



# **EQUIPAMENTOS HIDROMECAÂNICOS**

**Prof<sup>ra</sup> D<sup>ra</sup> 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 m<sup>3</sup>/s;
- ✓ vazão de disparo 597,50 m<sup>3</sup>/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

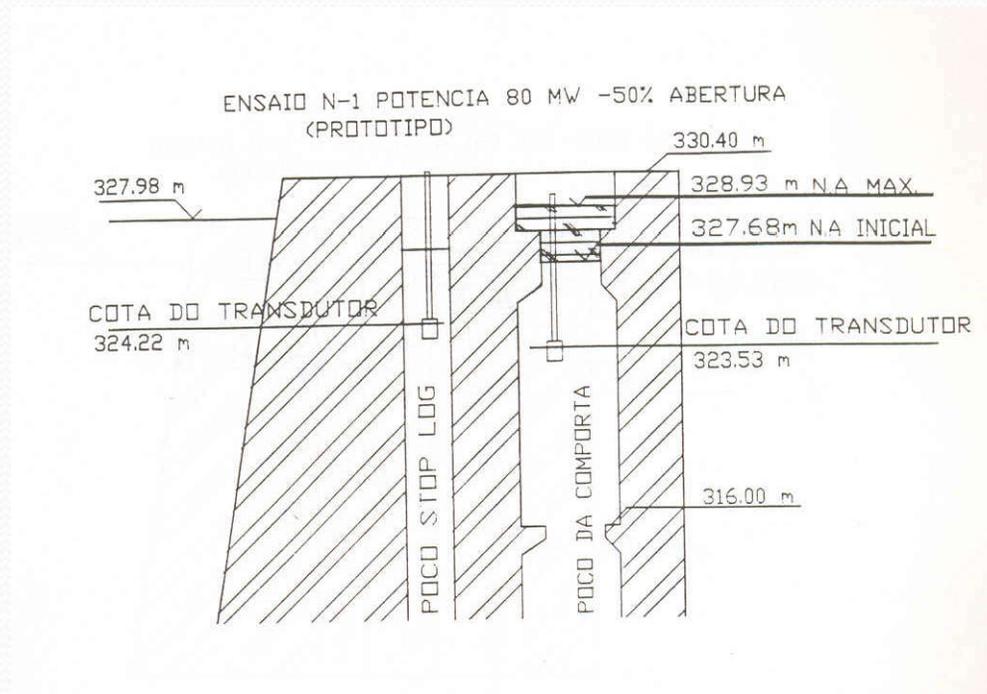




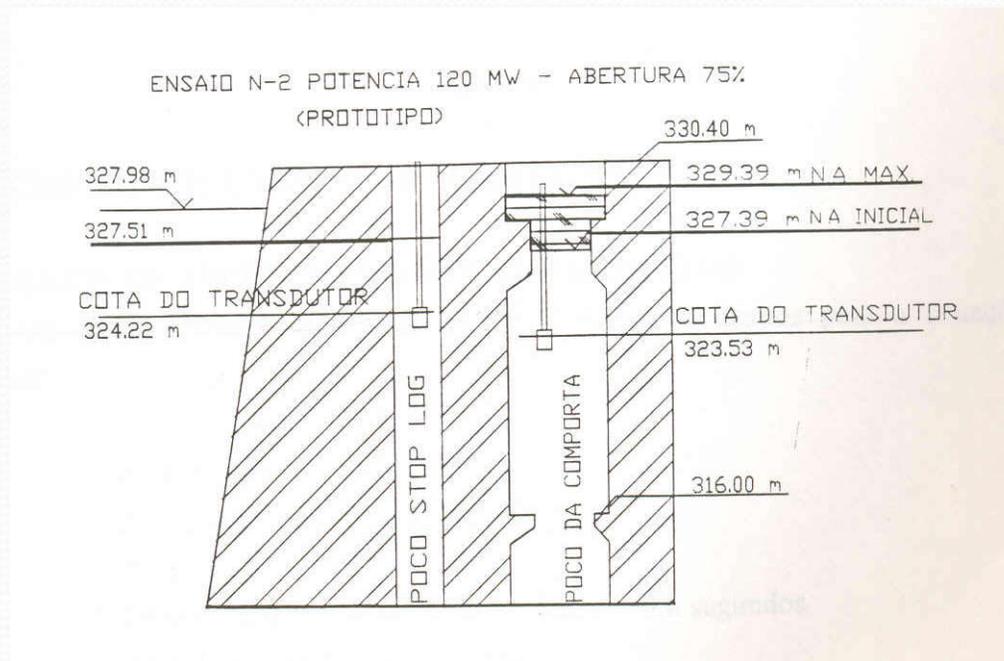
# EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO

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

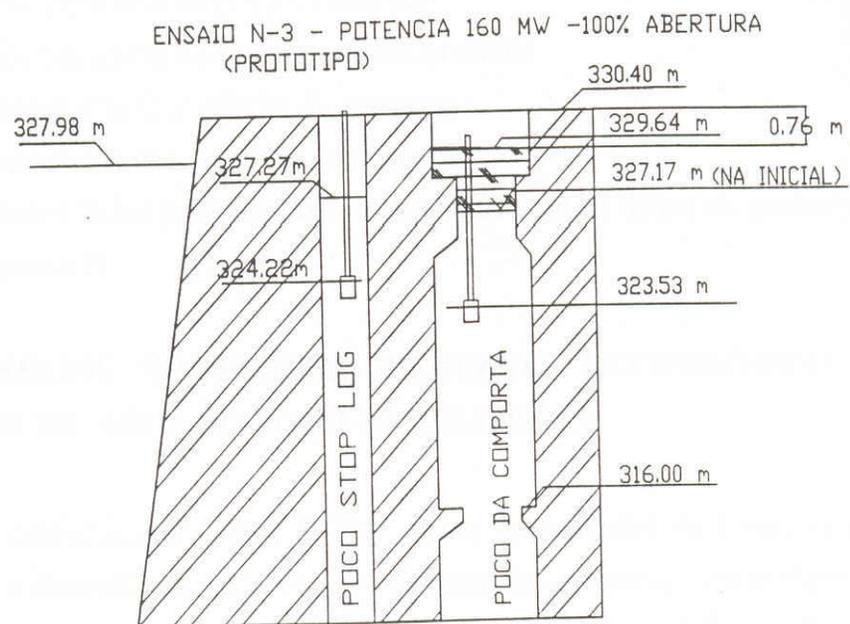
# DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS NO PROTÓTIPO



# DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS NO PROTÓTIPO



# DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS NO PROTÓTIPO



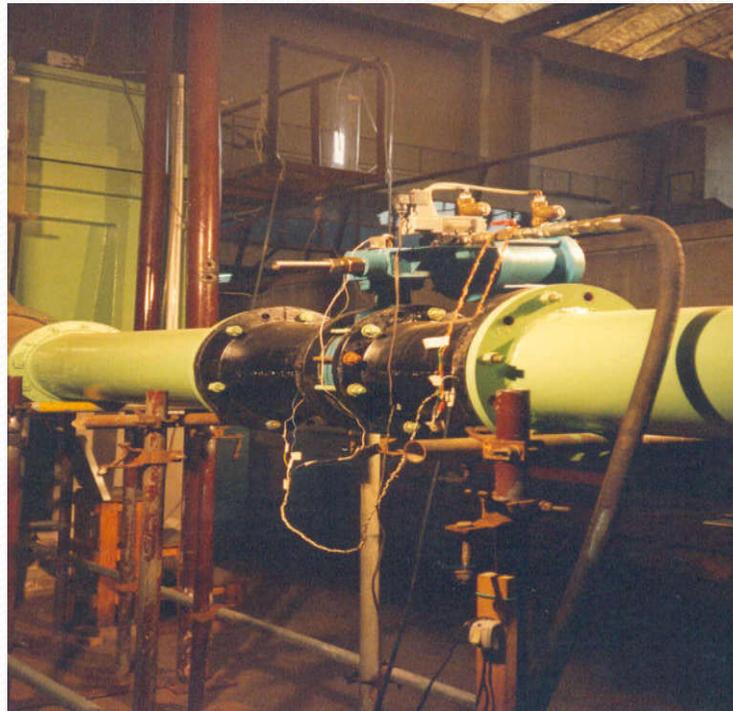
# DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS NO PROTÓTIPO



