frac{(140) \times (1,08) \times (1,05)}{[1 - (0,854) \times (0,18)^*]} = 1,34 \times 140 = 188 \text{ Kg/cm}^2$$

*Nota 5 = Adotou-se um coeficiente de variação pouco superior a 15% tendo em vista o empobrecimento do "traço".

Ou seja, pelo controle deveria obter-se uma resistência média superior a 188 Kg/cm^2 aos 365 dias.

Para tanto está sendo utilizada a mistura de nomenclatura 152-G-01 (com 108 Kg/m³ de cimento e 13 Kg/m³ de Fly-Ash, dando um consumo de aglomerante igual a 121 Kg/m³); abrangendo um volume de aproximadamente 1.100.000 m³ até a época atual (Maio/1980).

Até o presente estão sendo obtidos os seguintes valores estatísticos (correspondente a 683 amostras ensaiadas a 365 dias).

$\bar{f}_{cj}$ = Resistência média obtida através dos espécimes
Ø 15 x 30 cm = 192 Kg/cm²

σ = Desvio Padrão no Universo = 34,2 Kg/cm²

σ = Coeficiente de Variação no Universo = 17,8%

σ_1 = Coeficiente de Variação dentro do Ensaio = 3,5%

σ_2 = Coeficiente de Variação betonada a betonada =
 $\sqrt{17,8^2 - 3,5^2} = 17,4\%$.

Observa-se que a tensão média $\bar{f}_{cj} = 192 \text{ Kg/cm}^2$ é superior ao valor necessário (188 Kg/cm²).

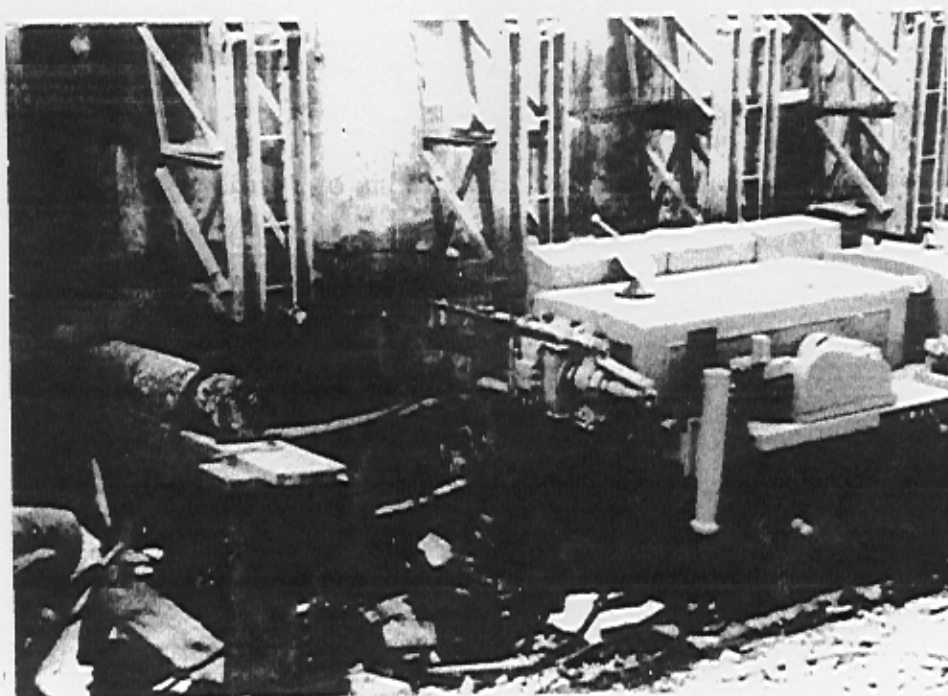
Comparando os valores obtidos com os padrões e estimativas tem-se $\sigma = 34,2 \text{ Kg/cm}^2$ - Faixa de "MUITO BOM" (28,1 a 35,2 Kg/cm²) $\sigma_1 = 3,5\%$ - Faixa de "MUITO BOM" (3 a 4%), e σ_2 dentro da estimativa usada.

