



EQUIPAMENTOS HIDROMECAÂNICOS

Prof^{ra} D^{ra} YVONE DE FARIA LEMOS DE LUCCA

São Paulo, 6 de dezembro de 2016.

Parte 7-

Estudo no poço da comporta para redução de variação de nível durante o fechamento do distribuidor da turbina da U.H. 3 Irmãos, devido a uma rejeição de carga



1- INTRODUÇÃO

Estudo em modelo reduzido da ocorrência da oscilação em massa d'água, em dutos curtos e de grandes dimensões, a partir de dados colhidos no protótipo.

2- OBJETIVO

Estudo da possibilidade de se reduzir a variação do nível d'água, no poço da comporta de emergência, da Tomada d'Água da Usina Hidrelétrica de Três Irmãos, provocado por uma rejeição de carga da turbina.



Dados no protótipo:

- 1- tempo de fechamento do distribuidor da turbina;
- 2- da variação dos níveis d' água no poço da comporta e stop log, provocado pela rejeição de carga na máquina.



Dados no modelo reduzido:

- 1-) construção e aferição de um modelo reduzido na escala 1:30;
- 2-) Escala de Froude;
- 3-) Foram determinados: os níveis d' água máximos, alterando a área de passagem da água no poço da comporta, utilizando várias placas metálicas perfuradas com orifícios circulares e variando o diâmetro e a quantidade de orifícios;
- 4-) Também foram determinados os diferenciais de pressões atuantes nessas chapas.



CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DO PROTÓTIPO

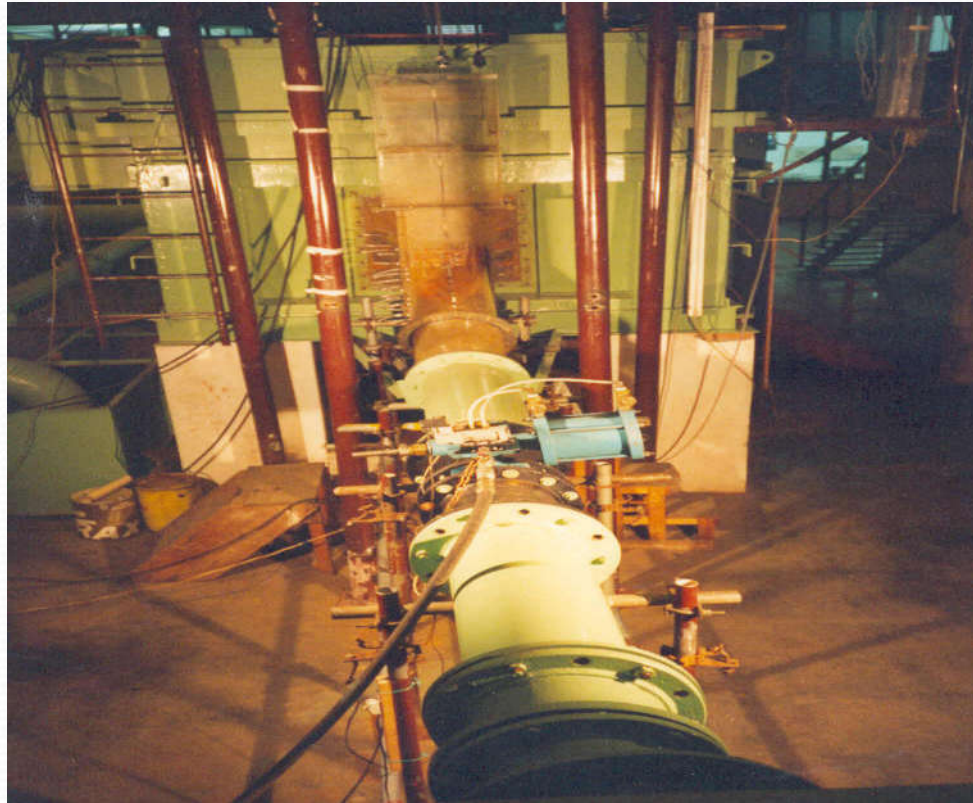
- ✓ largura do vão da comporta 9,00 m;
- ✓ altura do vão da comporta 10,92 m;
- ✓ cota da soleira 280,907 m;
- ✓ nível máximo do reservatório de montante 328,00 m;
- ✓ nível mínimo do reservatório de jusante 281,50 m;
- ✓ vazão normal 408,30 m³/s;
- ✓ vazão de disparo 597,50 m³/s;
- ✓ altura total da comporta 11,265 m;
- ✓ largura total da comporta 10,38 m.



ESCALAS DE SEMELHANÇA

- escala geométrica: $l=30$
- escala de velocidades : $l^{1/2}=5,4772$
- escala dos tempos: $l^{1/2}=5,4772$
- escala das vazões: $l^{5/2}=4929,5$
- escala das forças: $l^3=27000$
- escala das pressões: $l=30$
- escala de frequencia: $l^{-1/2}=0,18257$

BANCO DE ENSAIOS

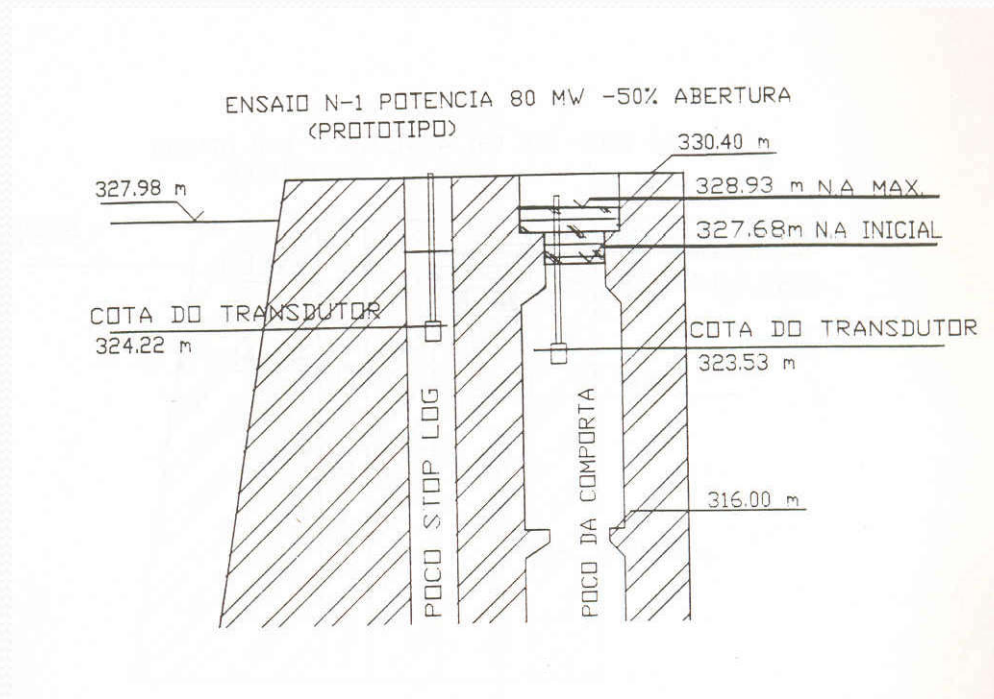




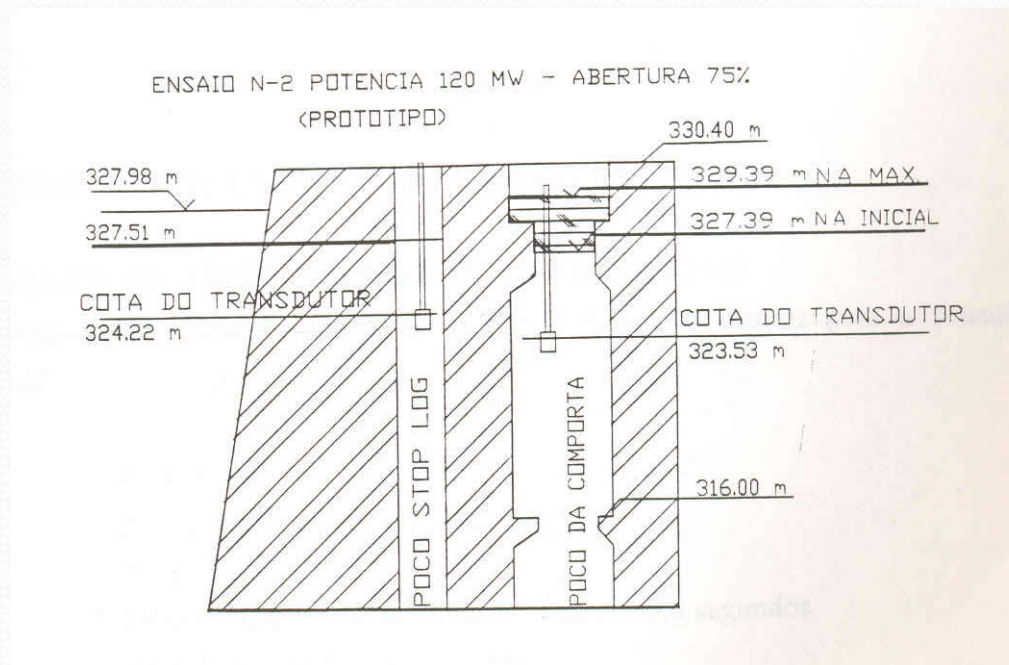
EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO

- ✓ Medição da vazão;
- ✓ medição da posição de abertura da comporta;
- ✓ medição da abertura da válvula borboleta;
- ✓ medição das pressões instantâneas;
- ✓ aquisição dos dados.

