

C B T N - I P R	NOTA TÉCNICA INTERNA GNA 05/73			Pg. 1 / 27	
PROJETO TRANSF. DE TECNOLOGIA			DATA / /		
<p>TÍTULO: Exploração Preliminar da Subcrítica Capitu com Água Leve.</p> <p>AUTOR: S. Paiano</p> <p>Trabalho Realizado Por: C.A.B.Santoro, M.C.Paiano, M.F.R. Resende, M.P.Fernandes, M.M.Campos, S. Paiano.</p>					
<p>LISTA DE DISTRIBUIÇÃO:</p>	<p>OBJETIVO:</p> <p style="text-align: center;">Instalação e testes de detetores no interior do tanque experimental, aquisição de experiência operacional e testes das diversas funções da mesa de controle.</p> <p>RESUMO E CONCLUSÕES:</p> <p>Esta NT compõe-se de dois relatórios apresentados à Chefia da DPj em seguida à exploração preliminar da Subcrítica Capitu com água leve.</p> <p>Pretendia-se que os testes preliminares incluíssem a determinação de um conjunto de parâmetros do meio subcrítico moderado a água leve, mas isto não foi possível devido ao intervalo de tempo relativamente curto de que dispunhamos para os testes e instalação de detetores no sistema, à geometria altamente desfavorável para água leve (passo 21cm) e às reflexões de neutrons nas paredes do laboratório (o tanque ainda não estava blindado por ocasião dos testes).</p> <p>No relatório de Fase nº 1 descreve-se a configuração do núcleo, a instrumentação existente no interior e no exterior do tanque e os testes realizados, que consistiram de medidas por ativação (com acelerador e fontes Am-Be, alternadamente) medidas com fonte pulsada de neutrons e testes da instrumentação de controle propriamente dita.</p>				
Nº DE CÓPIAS	VISTO	DATA	APROVAÇÃO	VISTO	DATA

C B T N - I P R		NOTA TÉCNICA INTERNA GNA 05/73		Pg. 1 /		
		PROJETO TRANSF. DE TECNOLOGIA		DATA / /		
TÍTULO: (continuação)						
AUTOR:						
LISTA DE DISTRIBUIÇÃO:			OBJETIVO:			
			RESUMO E CONCLUSÕES: No Relatório de Fase nº 2 descreve-se medidas adotadas para eliminar fugas de alta tensão nos conectores instalados nas paredes do tanque e para eliminar ruído de 60 Hz, 350 mV (50 Ω) superposto ao sinal dos detetores. Os desenhos do Apendice I são detalhes mecanicos da montagem dos cabos de alta tensão, instalação de detetores no interior do tanque experimental e um mapa dos 18 conectores coaxiais instalados na parede lateral da coroa do tanque com as respectivas finalidades.			
Nº DE CÓPIAS		VISTO	DATA	APROVAÇÃO	VISTO	DATA

GRUPO DE NEUTRÔNICA ÁGUA

RELATÓRIO DE FASE

EXPLORAÇÃO PRELIMINAR DA SUBCRÍTICA CAPITU COM ÁGUA LEVE

I - RESUMO

Descreve-se configuração inicial da subcrítica, a instrumentação colocada no interior do tanque, os problemas encontrados na fase de testes e resultados de medidas preliminares.

II - OBJETIVOS

A exploração preliminar com água leve tem por finalidade a instalação e testes de detetores no interior do tanque experimental, aquisição de experiência operacional com a subcrítica e teste das diversas funções da mesa.

III - A SITUAÇÃO ATUAL

III - 1 - Combustível- O tanque da subcrítica já recebeu a primeira carga de combustível. O arranjo consta de 61 feixes de 7 varetas de combustível frances, UO_2 (U_{nat}) colocados ao longo de 4 hexágonos regulares concêntricos, definindo um passo (distância de feixe a feixe) de 21cm. Este arranjo é evidentemente desfavorável para água leve, pois o comprimento de difusão de 2.7 cm deste moderador faz com que a interação entre os feixes seja mínima. Entretanto, para água pesada, e com utilização apenas do combustível francês, este arranjo é o que permitirá o maior fator de reprodução (1).

sd

III - 2 - Instrumentação

III - 2.1 - Interior do tanque - A instrumentação no interior do tanque é a seguinte : Medidores de temperatura
Três resistores de platina, resistência nominal de 100Ω a 0°C estão instalados em alturas diferentes e em posições diferentes ao longo da periferia do tanque. Estes detetores serão usados apenas com indicadores de temperatura. A precisão das leituras é de 1°C a 20°C e 2°C a 10°C . A instalação dos mesmos foi feita durante a fase de testes; circuito de conversão de resistência em temperatura pertence ao projeto da mesa de controle.

Detetores de Neutrons - Inicialmente foram instalados no interior do tanque 2 detetores He^3 com 1" comprimento ativo e 5/16" diâmetro. Estes detetores são encapsulados por varetas de aço e pendem da malha do reticulado, tendo a parte sensível colocada a cerca de 50 cm abaixo do nível máximo do moderador. Para levar alta tensão ao interior do tanque, conectores de alta tensão do tipo MHV foram instalados na coroa.

Além destes, um terceiro detetor de He^3 , com 4" de comprimento ativo e 1" diâmetro foi instalado no tanque, no interior de um tubo vazio de Al contendo um lastro de chumbo na sua parte inferior. Para este detetor a alta tensão é levada diretamente para o interior do tanque por um cabo coaxial. O dispositivo de passagem através da parede consta de uma bucha de aço inox com "o-rings", de neoprene e de teflon para provimento da estanqueidade.

Detetor de Nível Máximo - Este detetor consta de duas placas de aço entre as quais circula uma certa corrente quando o nível d'água as atinge. Também foi instalado na fase de testes, mas a parte eletrônica propriamente dita

58

pertence ao projeto da mesa de contrôle.

III - 2.2 - Exterior do tanque

Acelerador - Já se encontra instalado sob o tanque da sub crítica. A surgência atual está aquém dos valores nomina is, por problemas alheios à instalação do aparelho na sub crítica.

Fontes de Neutrons - No momento, dispõe o LN de duas fontes de neutrons de Am-Be com 2 Ci cada.

A utilização de fontes estáticas é altamente de sejável, por razões óbvias, mas a possibilidade de virmos a fazê-lo é questionável. Em conjunto, as duas fontes tem surgência da ordem de 10^7 n/s, contra 10^{10} n/s do acelerador KAMAN.

Sistemas de contagem - Os sistemas de contagem exteriores ao tanque serão baseados em módulos NIM (Ortec) multica nais Packard e Hewlett-Packard para medidas cinéticas. Para medidas por ativação de folhas utilizaremos o " conjunto Phillips " e o sistema francês Adolphe.

Já está entre nós o técnico francês encarregado da montagem daquele sistema.