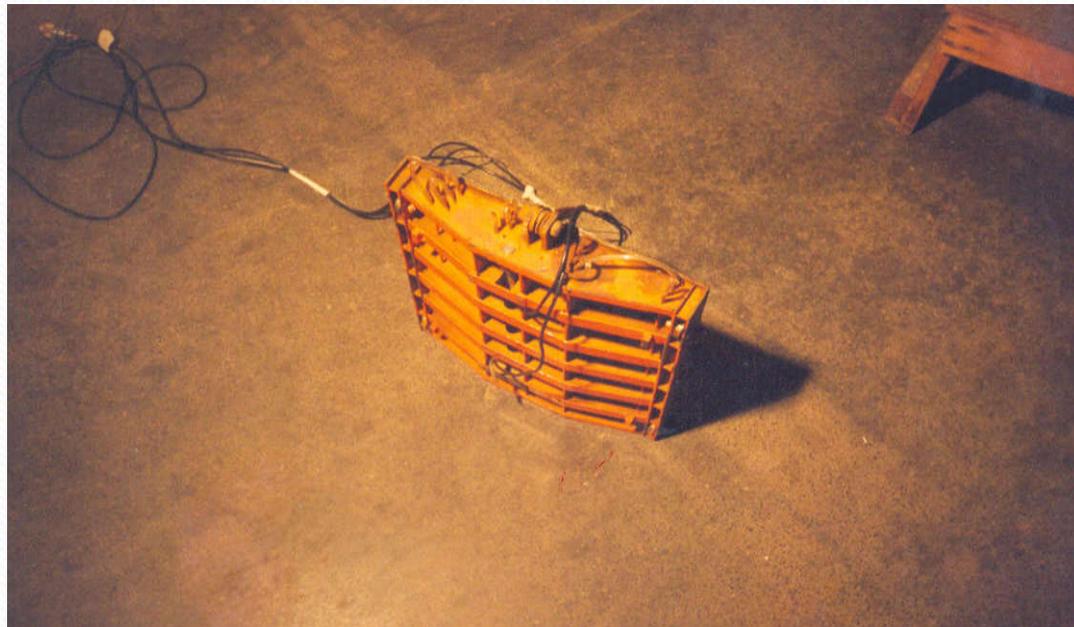
# DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS NO PROTÓTIPO



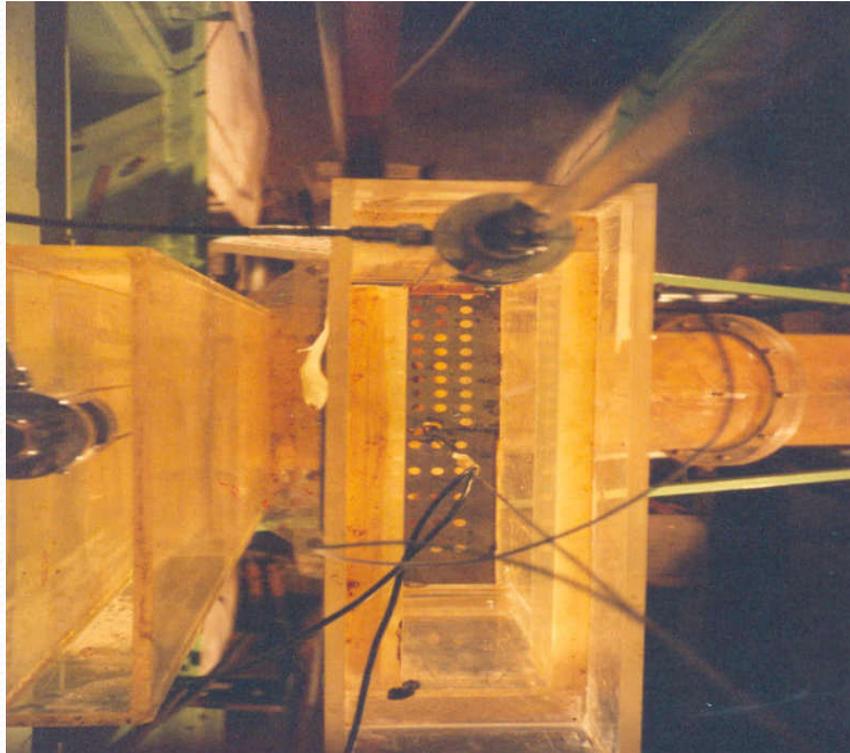
## DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS NO LABORATÓRIO



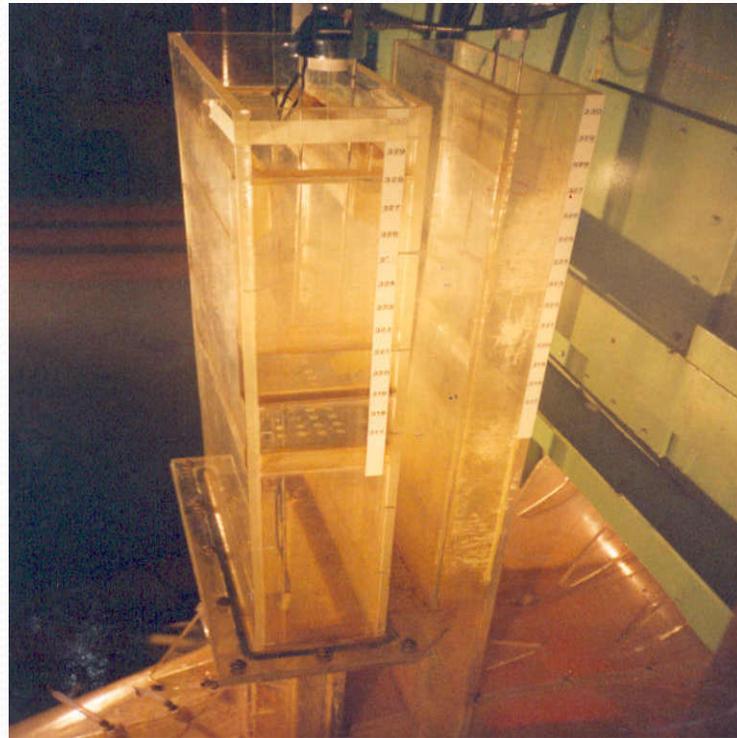
# DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS NO LABORATÓRIO



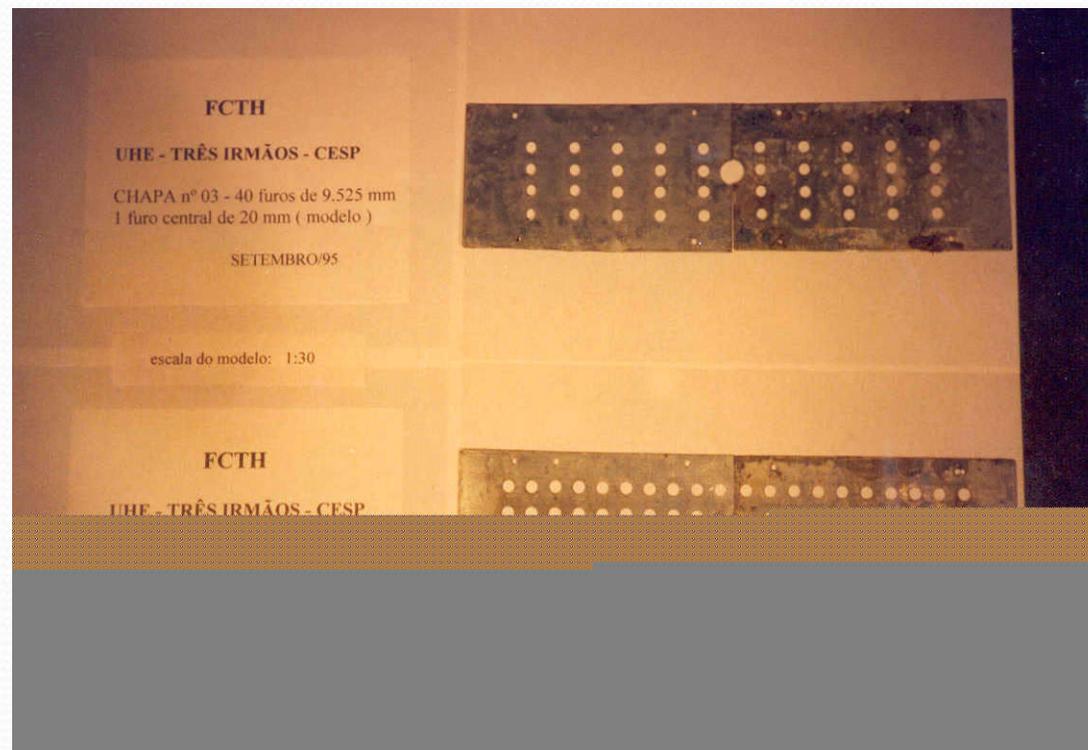
# DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS NO LABORATÓRIO