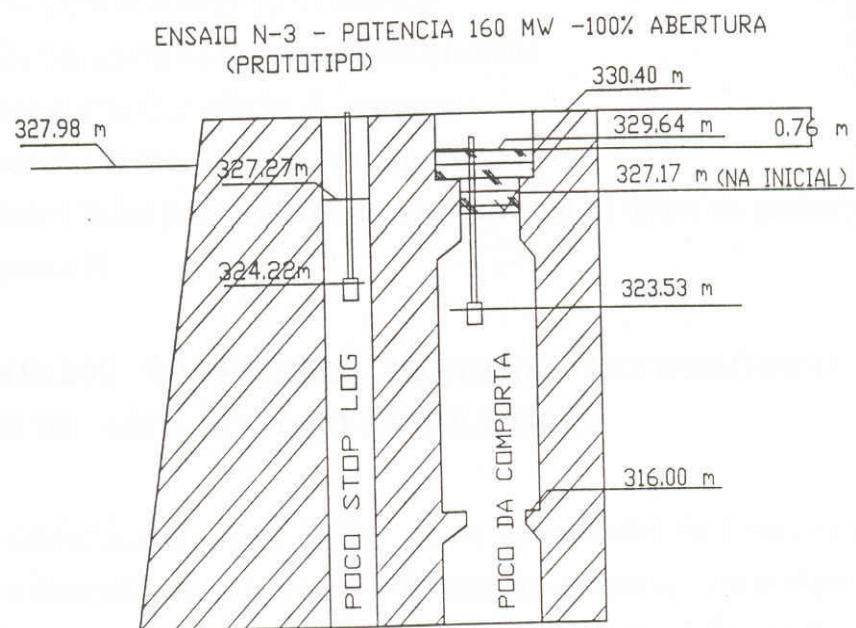
DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS NO PROTÓTIPO



DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS NO PROTÓTIPO



DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS NO PROTÓTIPO



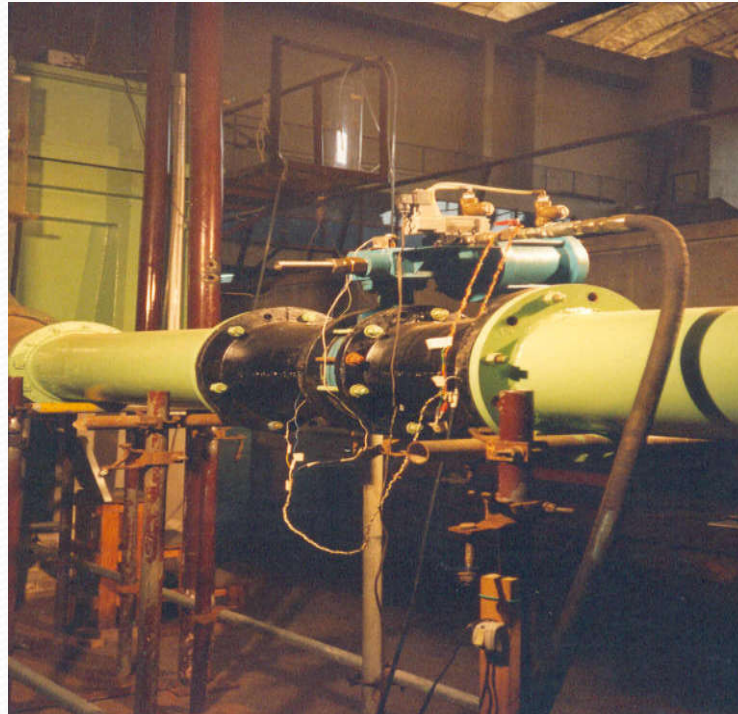
DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS NO PROTÓTIPO



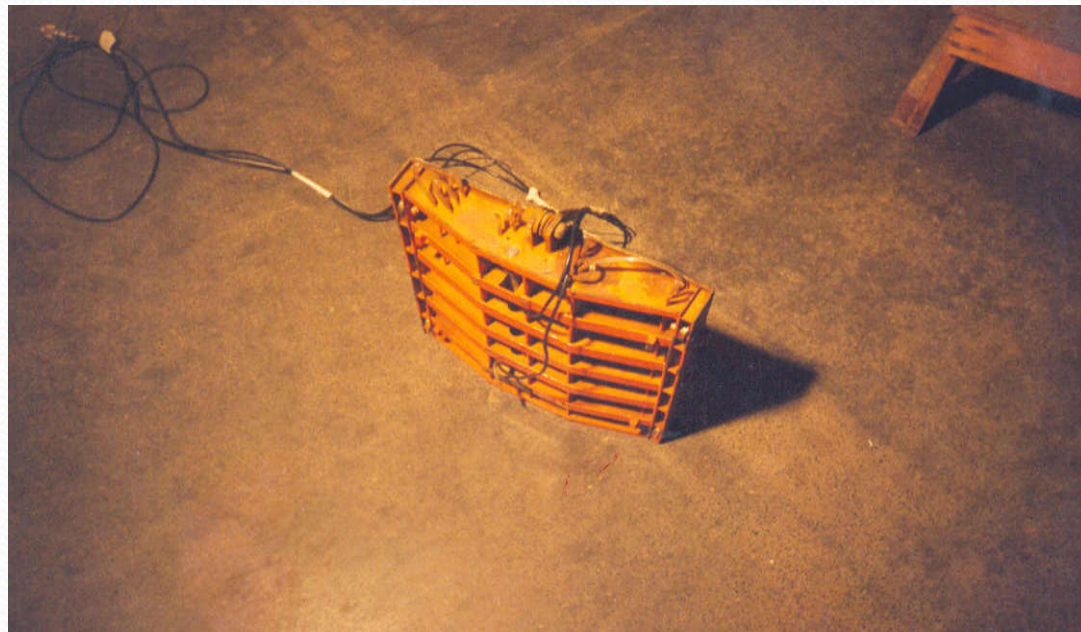
DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS NO PROTÓTIPO



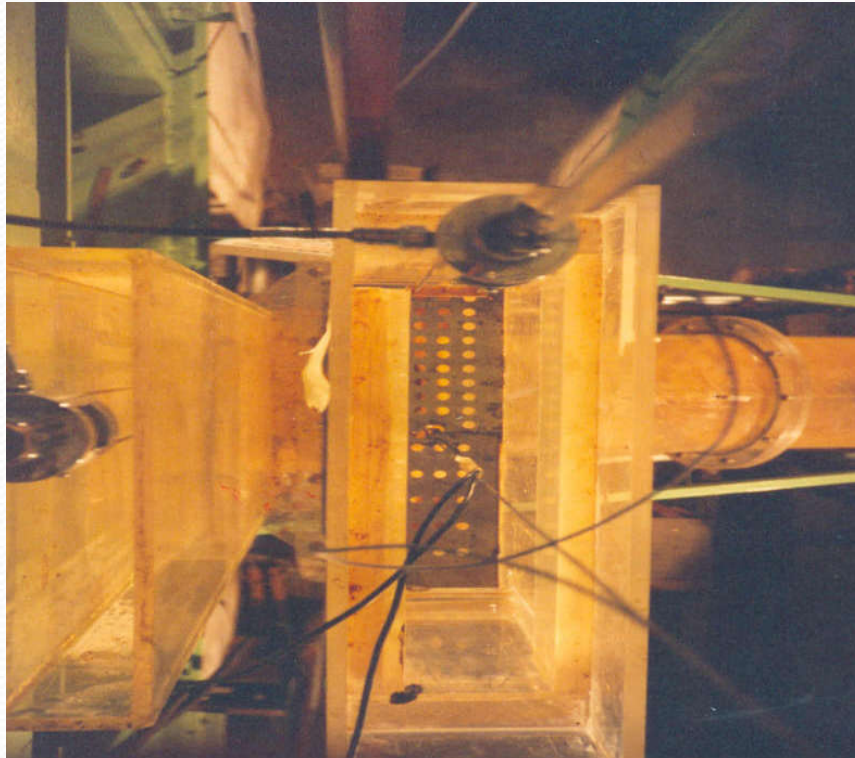
DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS NO LABORATÓRIO



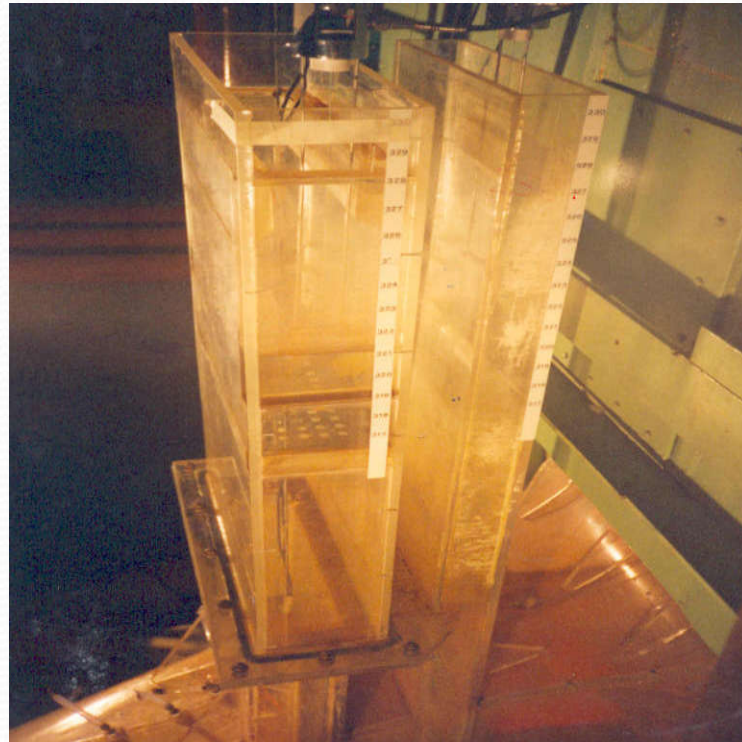
DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS NO LABORATÓRIO