IV - TESTES REALIZADOS - RESULTADOS

IV - 1 - Simulação de experiência crítica - Normalmente, a multiplicação num arranjo como o nosso pode ser medida ob tendo-se a contagem em função da altura do moderador com e sem combustível no tanque. No nosso caso, a contagem sem combustível não foi feita mas de qualquer maneira, es pera-se observar um aumento geral das taxas de contagem com subida do nível d'água.

sf

Esse aumento das taxas de contagem, que deveria predominar para níveis do moderador de 25 a 75cm, é mascarado, pelo efeito de blindagem da fonte, que ocorre simultaneamente com a subida do nível d'água e faz a taxa de contagem variar em sentido decrescente. Na fig. 1 temos as contagens observadas em 5 minutos em função do nível de água. Estas curvas foram obtidas com os detetores de neutrons térmicos da mesa (1" diâmetro x 20" comprimento ativo He^3 colocados externamente ao tanque. As curvas análogas obtidas com os detetores colocados no interior do tanque não apresentam estatística suficiente para as medidas.

IV - 2 - Medidas por ativação - A viabilidade de utilização das fontes de Am-Be para ativação de folhas está sendo considerada. Na figura 2 temos os fluxos medidos em varias posições ao longo de uma linha vertical. O fluxo obtido na posição de irradiação mais próxima das fontes (30 cm do centro do tanque) é da ordem de $10^3 \text{ n.cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

No caso de água pesada, a situação será certamente mais favorável, mas nada se pode afirmar a priori.

Entretanto, o uso de fontes estáticas não ficará completamente excluído. Elas serão utilizadas para estudos de ruído neutrônico no domínio de tempo e para experimentos de criticalidade.

IV - 3 - Medidas com fonte pulsada de Neutrons - O acelerador foi pulsado com as seguintes características: ΔT (largura de pulso) = 300 μs T (período) = 13 000 ms.

Nêste caso também não foi possível acompanhar o decaimento do fluxo com os detetores internos, de pequenas dimensões por ser muito pobre a estatística de contagem.

Os dois detetores externos apresentaram taxas de contagem bastante altas. A resposta destes detetores representa o decaimento simultaneo do fluxo no interior do

tanque e no laboratório. Vê-se claramente na figura 3 que mesmo após 13 ms os transientes do laboratório ainda não decaíram e que portanto, a blindagem de parafina e cádmio prevista para o tanque é indispensável para medidas com fonte pulsada.

V - OBSERVAÇÕES GERAIS SOBRE O SISTEMA

V - 1 - Sensor de Nível Máximo - Este sensor foi testado repetidamente, e sua performance é excelente. Segundo o projeto /2/ este detetor somente deverá ser acionado em caso de falha do operador, mas seria conveniente dispor de um dispositivo análogo, situado à altura do "nível de trabalho" do moderador, para operações de rotina.

V - 2 - Detetor de fugas - Foi acionado quando da primeira subida do nível d'água por vazamento na válvula pneumática (VP). Seu desempenho também é muito bom, mas seria interessante incluir na mesa um dispositivo de alarme que pudesse ser acionado por bateria, para que o sistema não fique sem proteção em caso de queda de força.

V - 3 - Medidor de Nível - Para um dado nível d'água, se o anel indicador de nível for deslocado de sua posição de equilíbrio, em geral voltará à posição anterior ± 2 mm. Durante o funcionamento da bomba, este indicador acusa um nível superior ao nível do moderador no tanque, devido à perda de carga no tubo d'água entre o dispositivo e o tanque. A leitura de nível requer em todos os casos um pequeno deslocamento manual do anel indicador, pois a subida deste não é perfeitamente contínua.

Para experimentos com $k_{eff} > 0.95$ o funcionamento do medidor deverá ser reexaminado, e a válvula à saída da bomba de D_2O parcialmente fechada, para que a subida do nível do moderador se processe com maior lentidão.

V - 4 - Detetores de neutrons térmicos da mesa - Estes de-
tadores têm funcionado satisfatoriamente. Incorporou-se,
em caráter provisório, dois contadores de impulso aos de-
tadores. Recomenda-se que estes contadores de impulso se-
jam mantidos permanentemente na mesa.

VI - PROBLEMAS GERAIS DURANTE A FASE DE TESTES.

VI - 1 - O funcionamento de dois dos detetores instalados
no interior do tanque (com conector MHV na coroa) tem
sido prejudicado por ruído de aprox. 60 Hz aparentemente
induzido no tanque experimental, e de difícil eliminação.
Os conectores MHV instalados nas paredes do tanque têm a-
presentado problemas de fuga de alta tensão devido à con-
densação de vapor d'água nas paredes internas durante a
noite. O 3º detetor, descrito no item III-2.1 não apre-
senta este problema.

Além disso, nota-se que o funcionamento de quais-
quer aparelhos eletromecânicos (ponte rolante, furadei-
ras, bombas, ar condicionado) no galpão da subcrítica ge-
ra transientes nos sistemas de contagem, que aparentemen-
te entram pela rêde. Os problemas encontrados continuam
sendo objeto de atenção.

VI - 2 - A instalação do acelerador KAMAN no pedestal de
grafita não apresentou maiores problemas, mas não foi pos-
sível avançar com o tubo-canhão do acelerador até a extre-
midade superior da perfuração existente no pedestal. Pa-
ra tanto será necessário providenciar uma extensão do tu-
bo de aceleração (30 cm). Recomenda-se também a eleva-
ção da plataforma onde se apoia a fonte alta tensão do ace-
lerador pois os cabos de alta tensão (200-150-75 Kv) não
têm folga no seu comprimento, forçando os conectores.

SP

VII - CONCLUSÃO

A fase de exploração preliminar não pode ser considerada concluída no momento.. Espera-se que até 28/07 os principais problemas expostos no item VI sejam resolvidos.

VII - REFERÊNCIAS

/1/ Leonardo M. V. Ribeiro " O Projeto Neutrônico da Subcrítica Capitu "

/2/ J. M. Gomes, informações particulares.

IX - PARTICIPANTES

Todo o pessoal de nível superior do G.N.A.