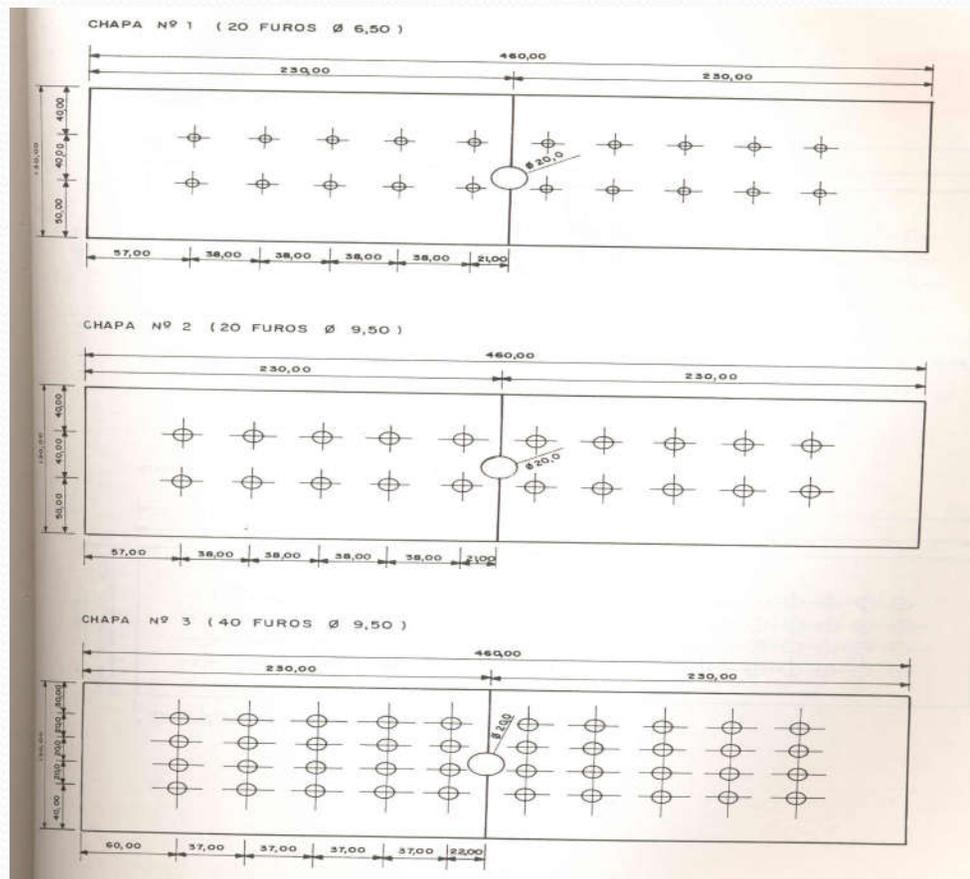
# DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS NO LABORATÓRIO



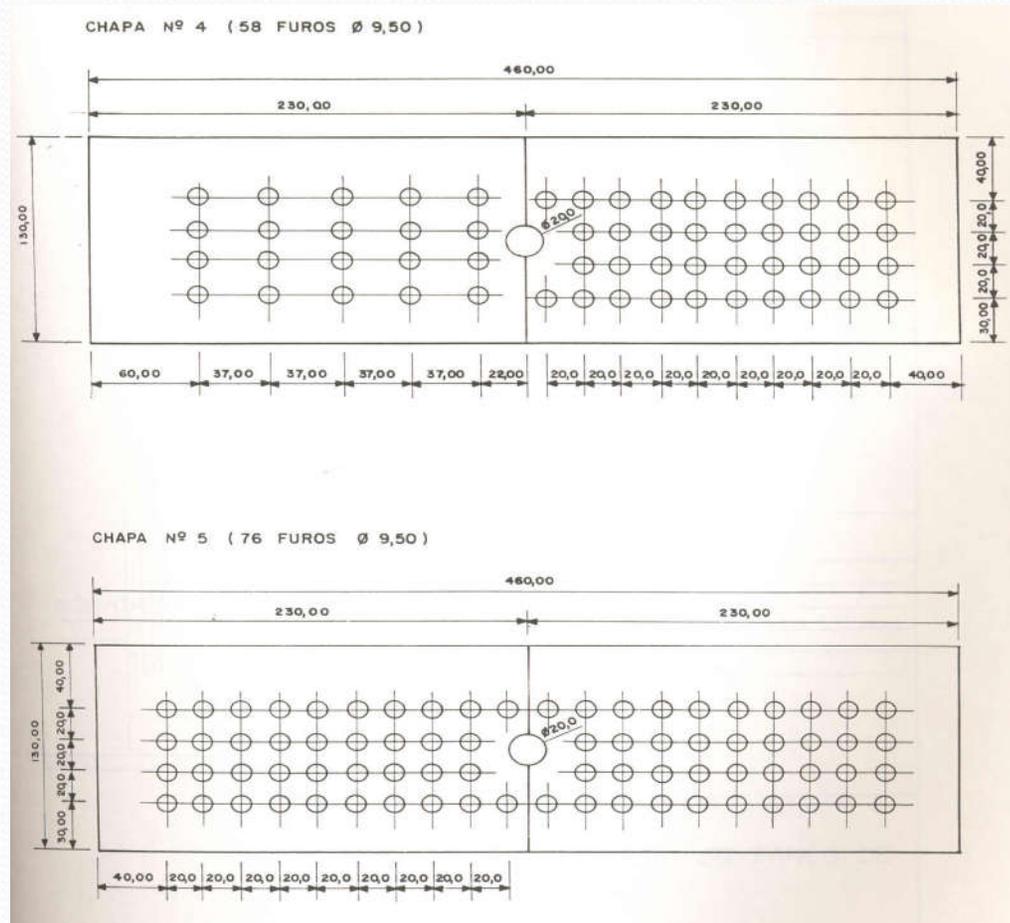
# CHAPAS PERFURADAS PARA REDUÇÃO DOS NÍVEIS



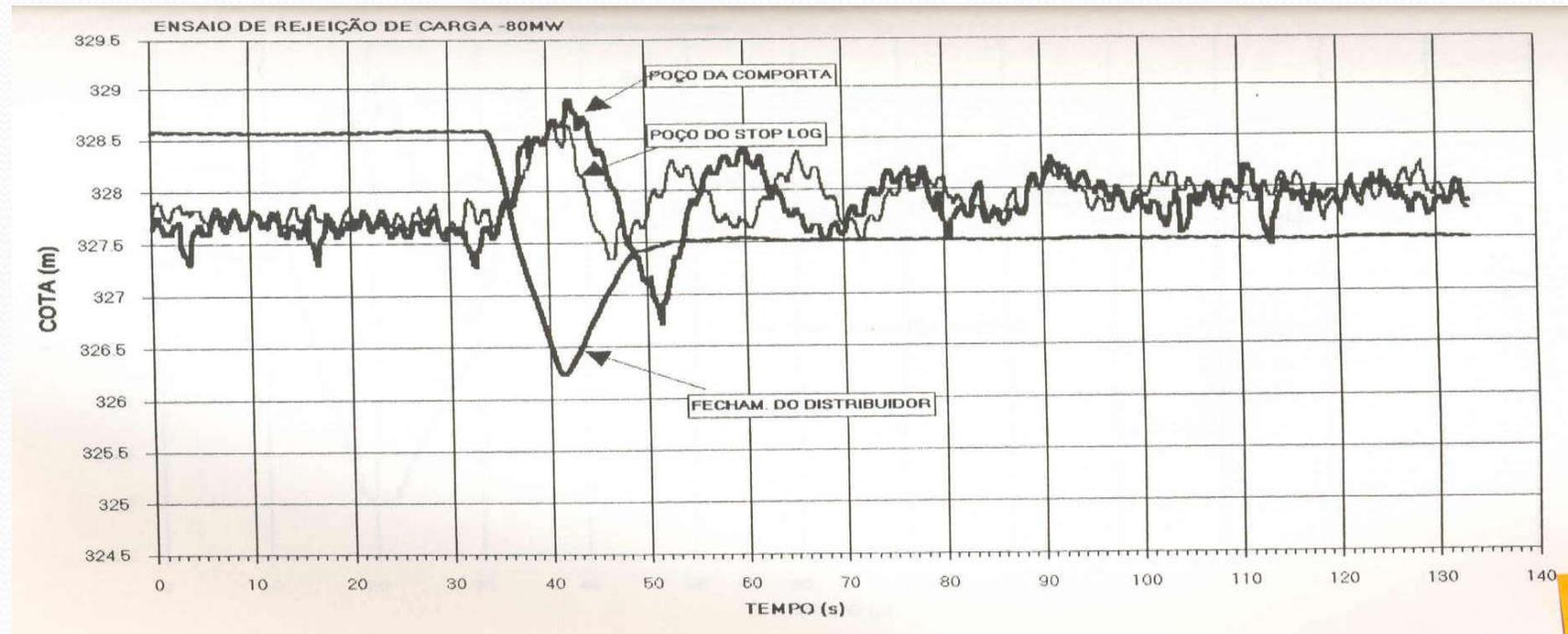
# CHAPAS PERFURADAS PARA REDUÇÃO DOS NÍVEIS