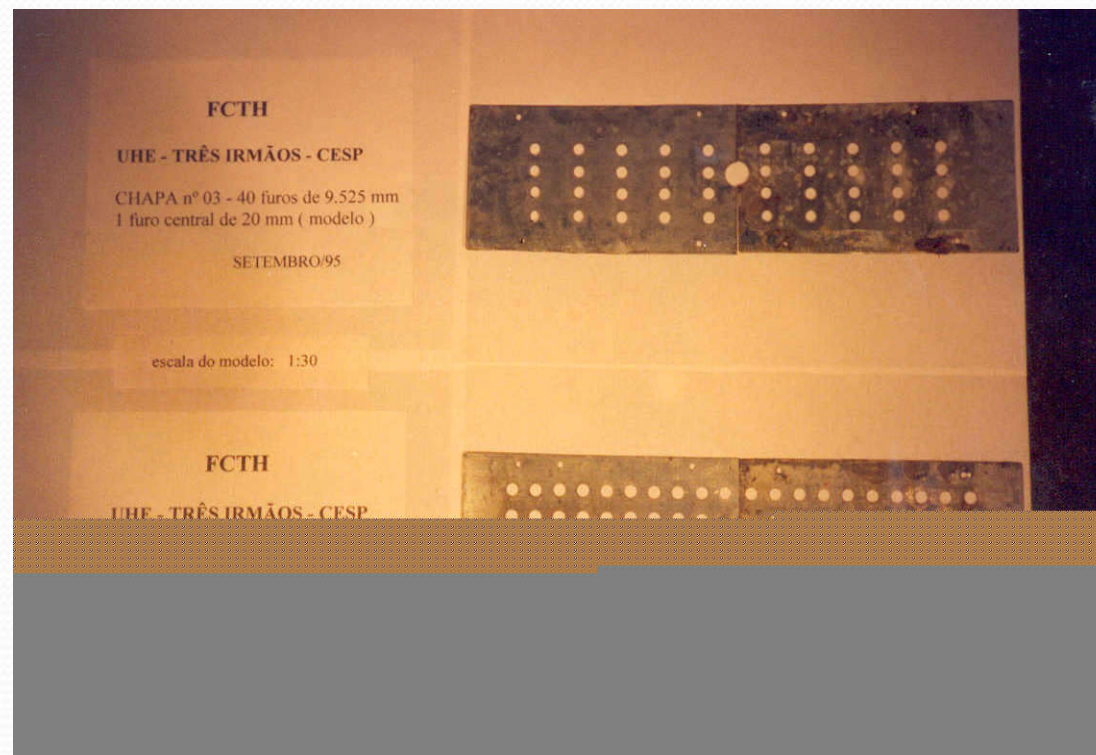
DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS NO LABORATÓRIO



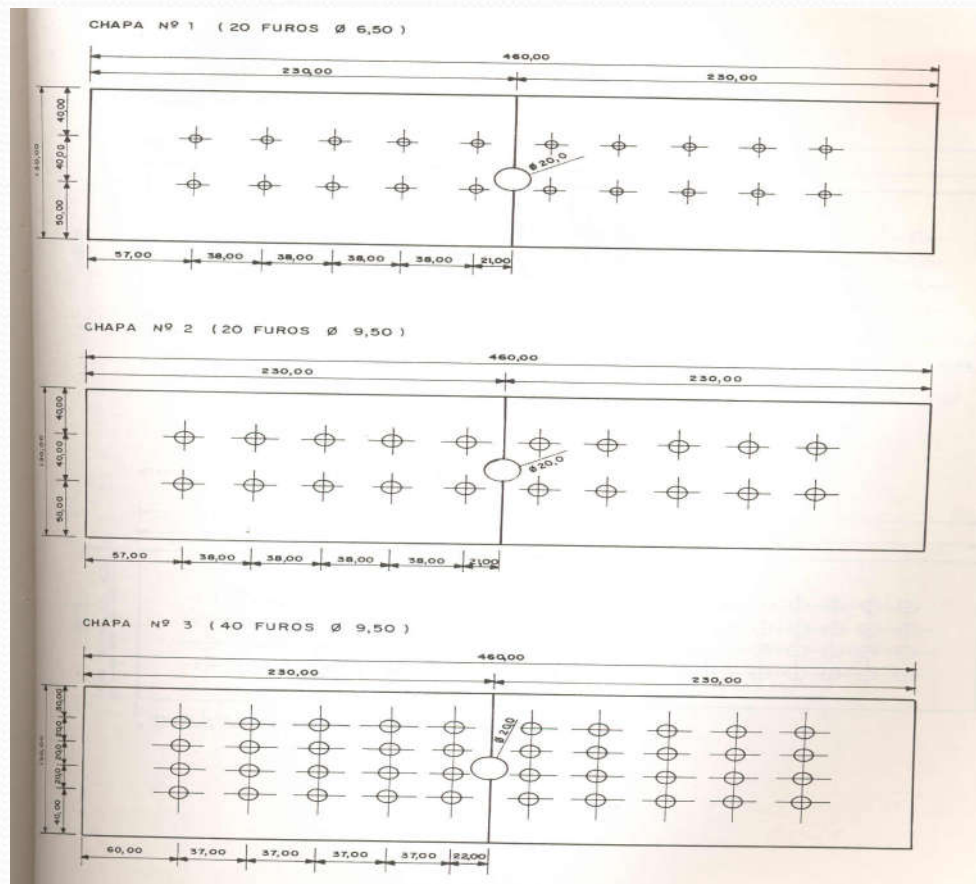
DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS NO LABORATÓRIO



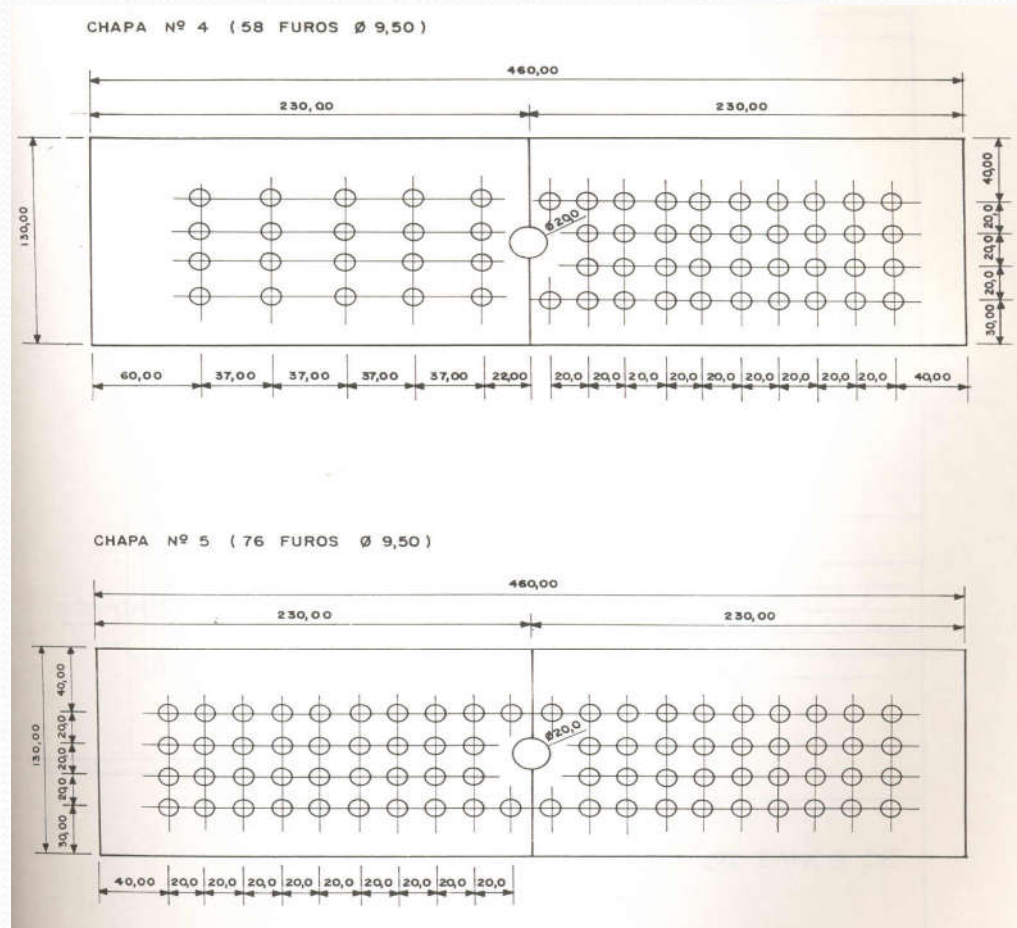
CHAPAS PERFURADAS PARA REDUÇÃO DOS NÍVEIS