Slavina^{u2}
19/7/83

vpbt.-

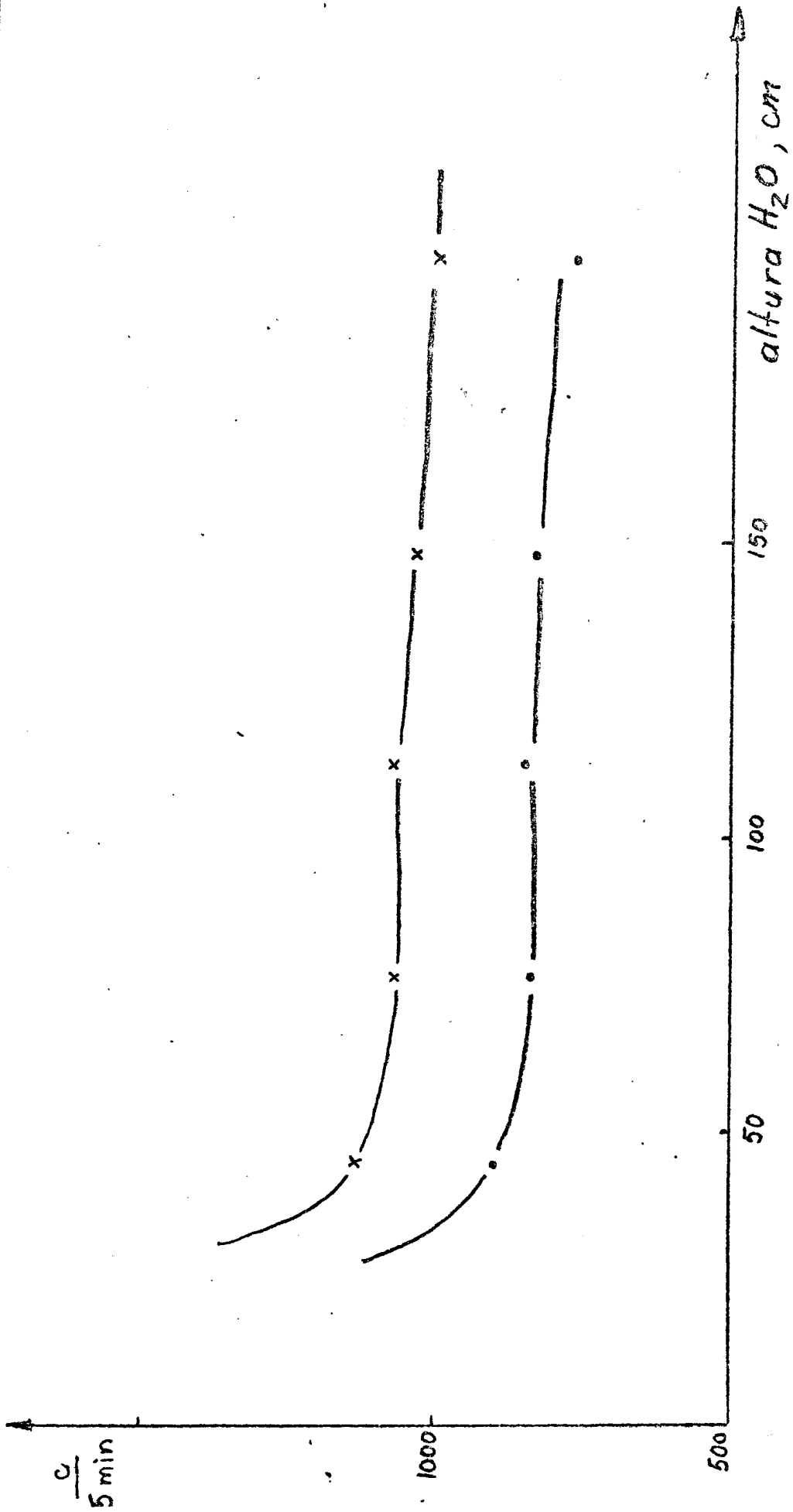


Figura 1- Contagem em função do nível de água para detectores de He³ externos ao tanque.

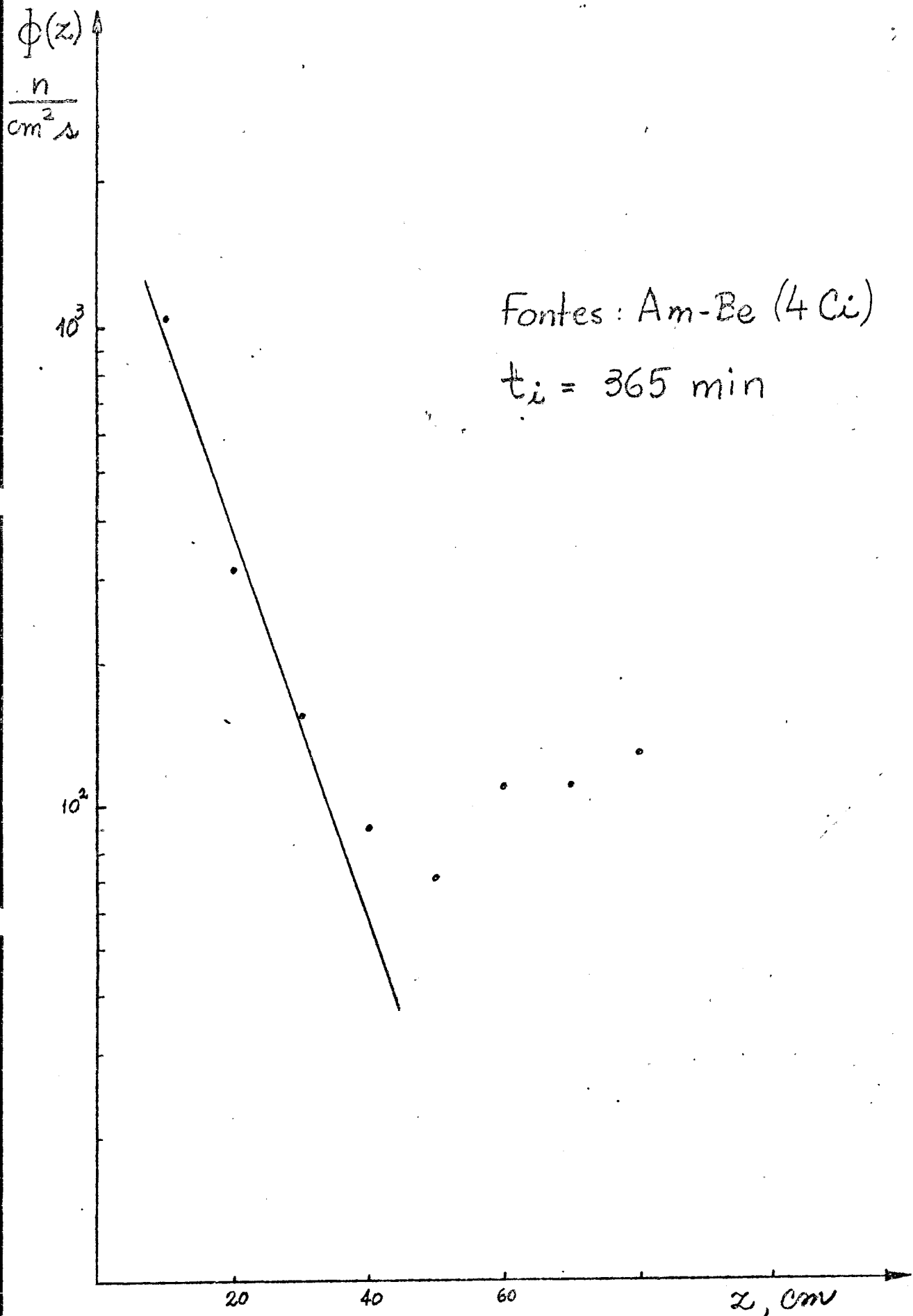


Figura 2: Distribuição axial do fluxo, irradiação de folhas de Mangarês.