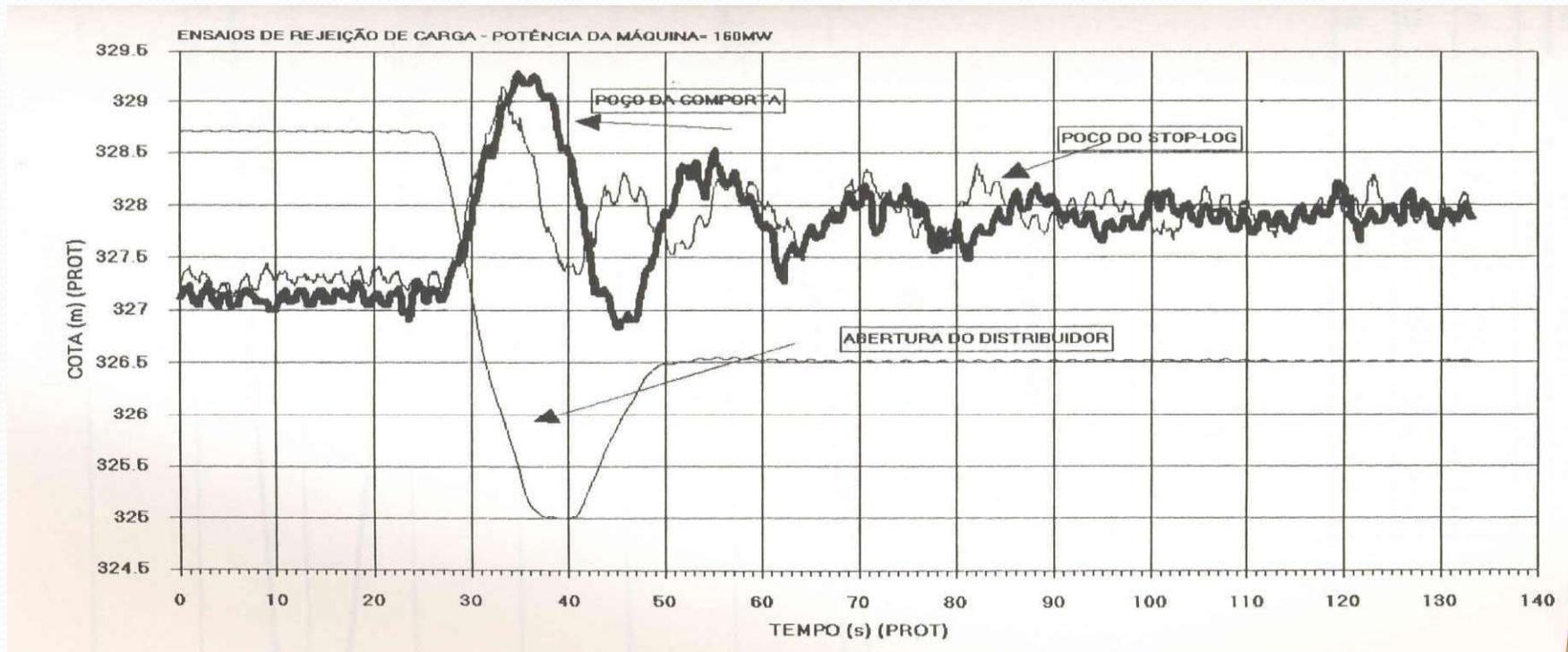
# CHAPAS PERFURADAS PARA REDUÇÃO DOS NÍVEIS