8. CORRELACIONAMENTO ENTRE CORPOS DE PROVA EXTRAÍDOS DA ESTRUTURA E OS ESPÉCIMES MOLDADOS

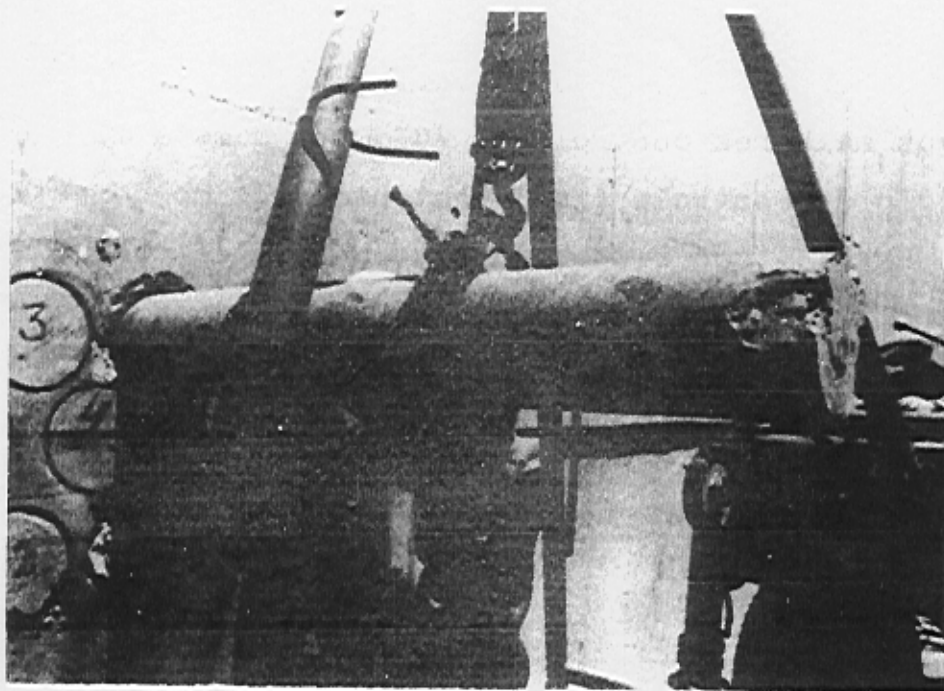
Através da extração de testemunhos da estrutura acabada po
de-se correlacionar os resultados entre corpos de prova mol
dados e testemunhos extraídos:

MISTURA USADA	CORPOS DE PROVA MOLDADOS			CORPOS DE PROVA EXTRAÍDOS		
	DIMENSÕES	IDADE DO ENSAIO (dias)	MÉDIA Kg/cm ²	DIMENSÕES	IDADE DOS ENSAIOS (dias)	MÉDIA (Kg/cm ²)
152-E-01 e 152-F-01 (140/365)	Ø 25 x 50 cm penei- rados na malha de 76 mm.	92 a 117	207 a 223	Ø 25 x 50 cm	92 a 117	199 a 204