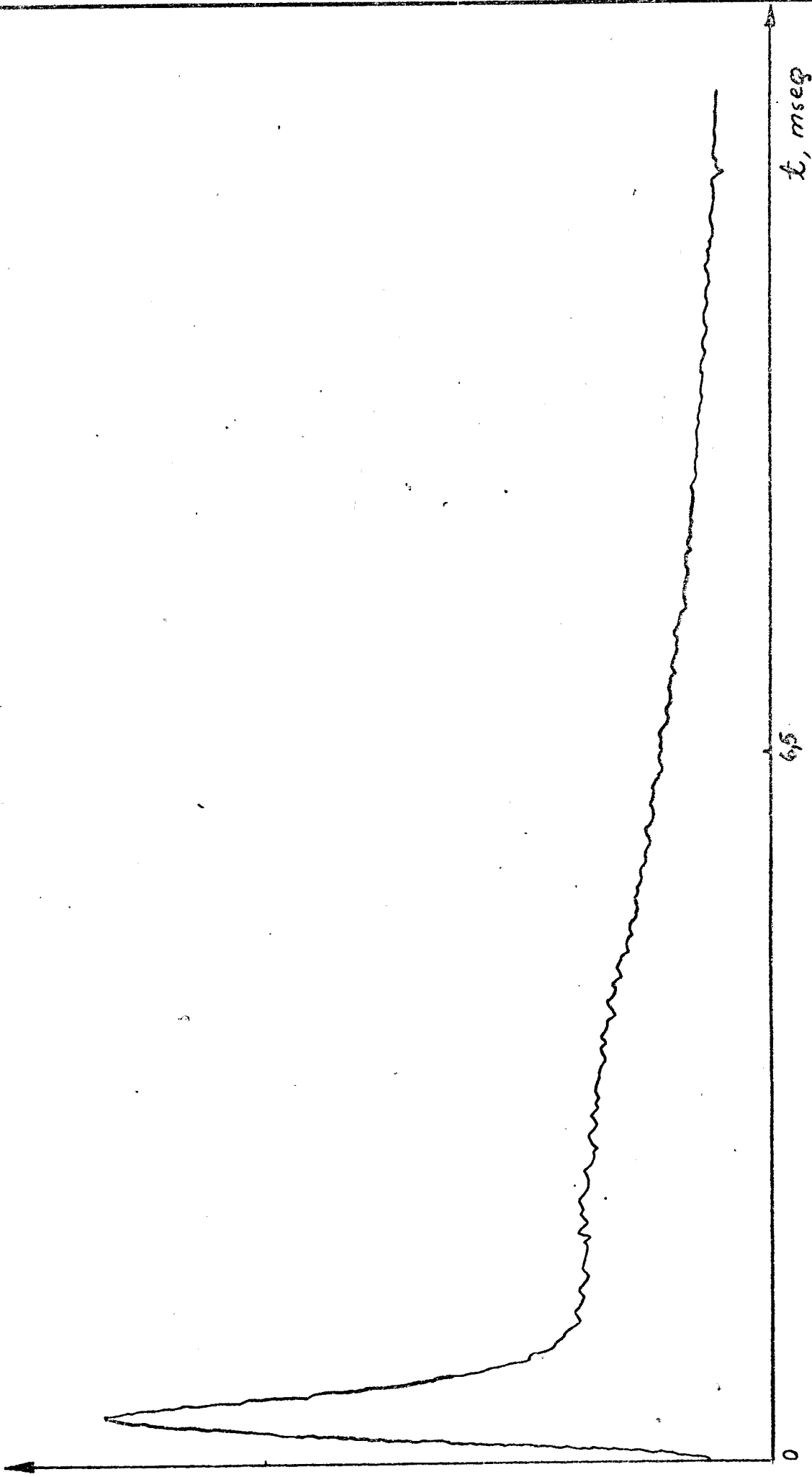


Figura 3. Resposta de detector externo ao tanque a um pulso de neutrons de 300 μ seg.

GNA Nº 39/73

RELATÓRIO DE FASE

TESTES PRELIMINARES COM ÁGUA LEVE NA SUBCRÍTICA CAPITU.

I - RESUMO:

Descreve-se as providências tomadas para contornar dificuldades mencionadas no relatório anterior e resultados de novas irradiações.

II - OBJETIVOS:

A finalidade dos testes já foi descrita anteriormente. As dificuldades apontadas no relatório anterior são:

- 1) fugas de alta tensão internamente ao tanque nos conectores SHV ali colocados para instalação de detetores
- 2) ruído eletrônico de 60 Hz perturbando as medidas
- 3) pequena eficiência de dois dos detetores instalados.

III - SOLUÇÕES ADOTADAS:

Os problemas 1) e 2) mencionados no item II deste relatório foram solucionados substituindo-se os conectores SHV por cabos coaxiais modificados, que atravessam o tanque, indo diretamente aos detetores. Na parede do tanque uma bucha de aço inox provida de "O-Ring" garante a estanqueidade externamente ao cabo. A superfície externa destes cabos, normalmente de borracha, foi

substituída por tubo de teflon. Na zona de passagem da parede do tanque foi necessário revestir interna e externamente a malha de (cobre blindagem do cabo coaxial) com fita de teflon.

Este sistema provou ser estanque para pressões bem mais severas que as das condições de uso.

A eliminação do ruído de 60 Hz requereu providência adicional. Os detetores de neutrons são colocados no interior de tubos de alumínio que têm a parte inferior selada e pendem da malha do reticulado. A suspensão destes tubos é de teflon, o que garante o isolamento elétrico em relação à massa metálica do tanque. O ruído eletrônico nestas condições é da ordem de 50 mV. e pode ser considerado pequeno face à amplitude dos pulsos do pré-amplificador (≥ 600 mV).

Os dois detetores He-3 de pequenas dimensões foram substituídos por outros de maior eficiência, que serão descritos noutra local.

IV - NOVAS IRRADIAÇÕES:

IV. 1 - Novas irradiações foram feitas em regime pulsado (duty cycle $\approx 5\%$) e em regime semi-contínuo (duty cycle $\approx 50\%$). Os resultados destas irradiações podem ser vistos nas figuras 1 e 2 anexas.

No caso pulsado, verificou-se que a intensidade de fonte disponível é satisfatória para medidas não estacionárias.

No caso contínuo comprovou-se que o acelerador é superior, como fonte de neutrons situada no pedestal de grafita, às duas fontes de Am-Be de 2 Ci cada, colocadas internamente ao tanque, no centro da base.

IV. 2 - Uma terceira irradiação foi feita com o objetivo de estudar as intensidades de neutrons disponíveis nas faces laterais do pedestal de grafita do acelerador. Os resultados preliminares indicam que as

faces laterais do pedestal poderiam ser utilizadas para a condução de certos experimentos (simultaneamente com a operação da subcrítica) se fossem providenciadas blindagens adequadas. A figura 3) mostra o pulso de neutrons medido numa das faces do pedestal de grafita. As condições de irradiação estão indicadas na própria figura 3.