# ENSAIOS NO PROTÓTIPO PARA VÁRIAS ABERTURAS DO DISTRIBUIDOR



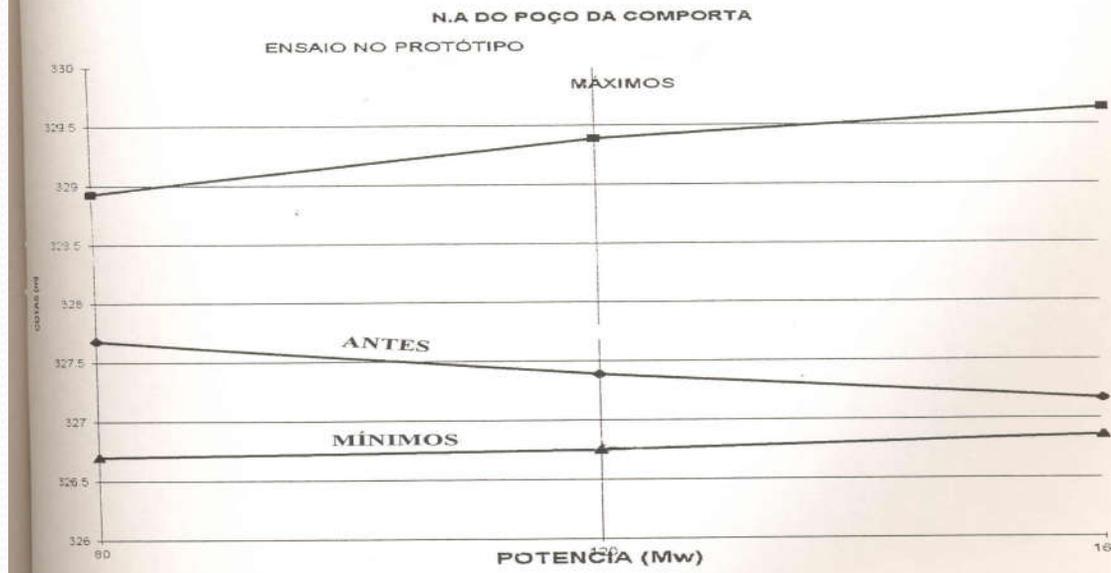
## ENSAIOS NO PROTÓTIPO PARA VÁRIAS ABERTURAS DO DISTRIBUIDOR



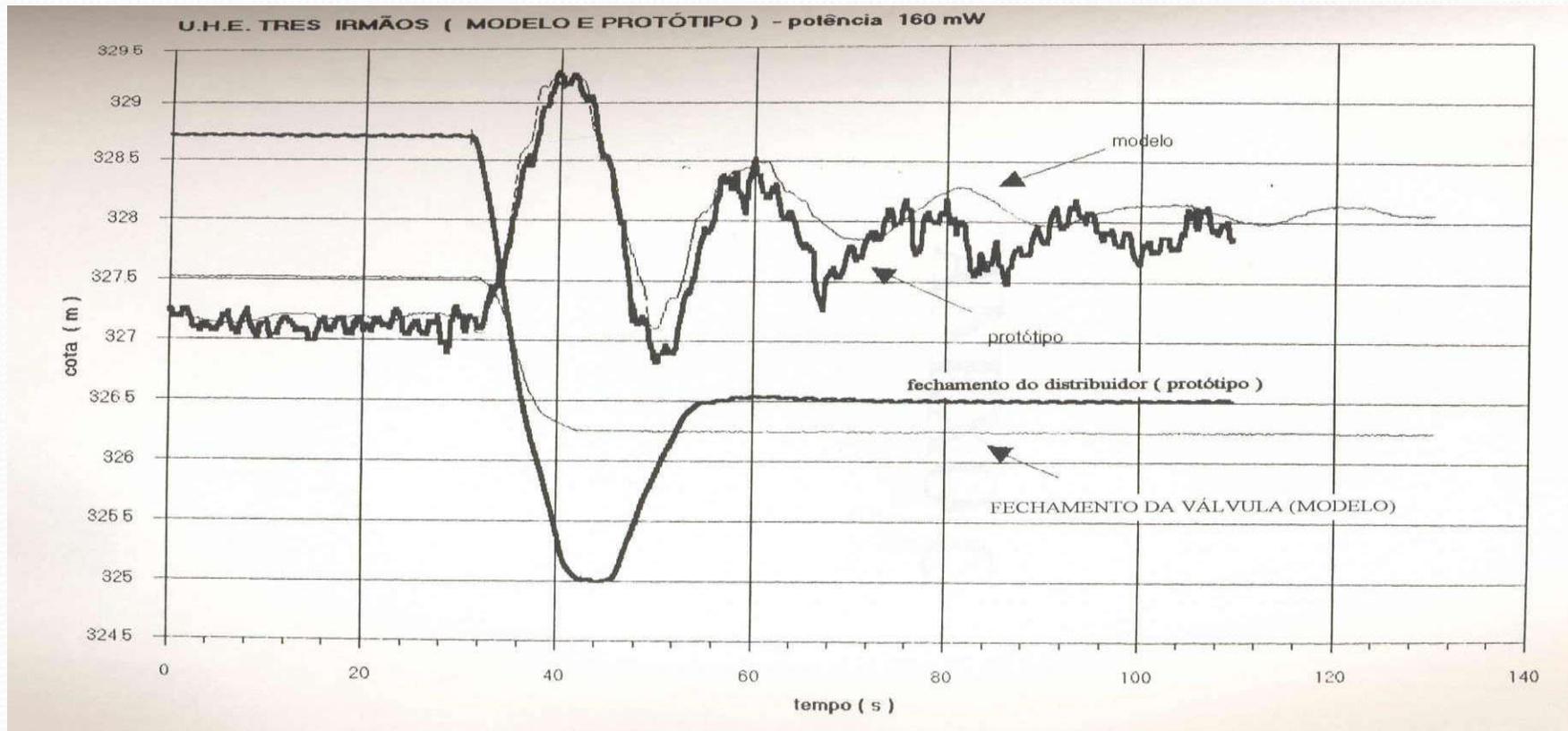
# ENSAIOS NO PROTÓTIPO PARA VÁRIAS ABERTURAS DO DISTRIBUIDOR

**TABELA 1 - RESULTADO OBTIDO NO PROTÓTIPO**

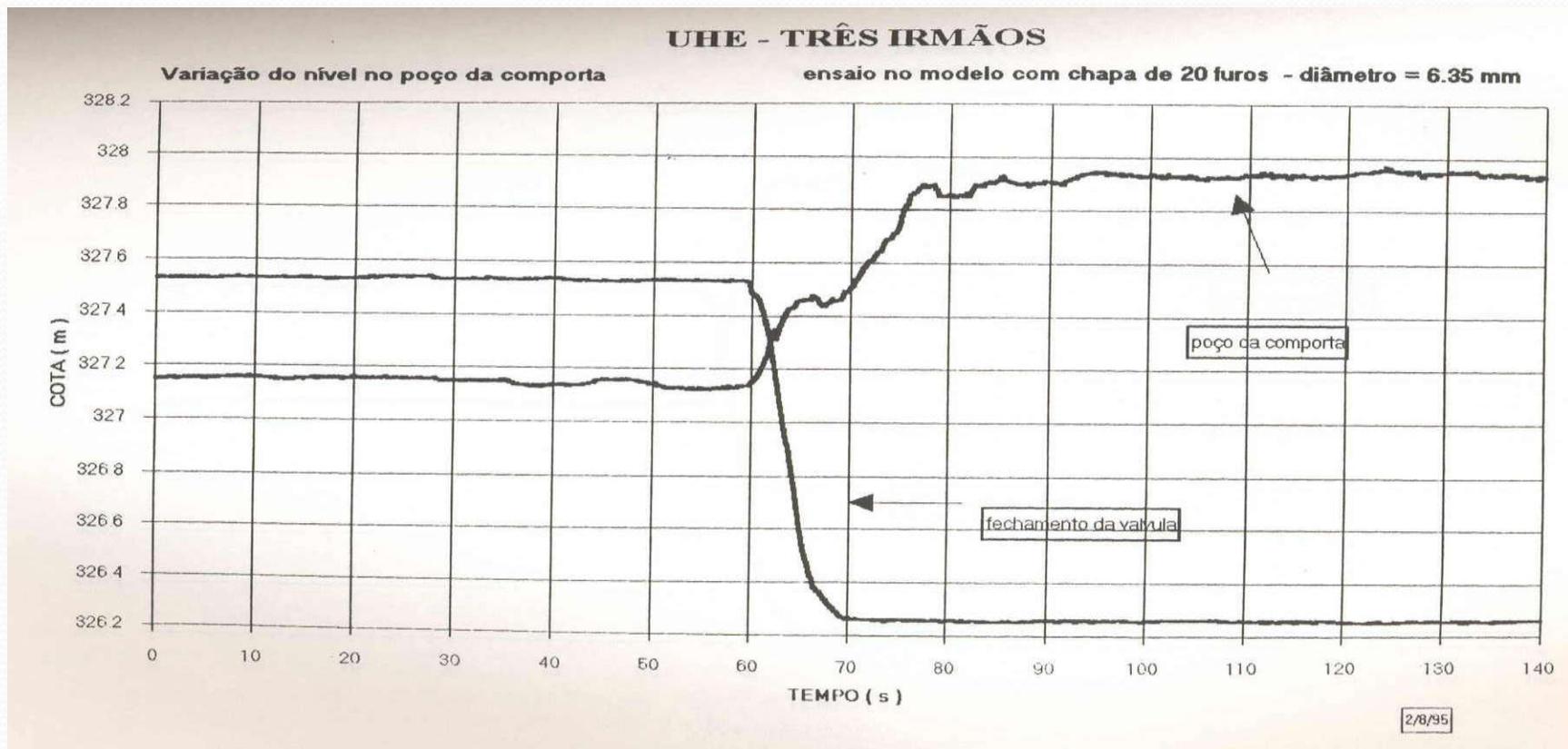
ENSAIO Nº	POTENCIA MVV	POÇO DA COMPORTA			POÇO DO STOP-LOG		
		ANTES	DEPOIS		ANTES	DEPOIS	
			MAXIMO	MINIMO		MAXIMO	MINIMO
1	80	327.7	328.9	326.7	327.7	328.7	327.3
2	120	327.4	329.4	326.75	327.5	328.92	327.42
3	160	327.2	329.6	326.86	327.3	329.18	327.4