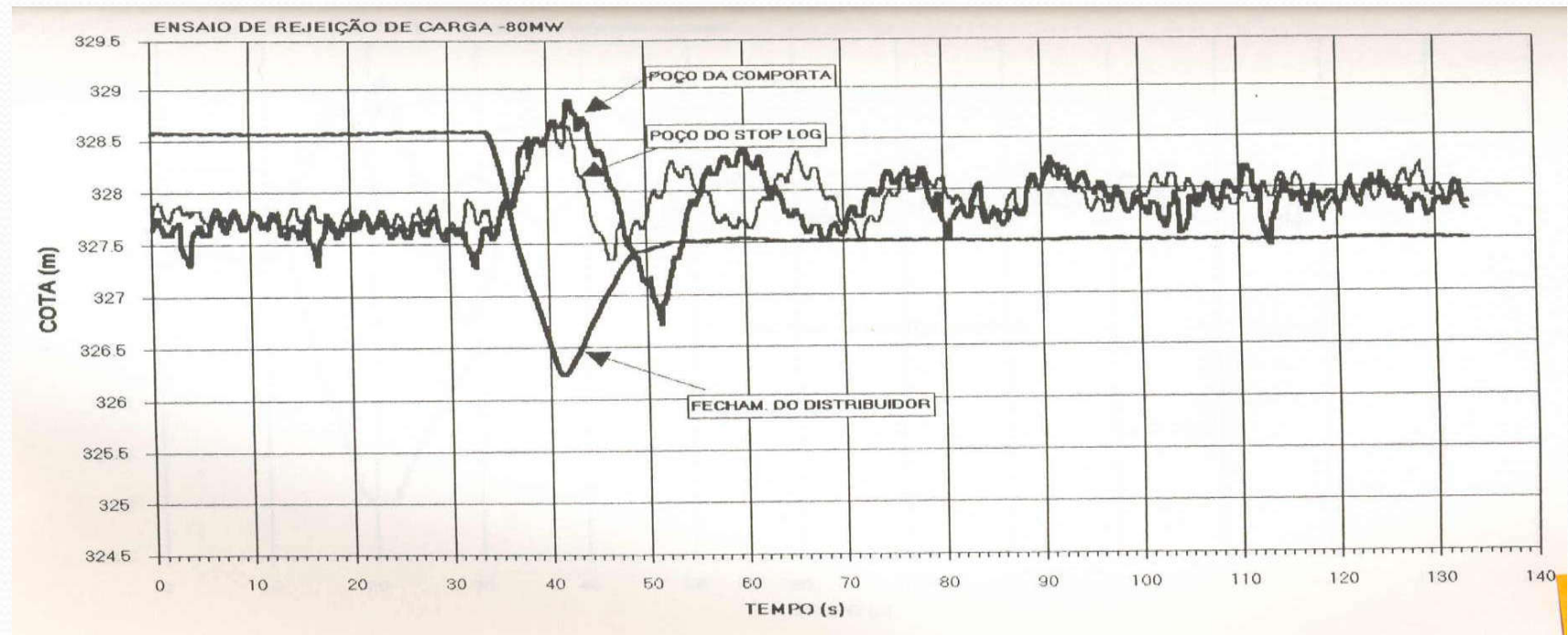
CHAPAS PERFURADAS PARA REDUÇÃO DOS NÍVEIS



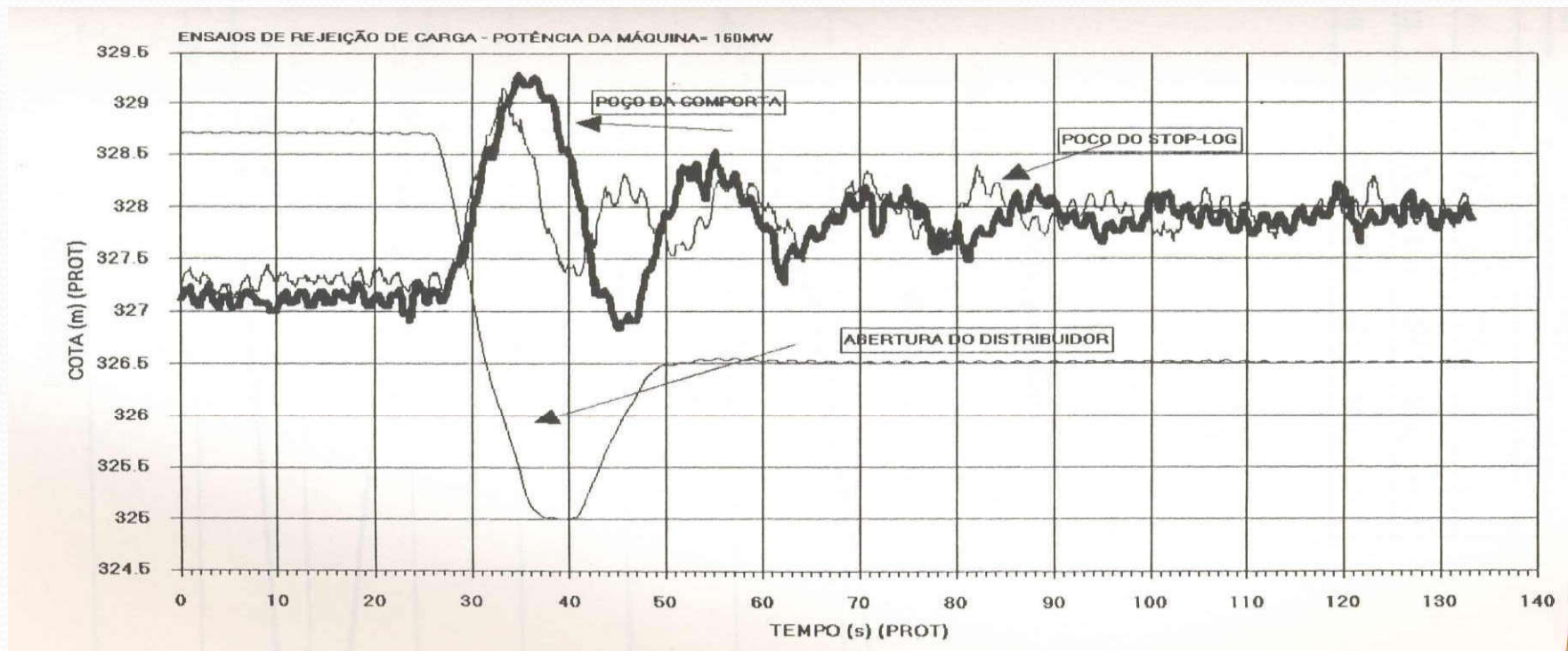
CHAPAS PERFURADAS PARA REDUÇÃO DOS NÍVEIS