V - OBSERVAÇÕES SOBRE O SISTEMA:

De modo geral confirmam-se as observações feitas no relatório anterior. Em relação ao medidor de nível, adiciona-se a informação de que o mesmo somente pode ser utilizado em regime estático. A fig. 4 mostra a variação do nível d'água em função do tempo, partindo-se do tanque no seu nível máximo. Nota-se um forte transiente na indicação do nível instantes após a abertura da válvula principal. Este transiente é ocasionado pela perda de carga na base do tubo do medidor de nível, que está ligado na canalização de escoamento do fluído.

VI - OBSERVAÇÕES FINAIS - CONCLUSÕES:

VI . 1 - Os testes preliminares permitiram instalar detetores de neutrons tipo contador proporcional no tanque da subcrítica em condições compatíveis com a preservação da concentração molecular da água pesada. Para isto, foi necessário colocar no tanque, dois tubos de alumínio comercial. Este material, tendo permanecido no tanque cerca de 20 dias até o momento, submerso em água ou no ar com 100% de umidade relativa, não apresentou sinais visíveis de corrosão. Entretanto, estamos nos preparando para substituí-lo por aço inoxidável, se isto for considerado necessário. A solução adotada em relação ao problema de fuga de alta tensão não é considerada definitiva.

No futuro, dever-se-á instalar nas perfurações do tanque conectores adequados para as condições de trabalho ali existentes. Deve-se notar que, embora constituam perturbações importantes no meio multiplicador, os contadores proporcionais são necessários, pois os fluxos de que dispomos são muito baixos para permitirem a realização de uma gama ampla de experimentos baseados apenas em medidas por ativação.

VI. 2 - Também foi possível comparar o fluxo de neutrons fornecidos pelo acelerador, com seu alvo colocado sob o pedestal de grafita, com o fluxo fornecido por duas fontes estáticas de 2 Ci de Am-Be colocadas no interior do tanque e utilizar a título de teste o sistema de Contagens Adolphe, adquirido do CEA principalmente para utilização com a Subcrítica.

VII - PESSOAL PARTICIPANTE (principal)

Nível Superior	-	C. A. B. Santoro
"	"	- M. C. Paiano
"	"	- M. F. Ribeiro
"	"	- M. M. Campos
"	"	- S. Paiano

Nível Técnico - M. P. Fernandes



Belo Horizonte, 6 de agosto de 1973.

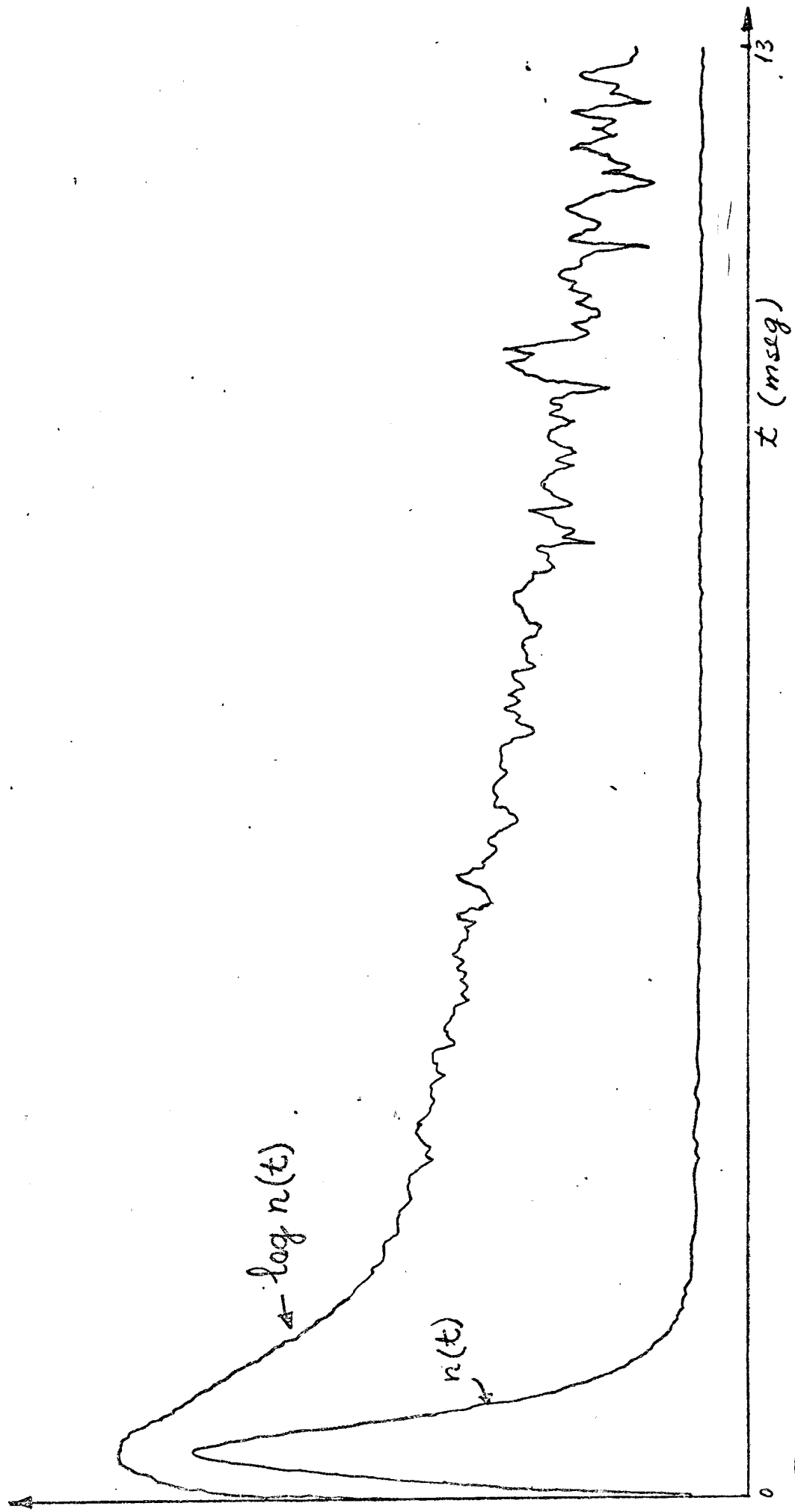


Figura 1. Pulso de neutrons, detector no interior do tanque a 20 cm da base.