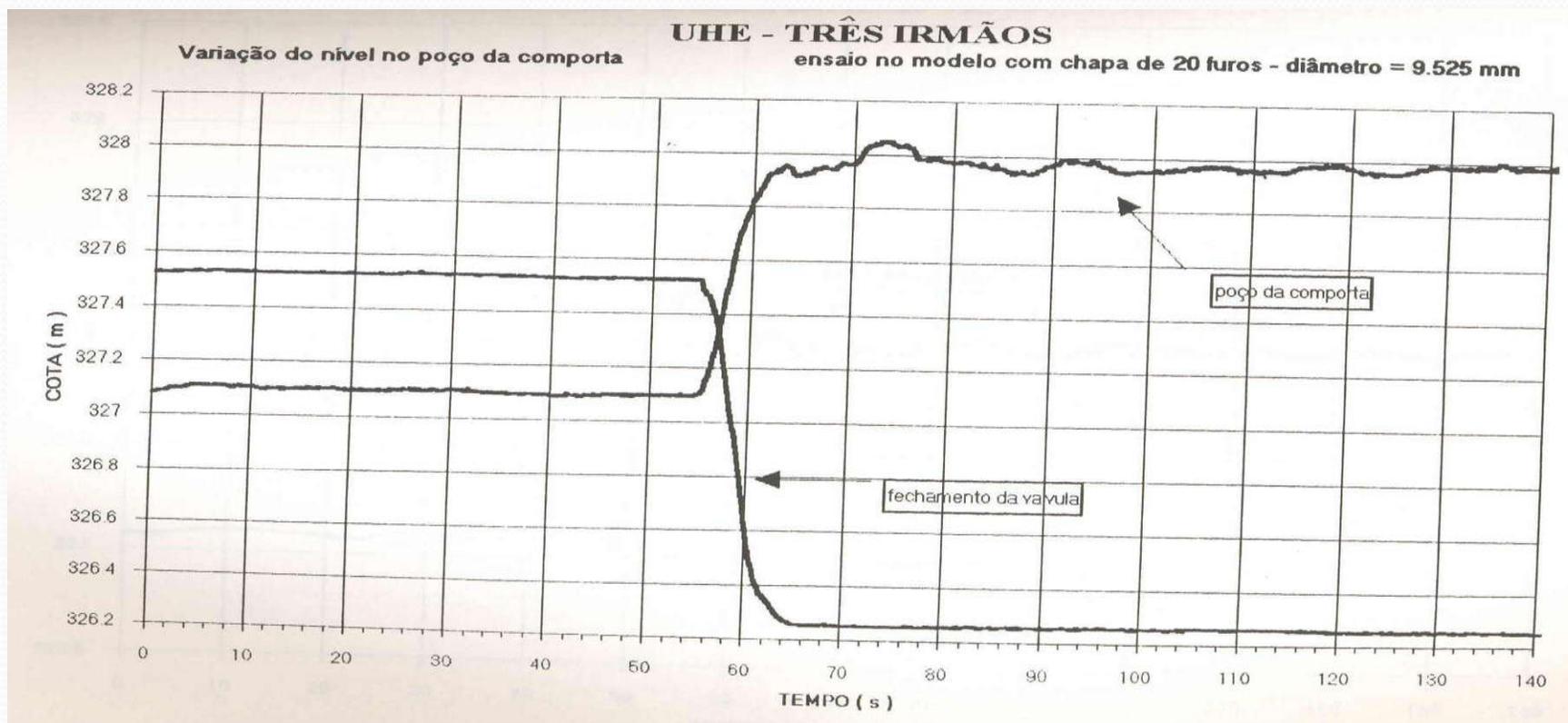
# AFERIÇÃO DO MODELO REDUZIDO



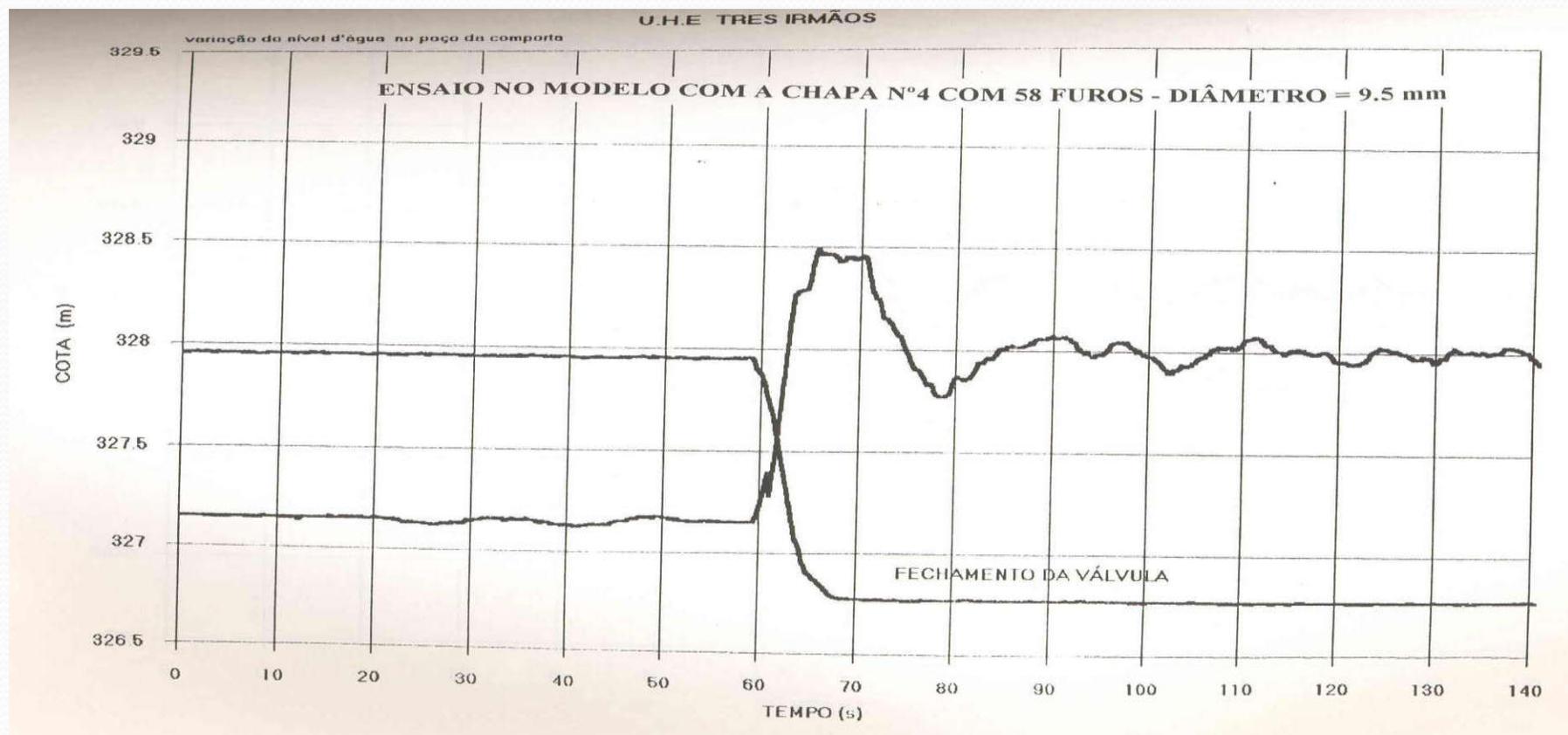
# RESULTADOS COM RESTRIÇÃO DA ÁREA DE PASSAGEM



# RESULTADOS COM RESTRIÇÃO DA ÁREA DE PASSAGEM



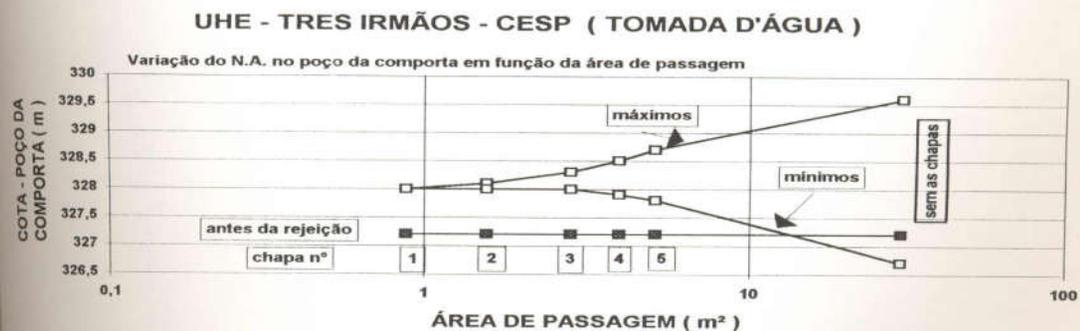
# RESULTADOS COM RESTRIÇÃO DA ÁREA DE PASSAGEM



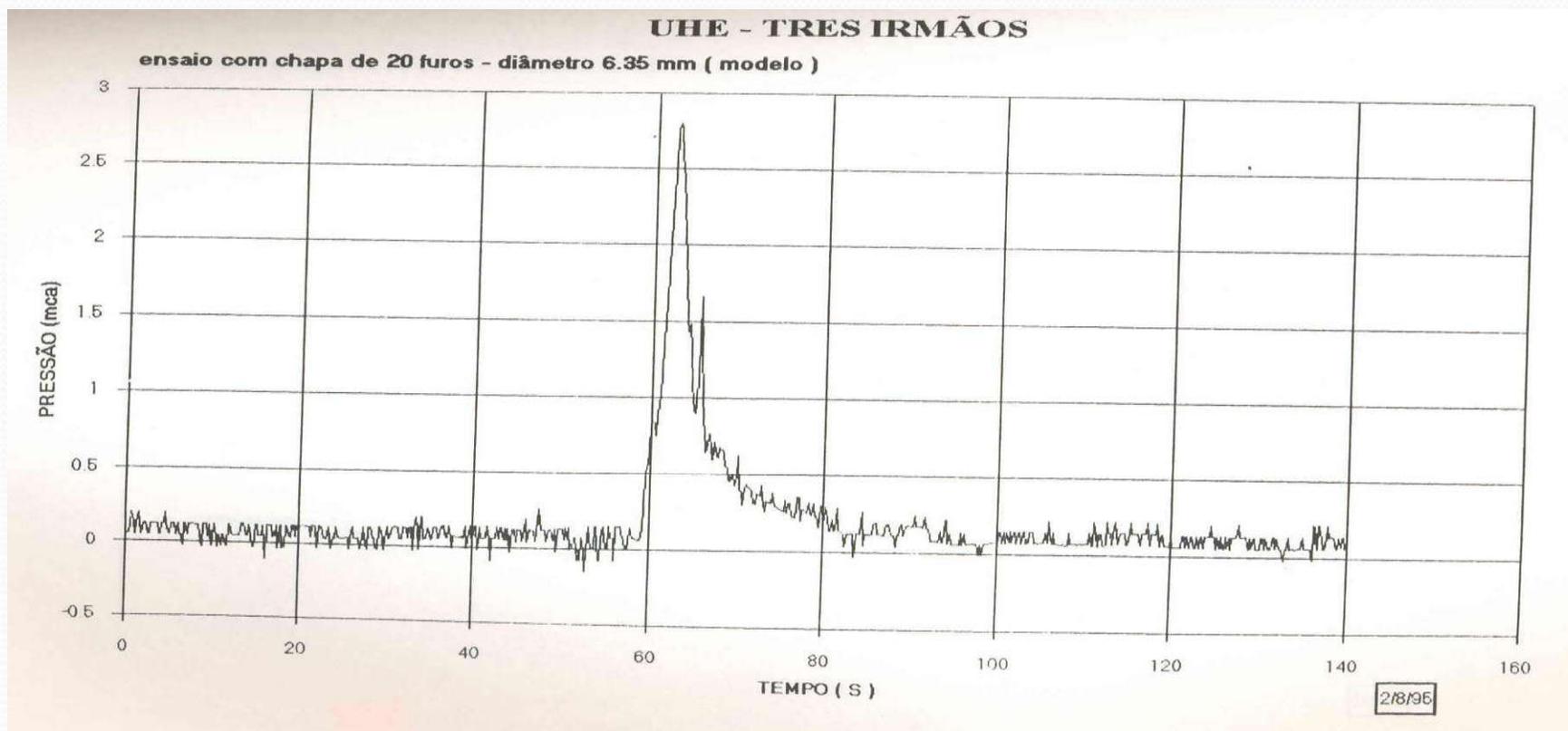
# RESULTADOS COM RESTRIÇÃO DA ÁREA DE PASSAGEM