ENSAIOS NO PROTÓTIPO PARA VÁRIAS ABERTURAS DO DISTRIBUIDOR



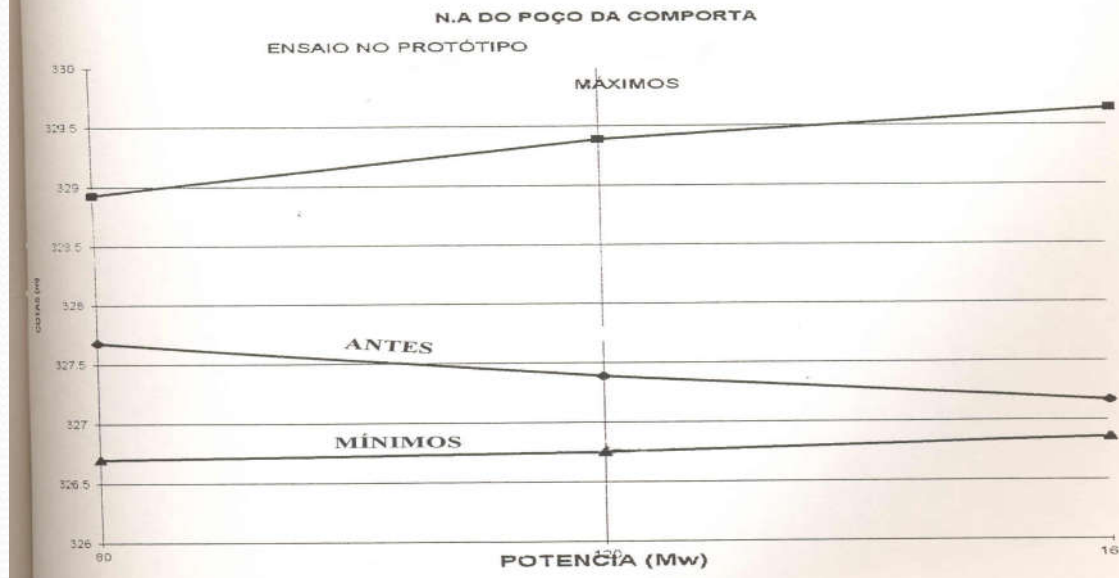
ENSAIOS NO PROTÓTIPO PARA VÁRIAS ABERTURAS DO DISTRIBUIDOR



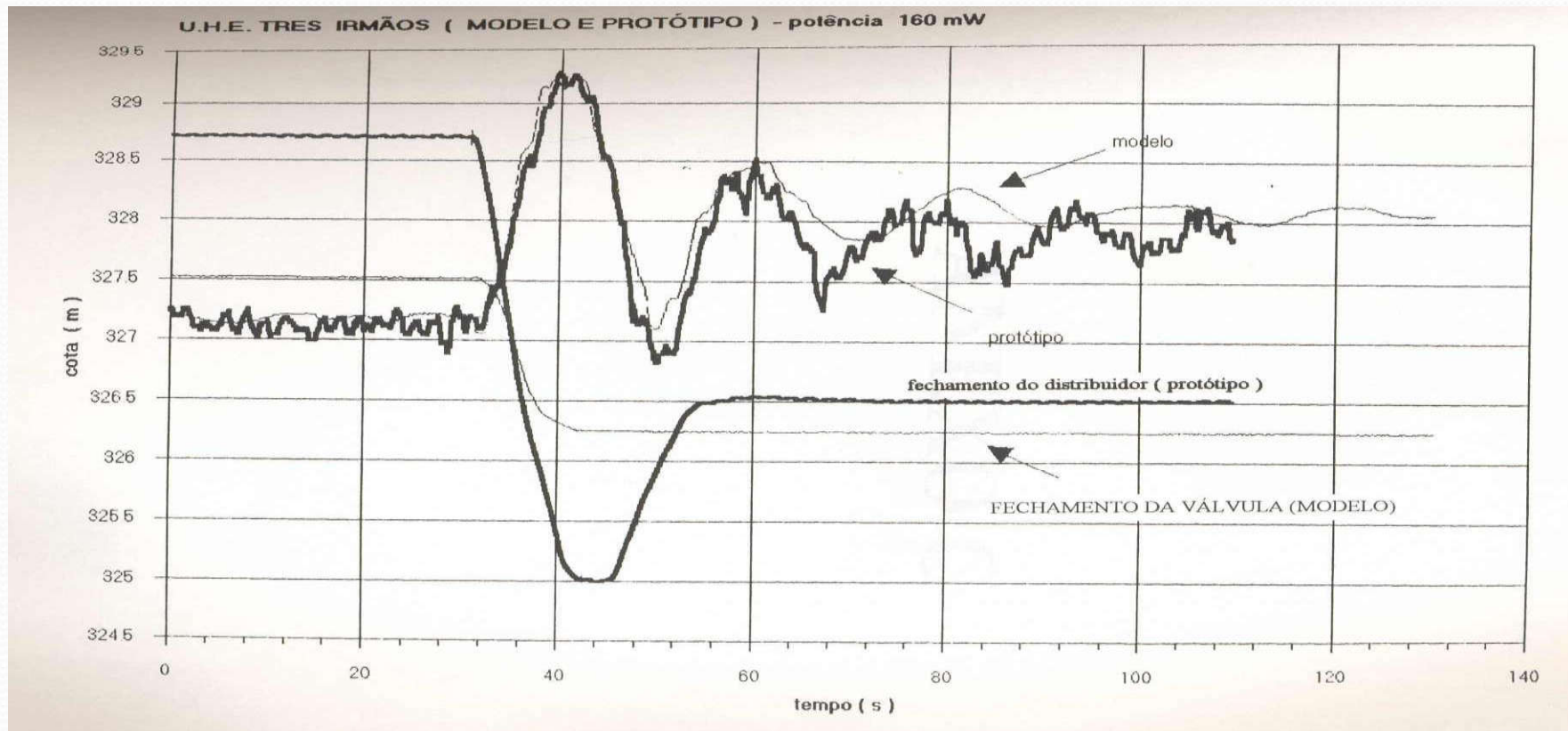
ENSAIOS NO PROTÓTIPO PARA VÁRIAS ABERTURAS DO DISTRIBUIDOR

TABELA 1 - RESULTADO OBTIDO NO PROTÓTIPO

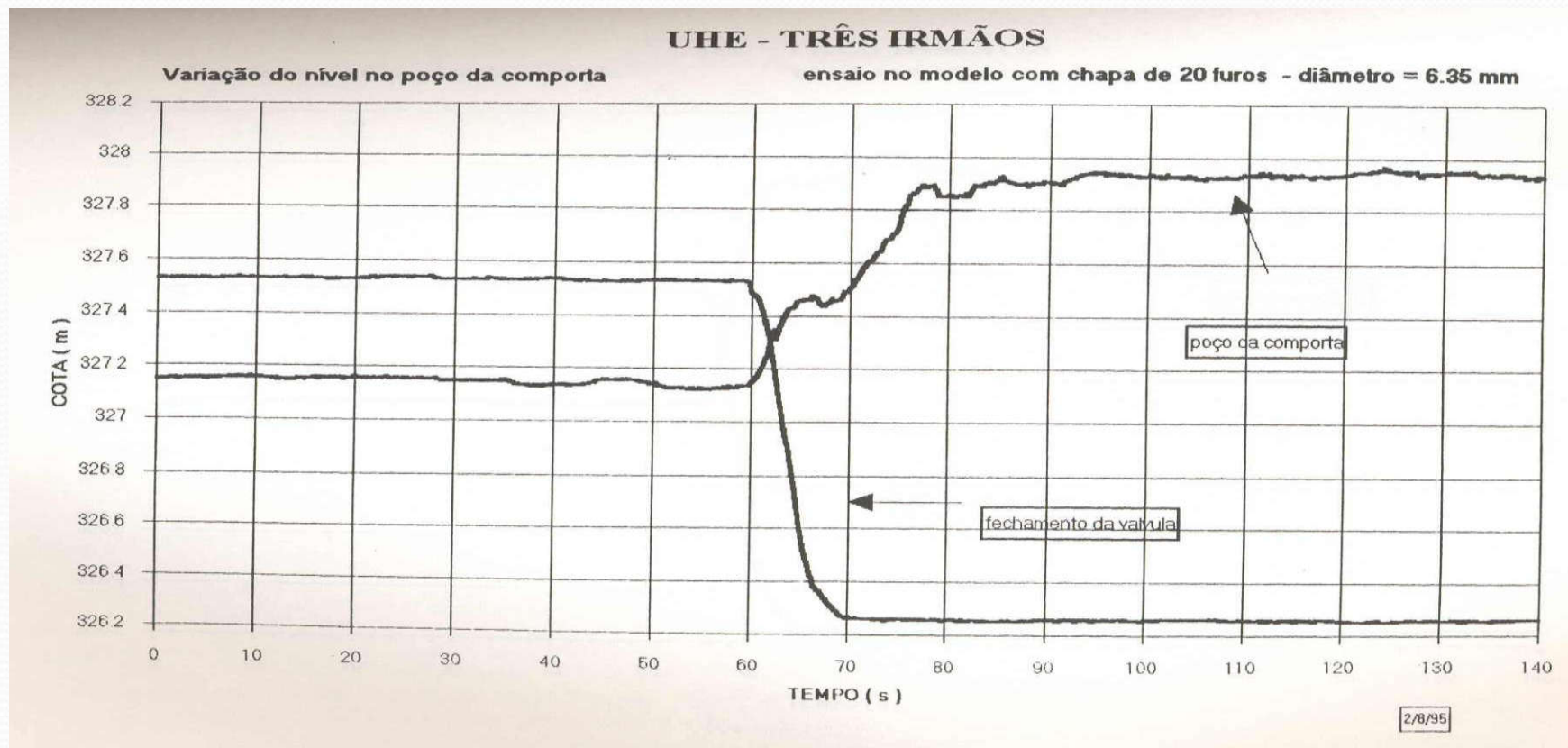
ENSAIO Nº	POTENCIA MVV	POÇO DA COMPORTA			POÇO DO STOP-LOG		
		ANTES	DEPOIS		ANTES	DEPOIS	
			MAXIMO	MINIMO		MAXIMO	MINIMO
1	80	327.7	328.9	326.7	327.7	328.7	327.3
2	120	327.4	329.4	326.75	327.5	328.92	327.42
3	160	327.2	329.6	326.86	327.3	329.18	327.4