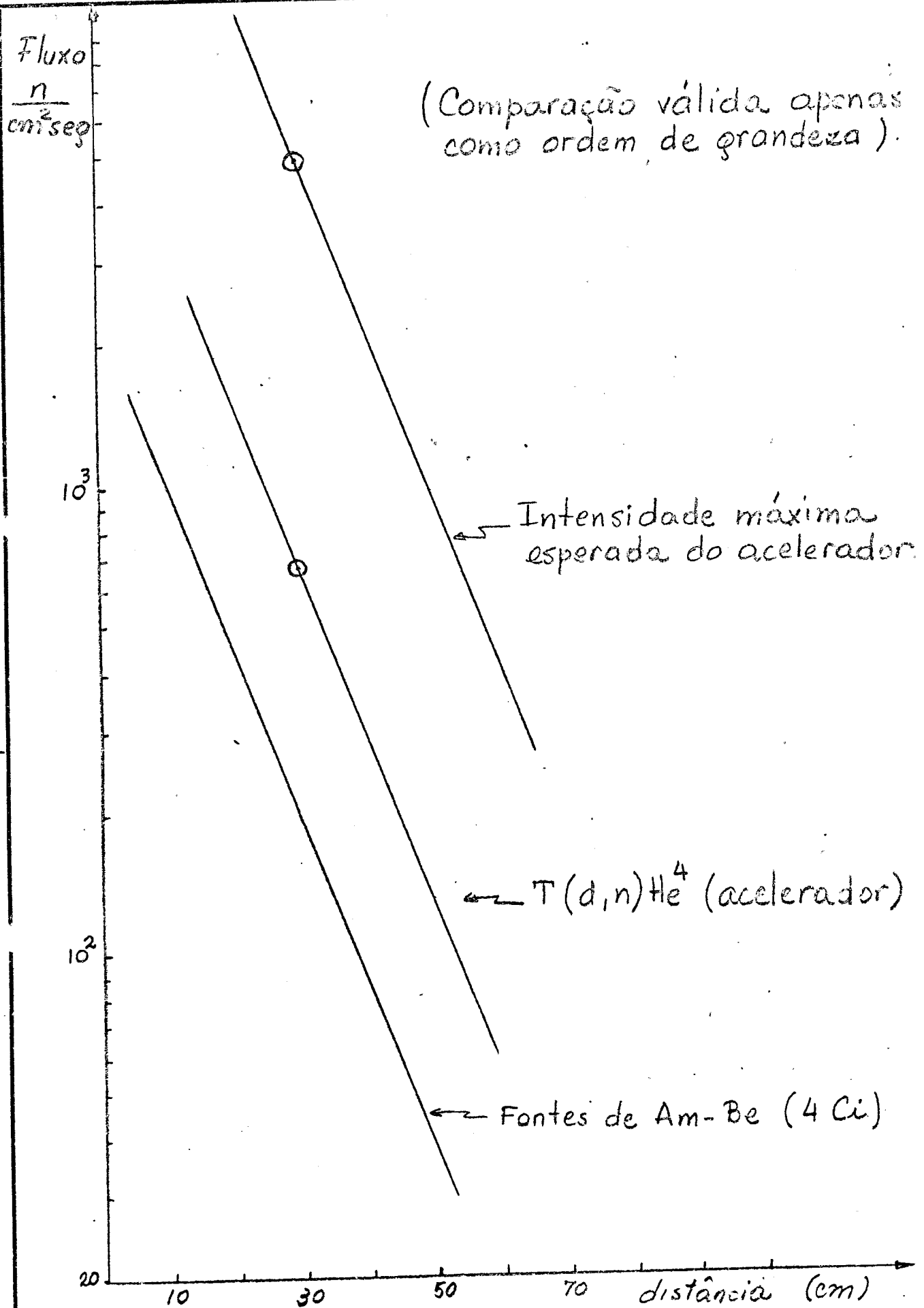


Figura 2.. Medidas por Ativação de Folhas de Mangonês.

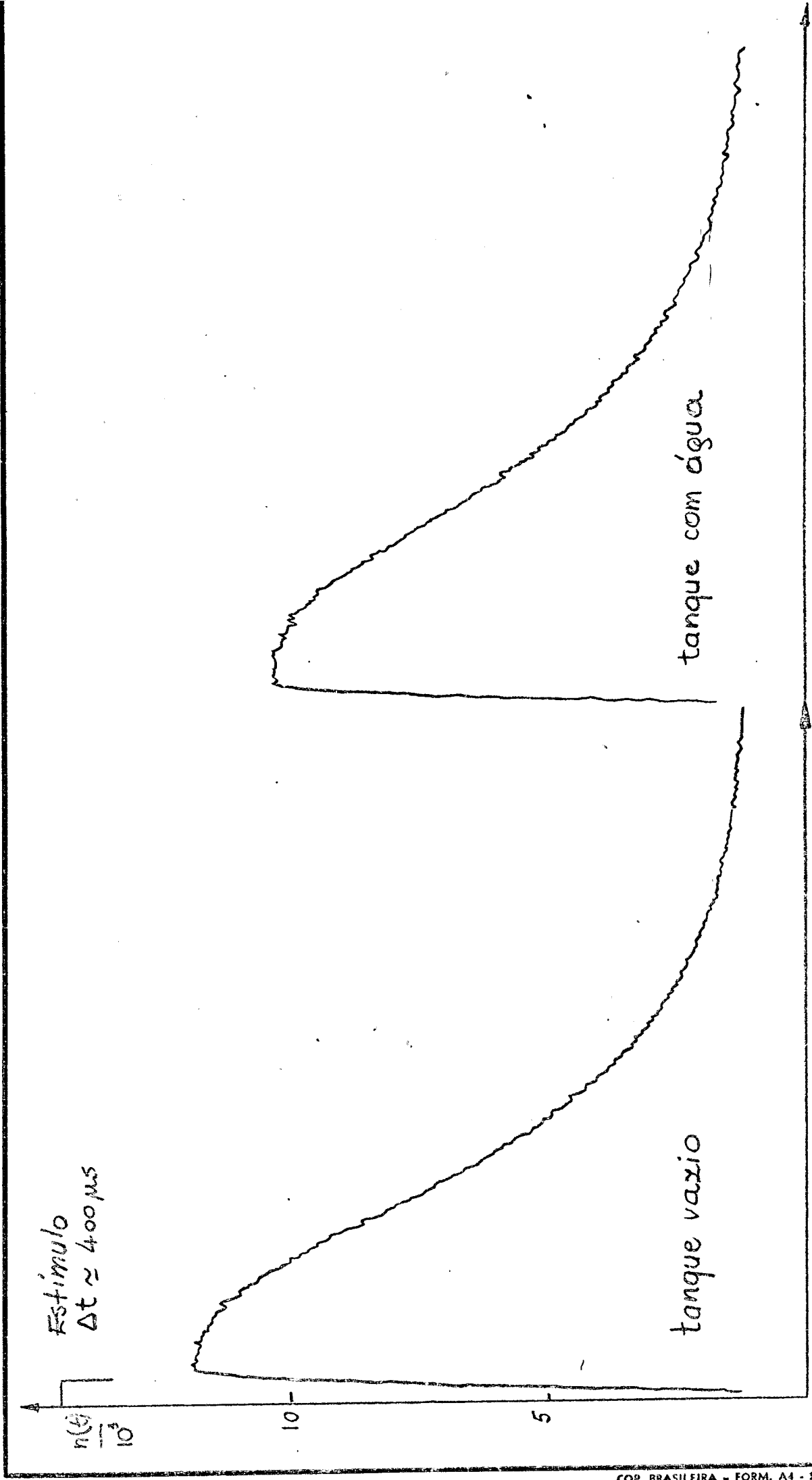


Figura 3. Pulso de neutrons na superfície lateral do pedestal de cerâmica.