QUADRO RESUMO DAS COTAS OBTIDAS NOS ENSAIOS NO MODELO REDUZIDO

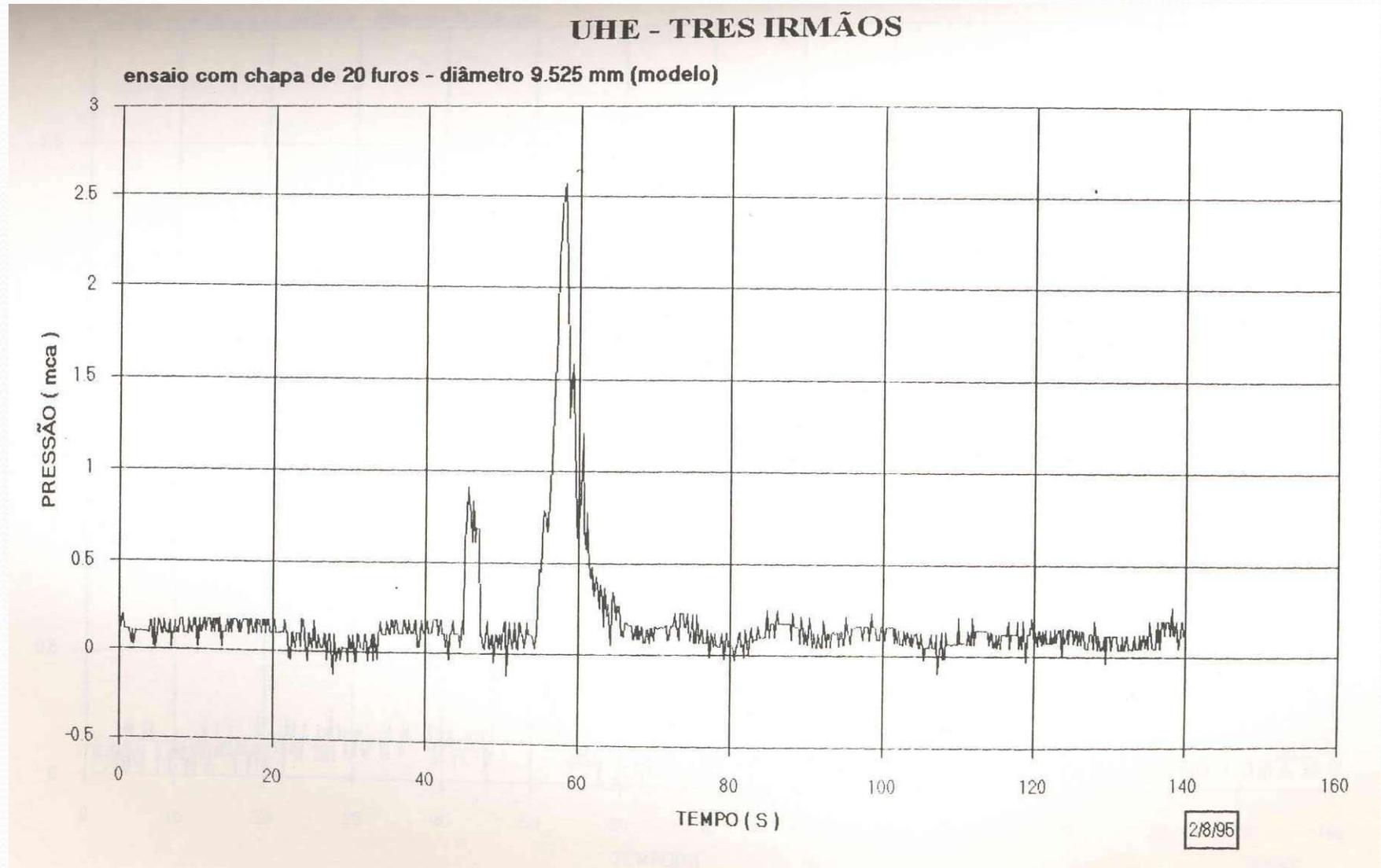
CHAPA	Nº DE FUROS	ÁREA PASSAGEM (PROT.) m <sup>2</sup>	POÇO DA COMPORTA		
			ANTES m	DEPOIS	
				MÁXIMOS m	MINIMOS m
1	20	0,88	327,2	328,0	328,0
2	20	1,56	327,2	328,1	328,0
3	40	2,83	327,2	328,3	328,0
4	58	3,98	327,2	328,5	327,9
5	76	5,13	327,2	328,7	327,8
sem		29,75	327,2	329,6	326,7