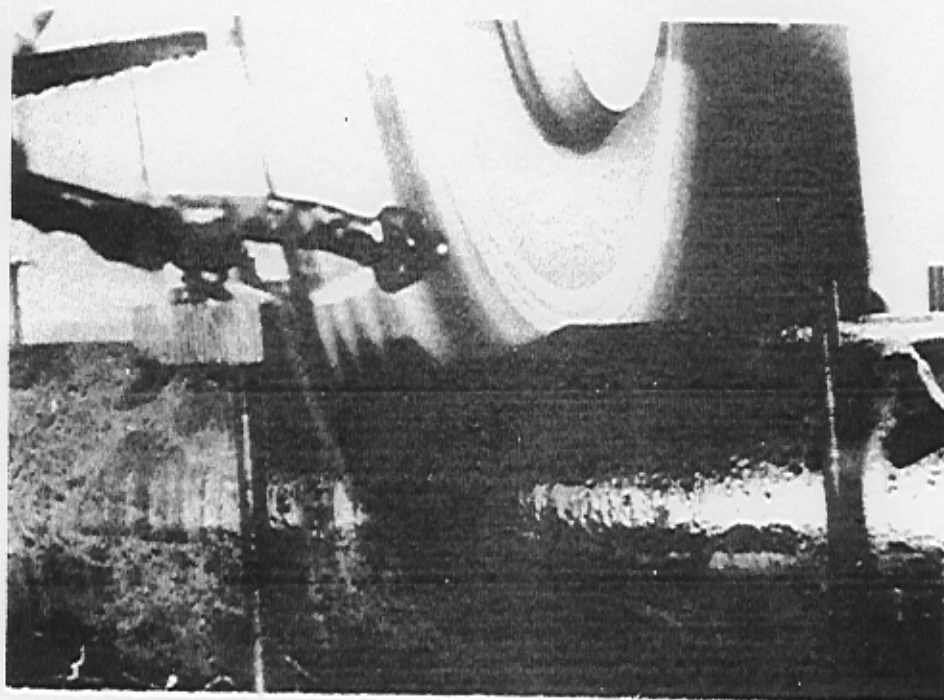
Os resultados obtidos mostram uma razoável proximidade de valores.



Extração de testemunhos de concreto da estrutura.



Retirada de testemunho extraído.



Corte e preparo de corpos de prova, a partir de testemunho.

9. COMENTÁRIOS:

Os valores dos coeficientes de variação enquadrando-se nas faixas dos melhores controle do ACI, bem como a obtenção do valor médio de controle ($\bar{f}_{cj}$) bastante próximo do estimado $192 > 188 \text{ Kg/cm}^2$, são frutos da sistemática de controle adotada, permitindo-se alcançar uma redução do consumo de aglomerante (cimento + material pozolânico) de 19 Kg/m^3 .

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Especificações Técnicas - Aproveitamento Hidroelétrico de ITAIPU.
- ACI - 214/65.
- ACI - 214/65 - Proposta de Revisão Maio/1976.
- Notas Técnicas para Controle e Inspeção de Concreto - Engº Francisco Rodrigues Andriolo - ITAIPU BINACIONAL
- RC-06/79 - Análise dos Parâmetros de Resistência dos Concretos Massa das Estruturas Principais de ITAIPU - ITAIPU BINACIONAL.
- RC-01/79 - Manual para Controle e Inspeção dos Materiais para (e do) concreto - Usina de ITAIPU - Revisão do RC-14/77 - ITAIPU BINACIONAL.
- RC-24/78 - Extração de Testemunhos nas Juntas de Concretagem - ITAIPU BINACIONAL.
- Controle para a Uniformidade na Produção de Concreto Massa - Engºs José Augusto Braga e Abílio Mancuelo - ITAIPU BINACIONAL.
- Controle de Qualidade do Concreto em Construções de Barragens - Engº Francisco Rodrigues Andriolo - ITAIPU BINACIONAL.

11. PARTICIPANTES

ENGº JOSÉ AUGUSTO BRAGA:

- Graduado em 1973 pela Escola de Minas de Ouro Preto - UFOP.
- Responsável pela Divisão de Manutenção e Controle Industrial da ITAIPU BINACIONAL desde 1977, abrangendo o Controle de Qualidade e Produção dos sistemas de britagem de agregados,

dragagem de areias, refrigeração de agregados, produção de concreto, e Pátios de Pré-Moldados.

- ENGº FRANCISCO RODRIGUES ANDRIOLO:

- Graduado em 1969 pela Escola de Engenharia de São Carlos USP.
- Requisitado à CESP - SP para prestar serviços à ITAIPU BINACIONAL - desde 1975.
- Responsável pela Assistência à Construção de Concreto da ITAIPU BINACIONAL, abrangendo as Divisões de Laboratório e Instrumentação, Manutenção e Controle Industrial, Obras e Controle de Qualidade de Lançamento do Concreto.