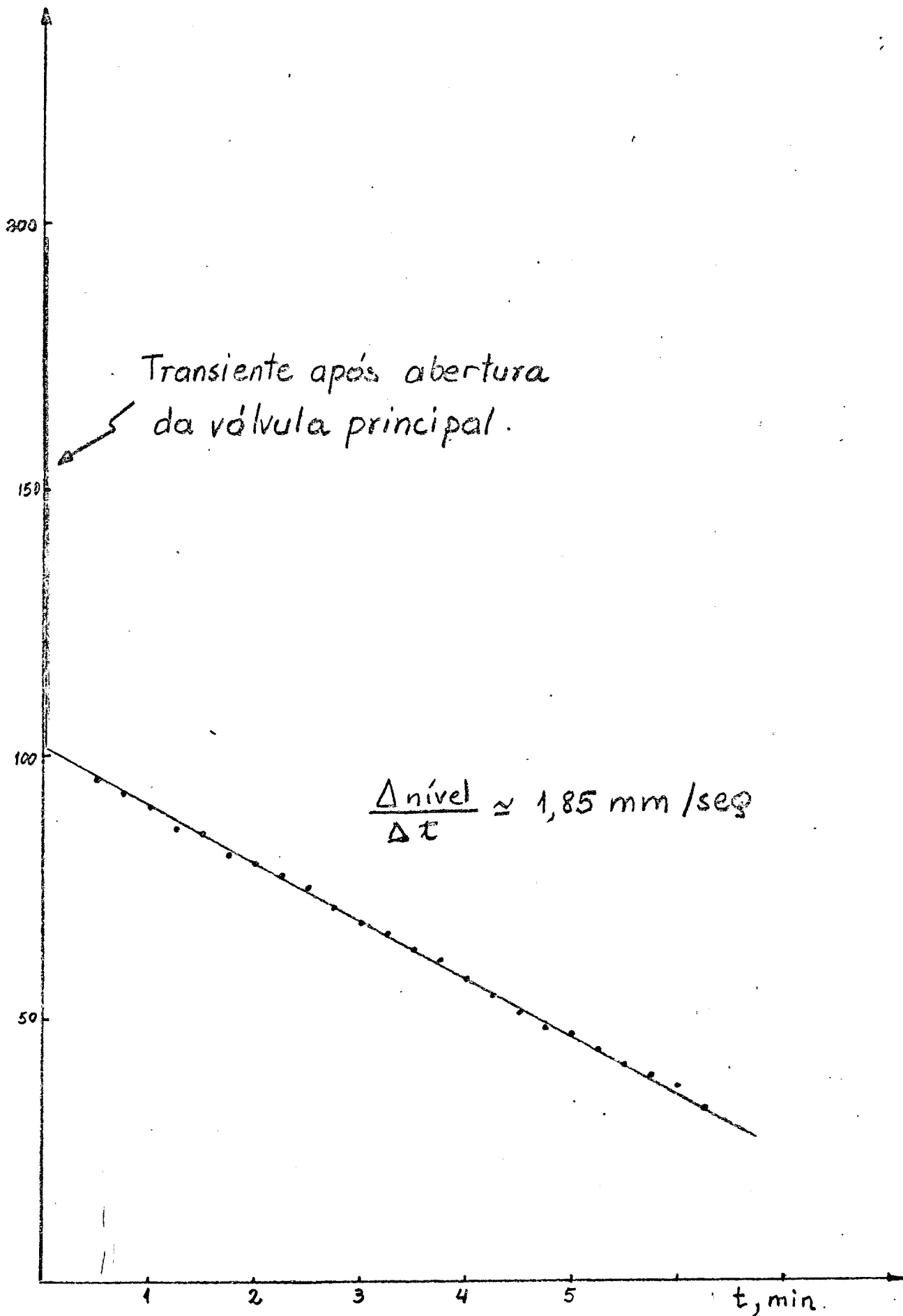


Figura 4. Indicação do medidor de nível a partir da abertura da válvula pneumática.

A P E N D I C E I

Neste apêndice à NT-INT. GNA 05/73, são dados detalhes mecânicos da montagem dos detectores nucleares no tanque da Subcrítica Capitu.

As figuras A.1, A.2, A.3 mostram detalhes da montagem dos cabos de alta tensão, com ênfase na penetração dos mesmos no tanque experimental e cuidados tomados para garantir a estanqueidade.

As figuras A.4 e A.5 mostram detalhes da instalação dos detectores no interior do tanque.

A figura A.6 descreve a situação atual de cada uma das 18 perfurações executadas na parede da coroa do tanque experimental.

PAREDE DO T.E

PARA O PRE-AMP.