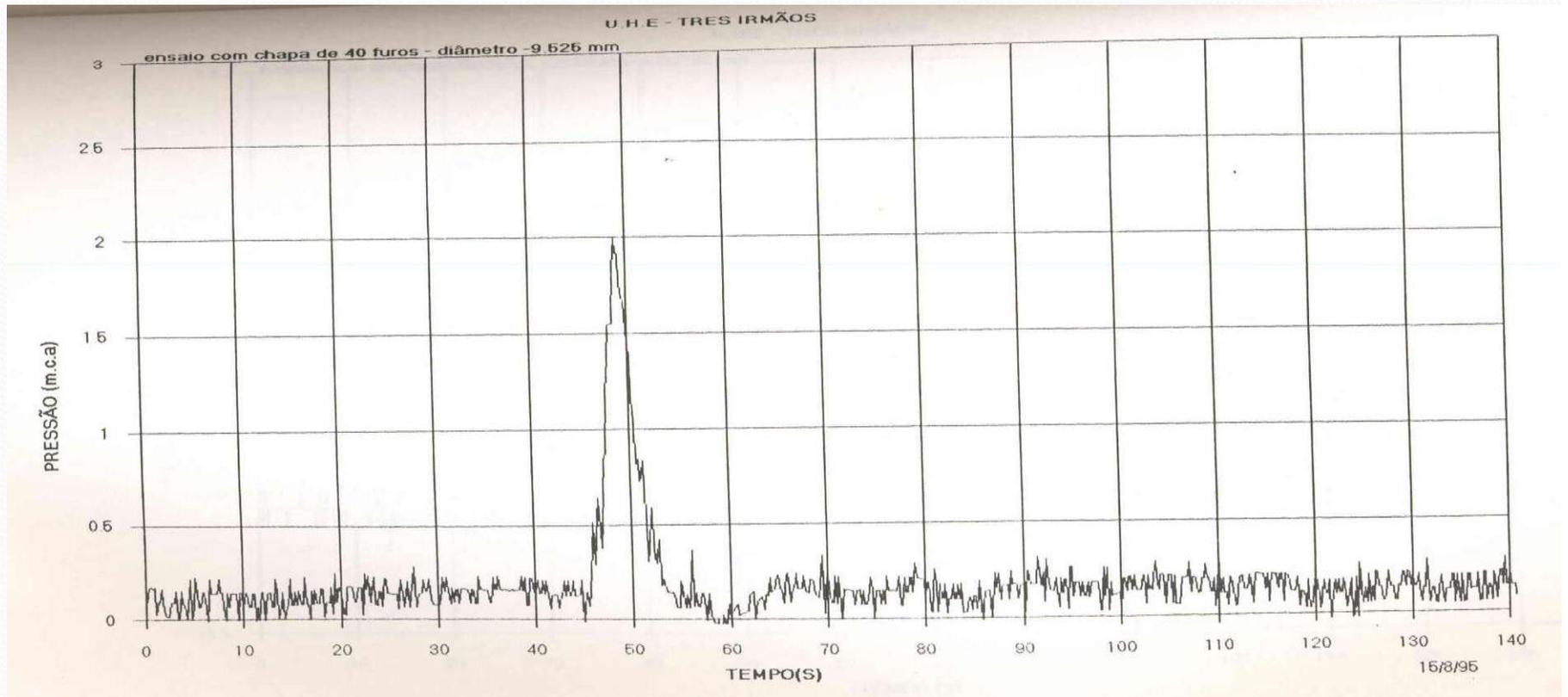
# DIFERENCIAIS DE PRESSÃO ENTRE AS FACES SUPERIOR E INFERIOR



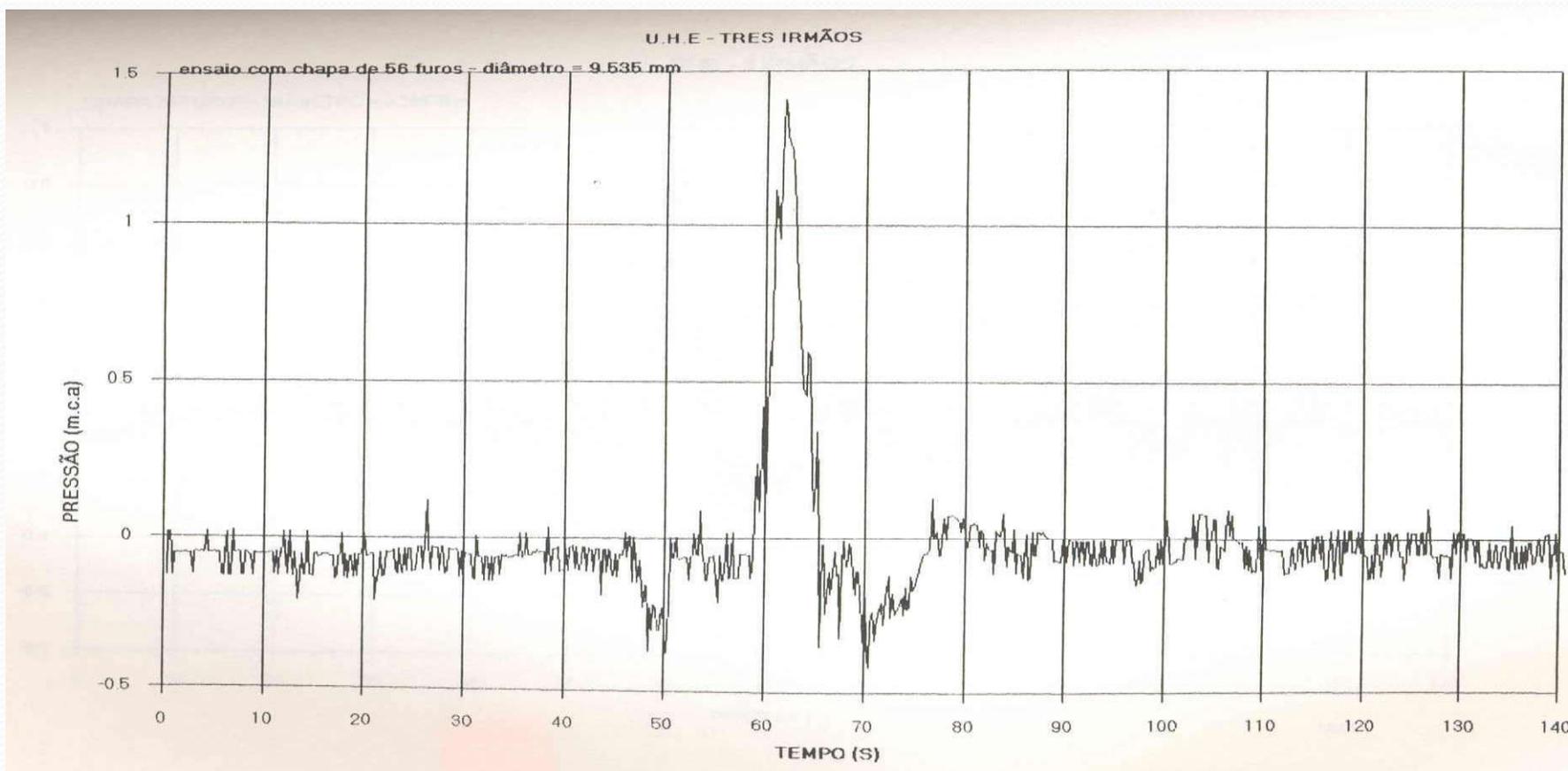
# DIFERENCIAIS DE PRESSÃO ENTRE AS FACES SUPERIOR E INFERIOR



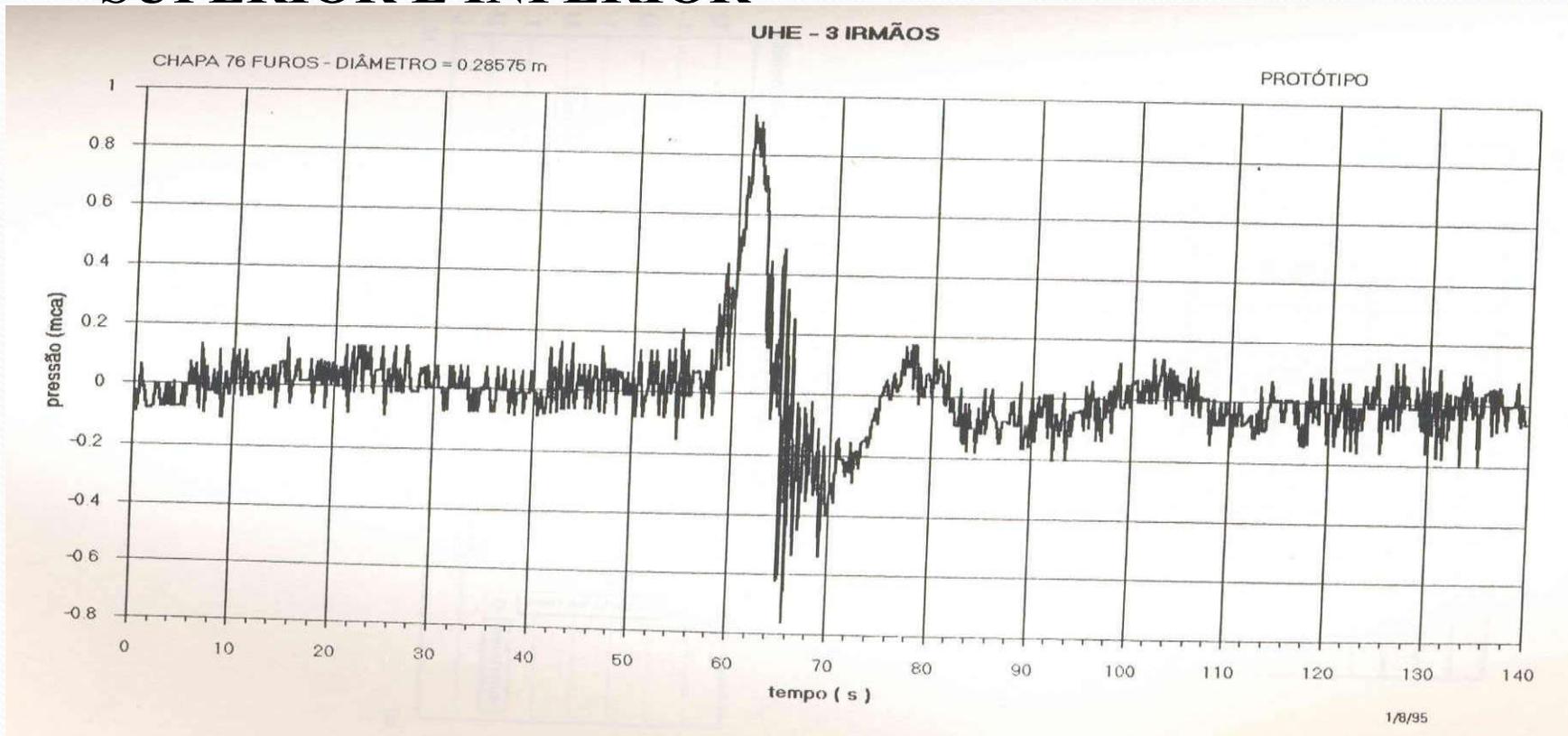
# DIFERENCIAIS DE PRESSÃO ENTRE AS FACES SUPERIOR E INFERIOR



# DIFERENCIAIS DE PRESSÃO ENTRE AS FACES SUPERIOR E INFERIOR



# DIFERENCIAIS DE PRESSÃO ENTRE AS FACES SUPERIOR E INFERIOR



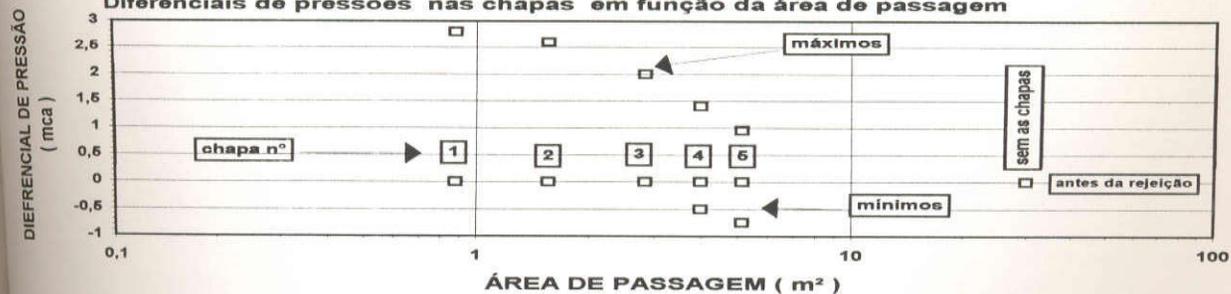
# DIFERENCIAIS DE PRESSÃO ENTRE AS FACES SUPERIOR E INFERIOR

QUADRO RESUMO DOS DIFERENCIAIS DE PRESSÕES NAS CHAPAS

CHAPA	Nº DE FUROS	ÁREA PASSAGEM (PROT.) m <sup>2</sup>	POÇO DA COMPORTA		
			ANTES	DEPOIS	
				m	MÁXIMOS 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.