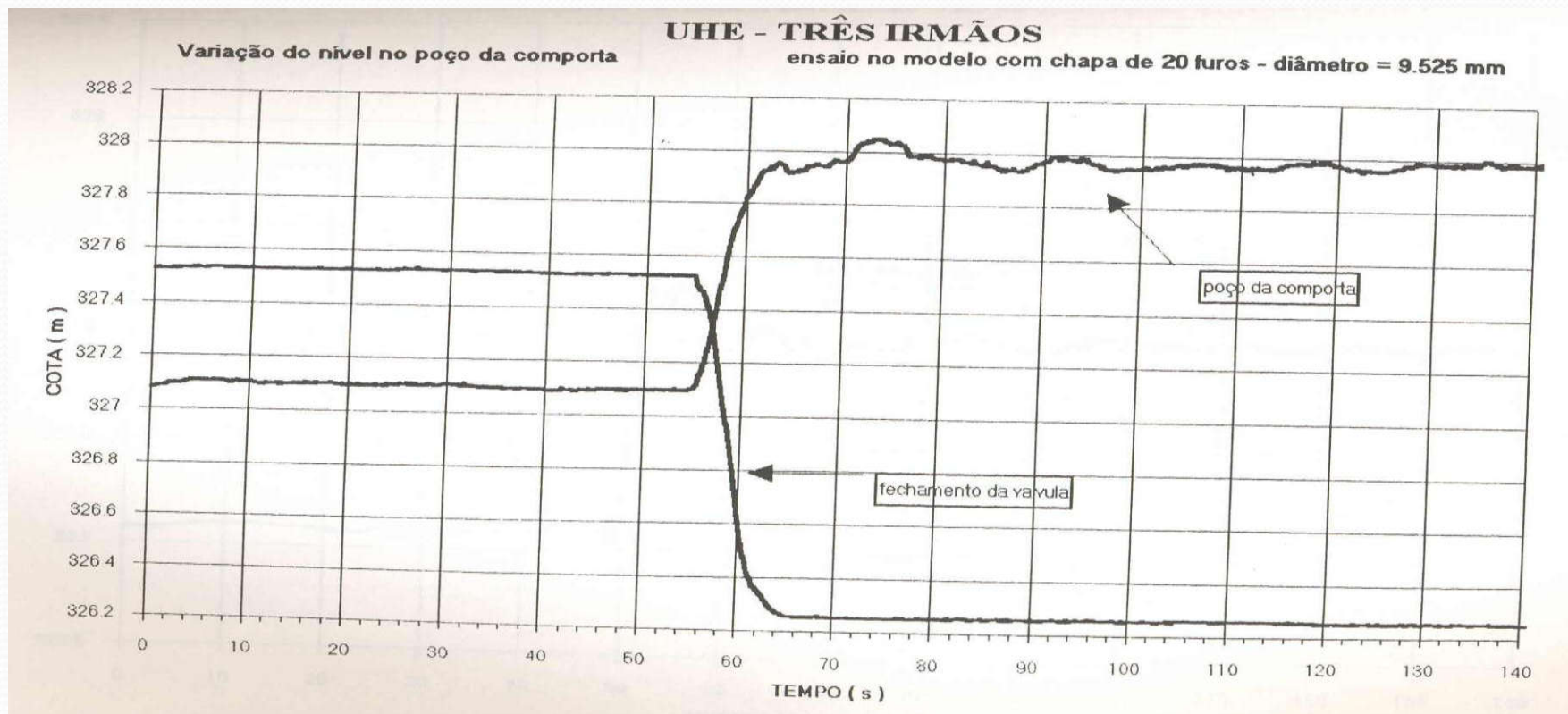
AFERIÇÃO DO MODELO REDUZIDO



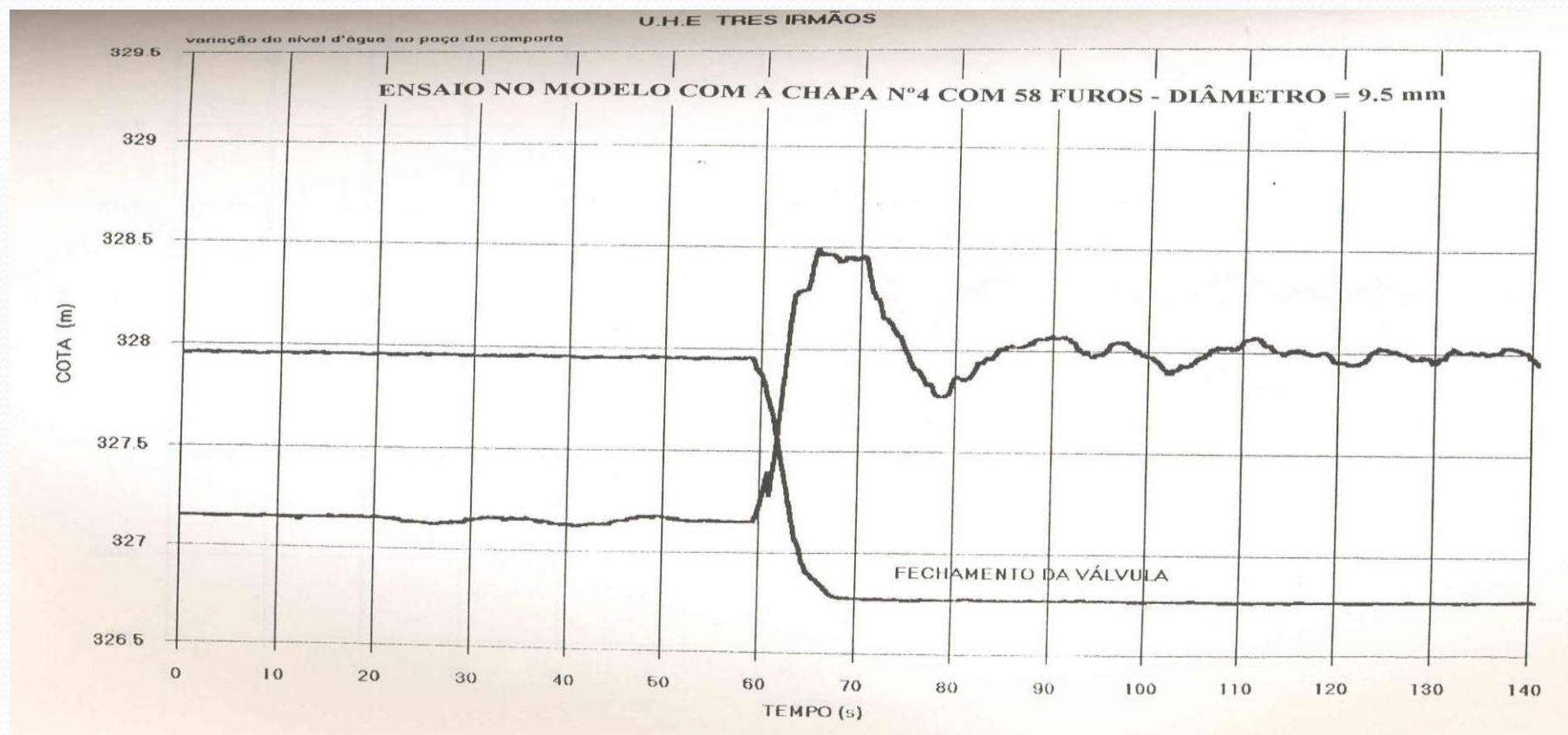
RESULTADOS COM RESTRIÇÃO DA ÁREA DE PASSAGEM



RESULTADOS COM RESTRIÇÃO DA ÁREA DE PASSAGEM



RESULTADOS COM RESTRIÇÃO DA ÁREA DE PASSAGEM

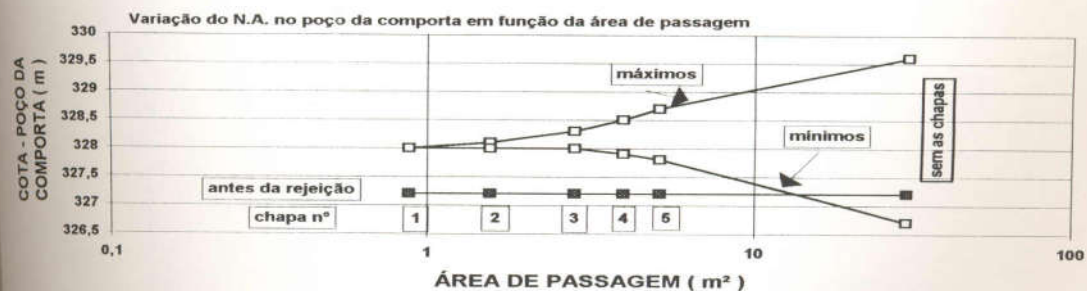


RESULTADOS COM RESTRIÇÃO DA ÁREA DE PASSAGEM

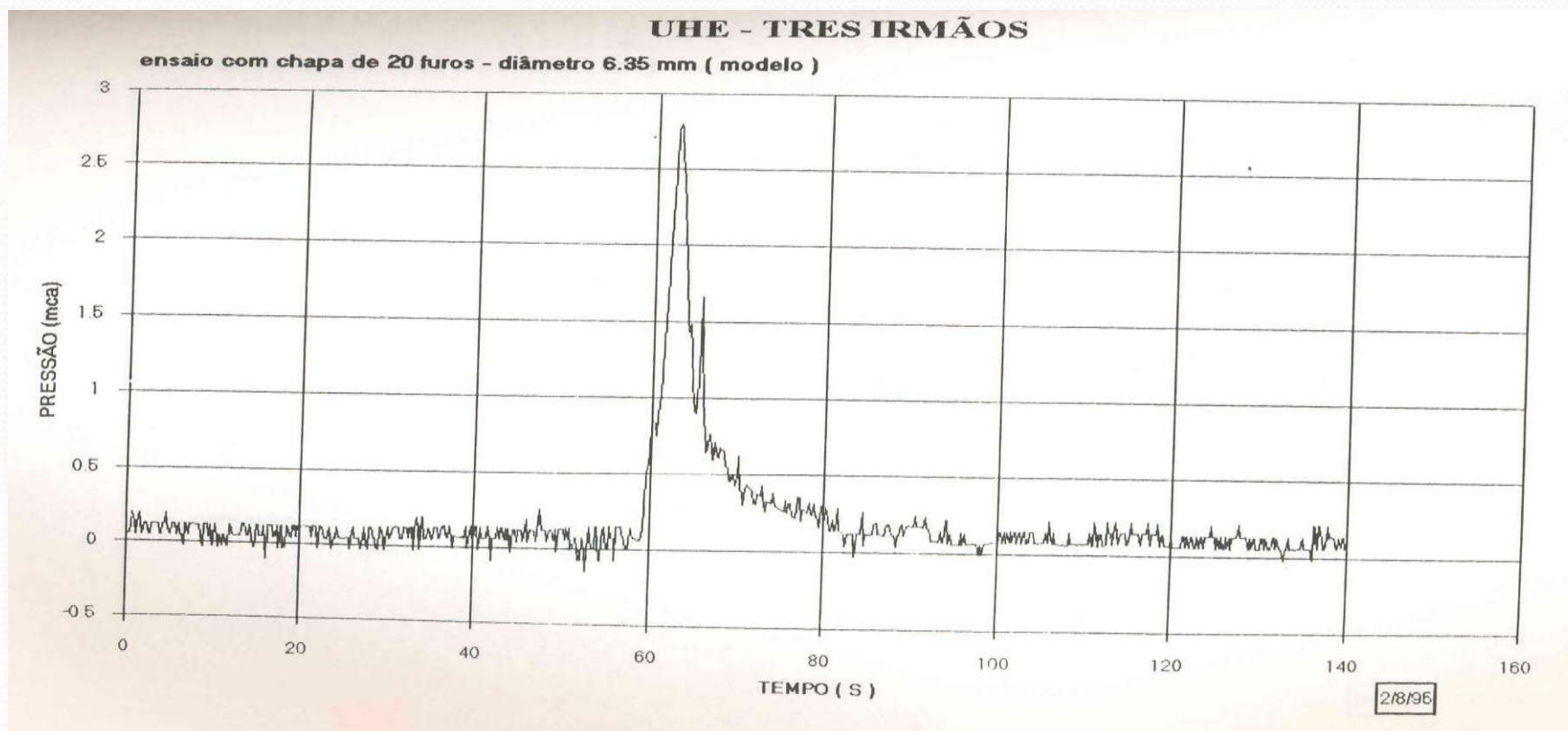
QUADRO RESUMO DAS COTAS OBTIDAS NOS ENSAIOS NO MODELO REDUZIDO

CHAPA	Nº DE FUROS	ÁREA PASSAGEM (PROT.) m ²	POÇO DA COMPORTA		
			ANTES m	DEPOIS	
				MÁXIMOS m	MINIMOS m
1	20	0,88	327,2	328,0	328,0
2	20	1,56	327,2	328,1	328,0
3	40	2,83	327,2	328,3	328,0
4	58	3,98	327,2	328,5	327,9
5	76	5,13	327,2	328,7	327,8
sem		29,75	327,2	329,6	326,7

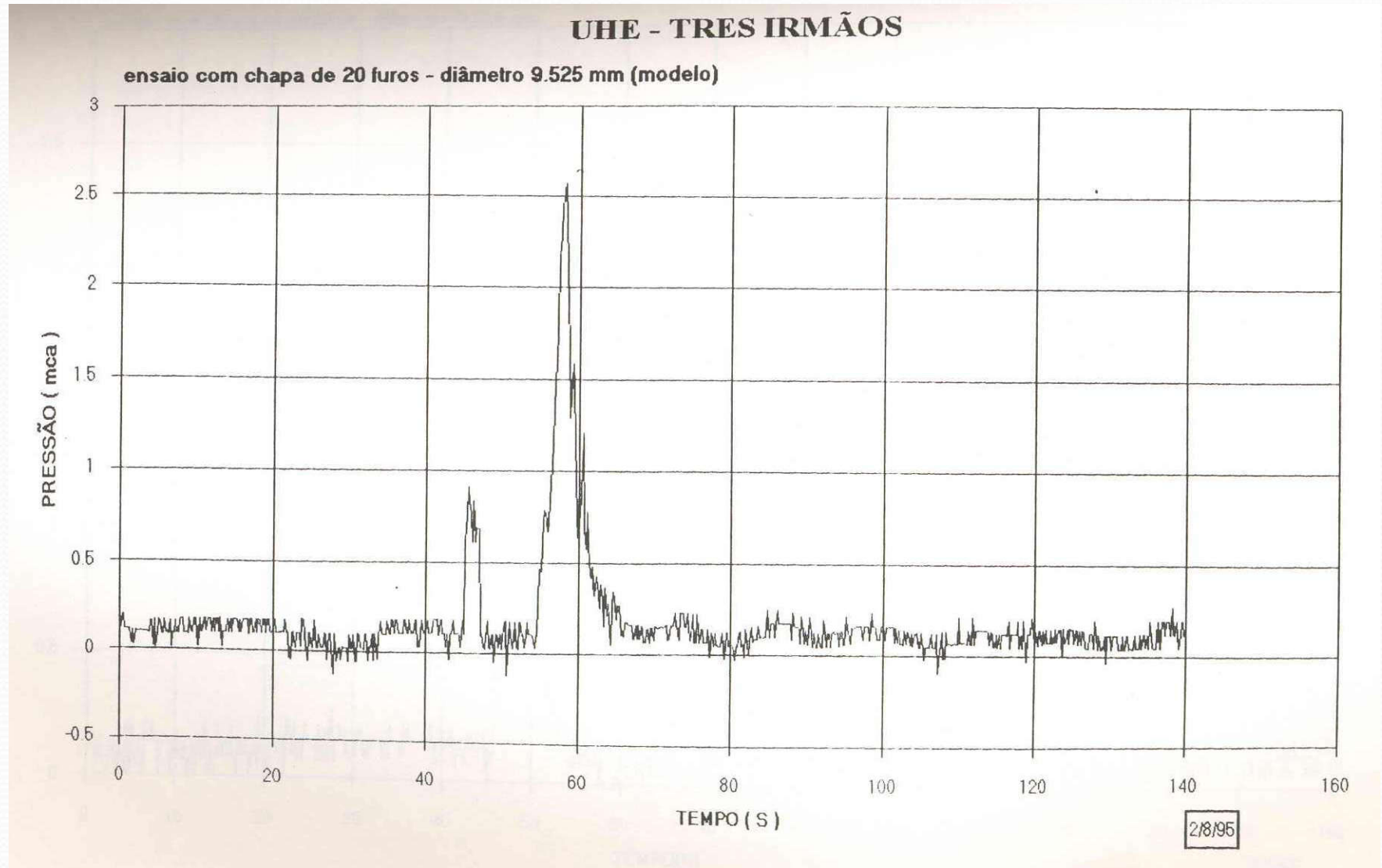
UHE - TRES IRMÃOS - CESP (TOMADA D'ÁGUA)



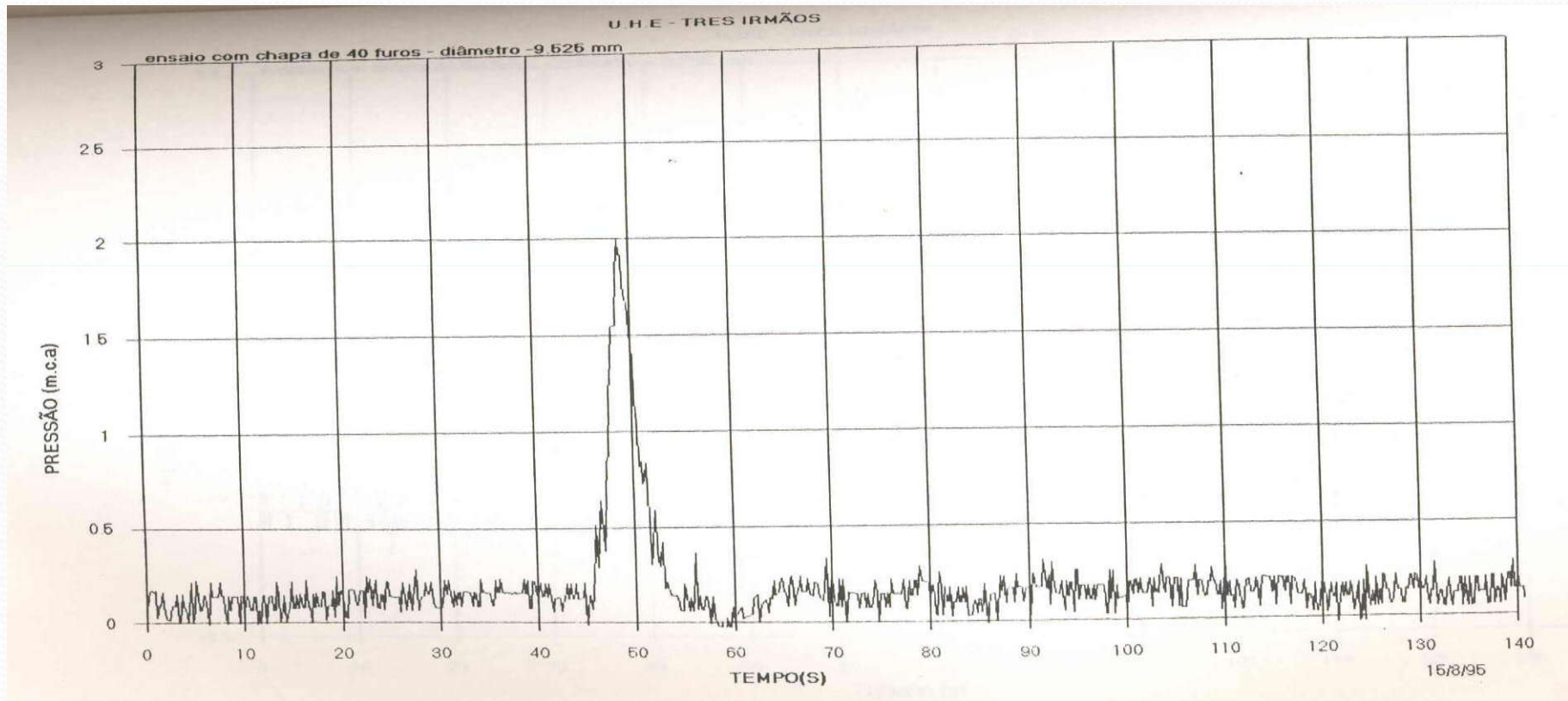
DIFERENCIAIS DE PRESSÃO ENTRE AS FACES SUPERIOR E INFERIOR



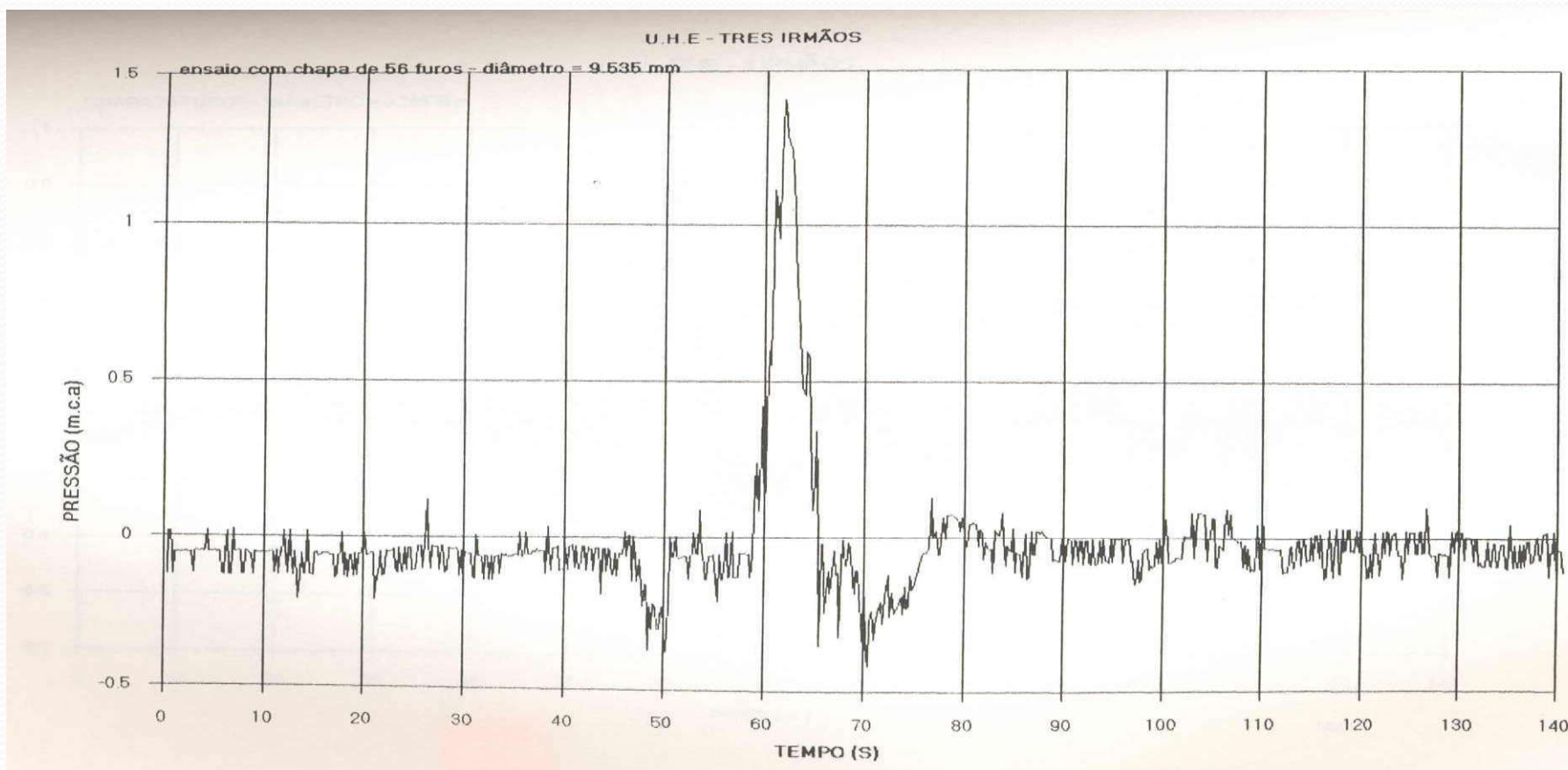
DIFERENCIAIS DE PRESSÃO ENTRE AS FACES SUPERIOR E INFERIOR



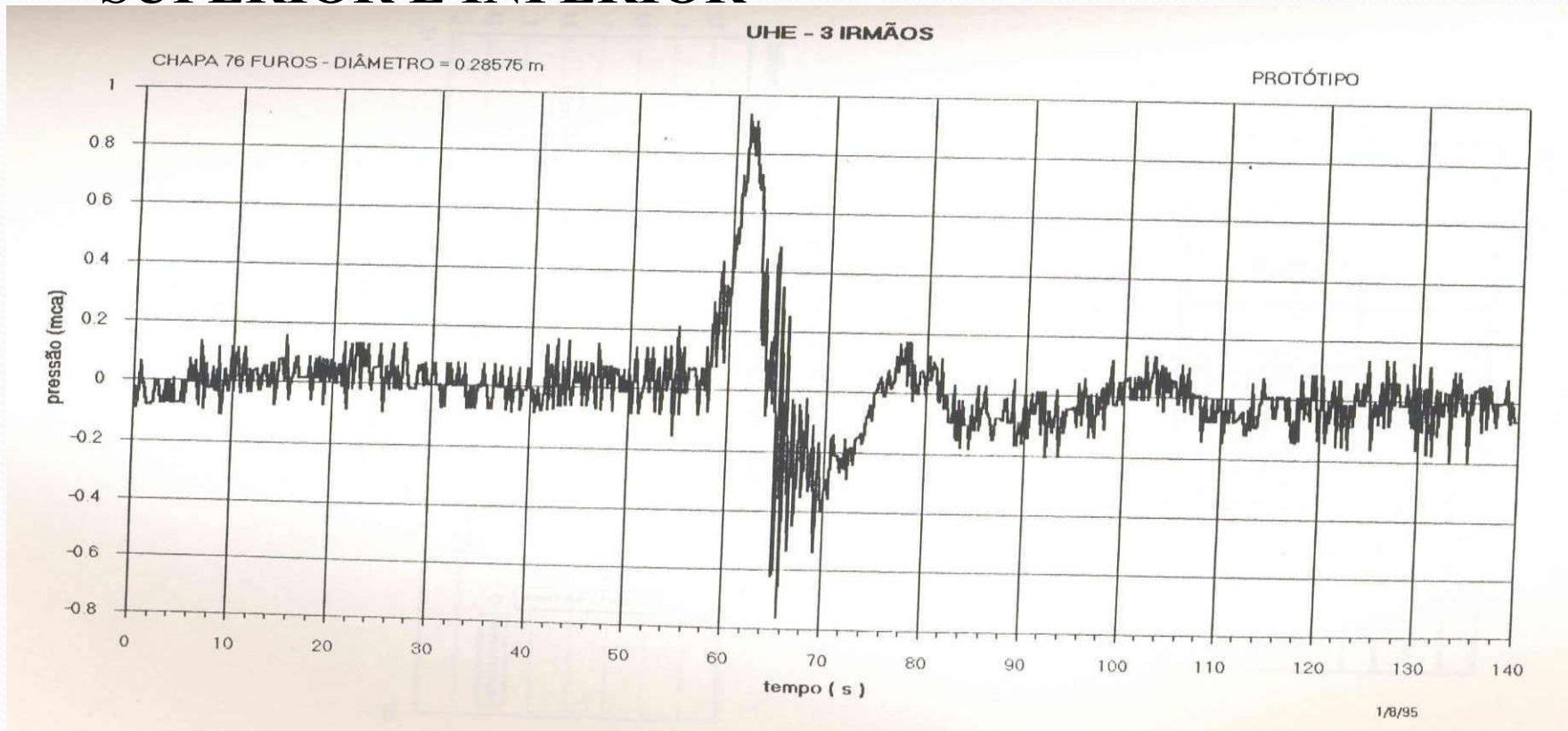
DIFERENCIAIS DE PRESSÃO ENTRE AS FACES SUPERIOR E INFERIOR



DIFERENCIAIS DE PRESSÃO ENTRE AS FACES SUPERIOR E INFERIOR



DIFERENCIAIS DE PRESSÃO ENTRE AS FACES SUPERIOR E INFERIOR



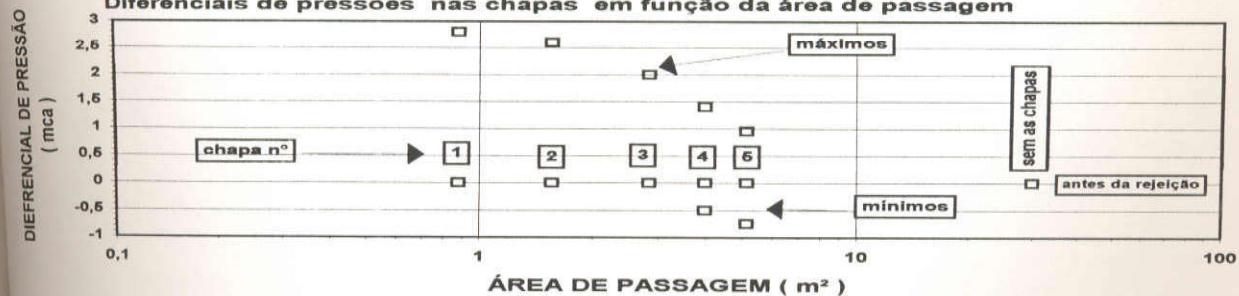
DIFERENCIAIS DE PRESSÃO ENTRE AS FACES SUPERIOR E INFERIOR

QUADRO RESUMO DOS DIFERENCIAIS DE PRESSÕES NAS CHAPAS

CHAPA	Nº DE FUROS	ÁREA PASSAGEM (PROT.) m ²	POÇO DA COMPORTA		
			ANTES	DEPOIS	
				MÁXIMOS	MINIMOS
			m	m	m
1	20	0,88	-	2,8	0
2	20	1,56	-	2,6	0
3	40	2,83	-	2	0
4	58	3,98	-	1,4	-0,5
5	76	5,13	-	0,95	-0,75
SEM		29,75	-	-	-

UHE - TRES IRMÃOS - CESP (TOMADA D'ÁGUA)

Diferenciais de pressões nas chapas em função da área de passagem





COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES

- ✓ Ensaios no protótipo forneceram informações para a situação mais desfavorável, tendo-se como referência a abertura de 100% do distribuidor, e vazão de $387 \text{ m}^3/\text{s}$, nível d'água de montante igual a 327,98 m e nível d'água de jusante igual a 280,10 m.
- ✓ As chapas perfuradas produziram de fato uma redução dos níveis d'água no poço da comporta.
- ✓ Quando se aumentou os furos das chapas (2 e 3) em relação a de número 1, os níveis d'água atingiram cotas superiores, embora diminuíram as pressões diferenciais, indicando uma situação mais favorável.
- ✓ A chapa número 5 indicou ser o limite máximo para um resultado favorável na área de passagem.



COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES

- ✓ A chapa número 4 , composta pela metade da chapa número 3 com 20 furos e a outra metade com a chapa metálica número 5 com 38 furos, totalizando 58 furos reduzindo o nível no poço em 1,10 metros, em relação ao atingido sem a instalação das chapas.
- ✓ O diferencial de pressão também foi reduzido, para valores que variaram desde + 1,4 m.c.a até -0,5 m.c.a.
- ✓ A área de passagem da água no poço da comporta através das chapas metálicas estudadas, definiram 58 furos, de diâmetros iguais a 9,50 mm e um furo central de 600 mm de diâmetro.