ACOPLAMENTO SUPORTE

CONJUNTO DE VEDAÇÃO

CABO DE ALTA TENSÃO

PARA O DETETOR

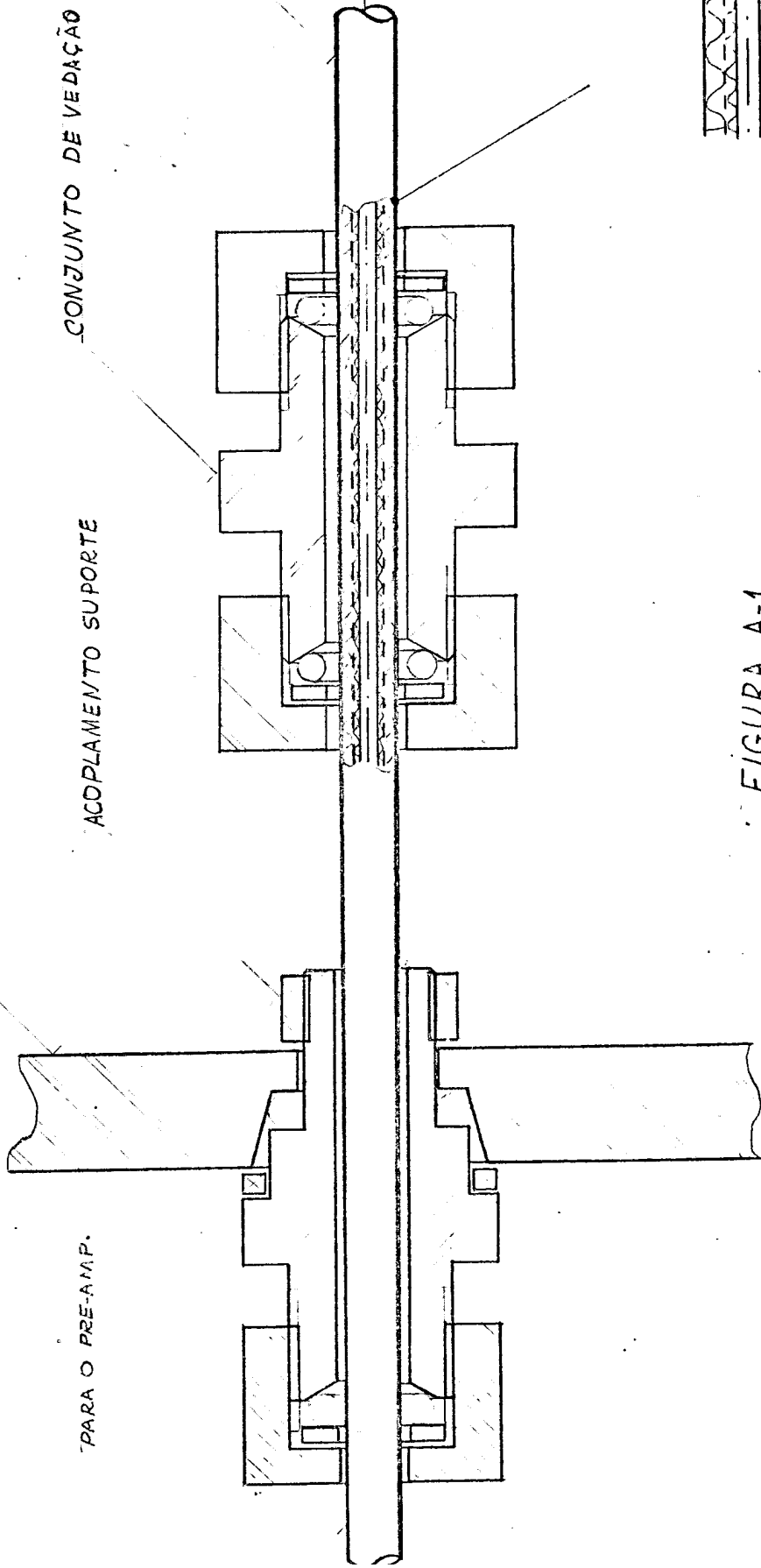


FIGURA A-1

DETALHES DA MONTAGEM

DOS CABOS DE ALTA TENSÃO.

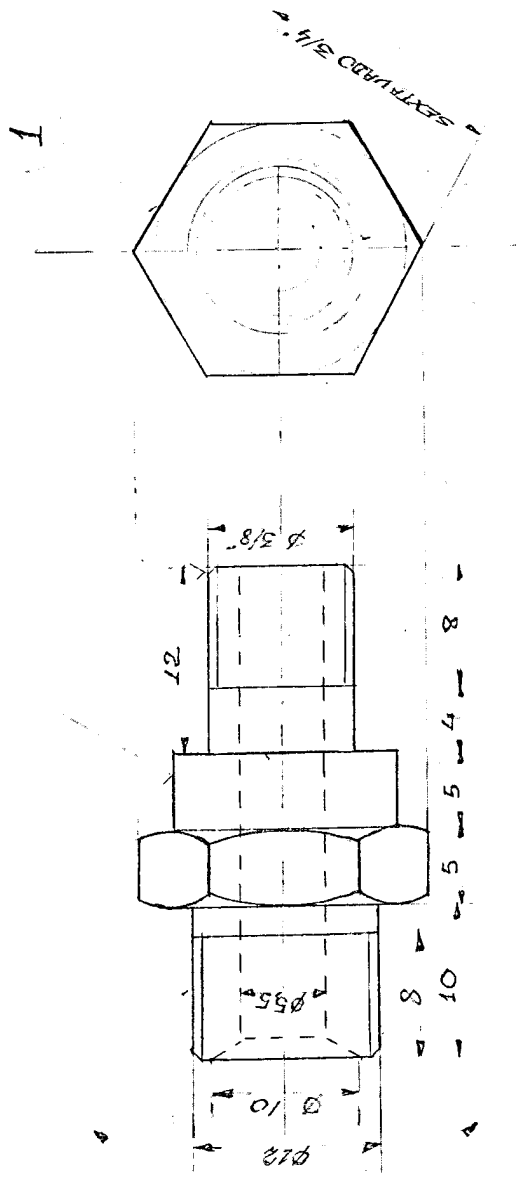
CAPITULO

- FITA DE TEFLON
- BLINDAGEM MAGNETICA
- CABO CENTRAL E REVESTIMENTO

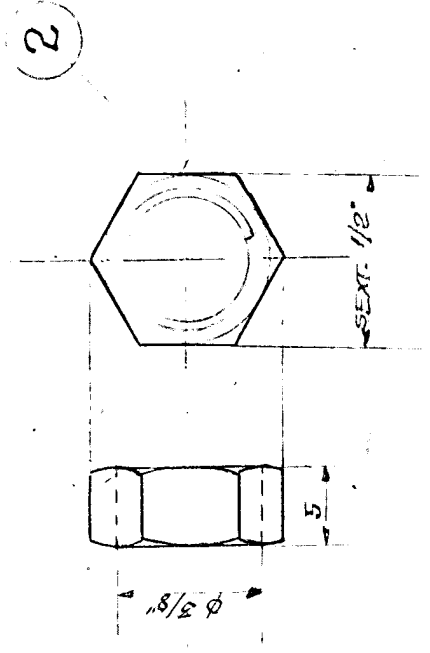
Handwritten signature and date: *13/02/73*

ROSCA MÉTRICA P=0,8

Ø 14,5



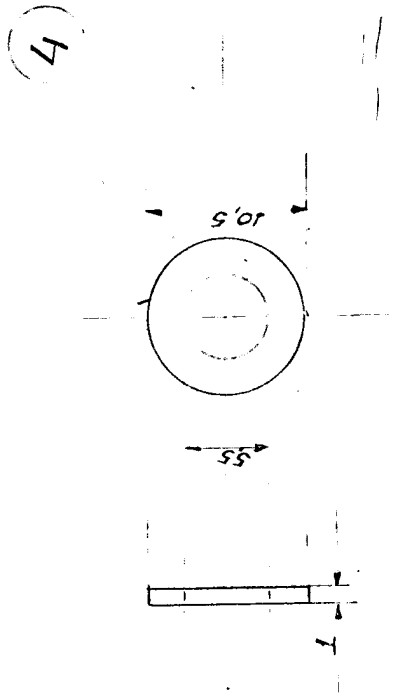
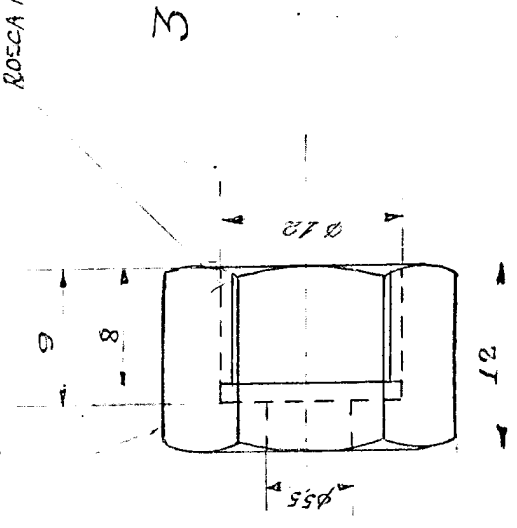
ROSCA MÉTRICA P=0,8



SERRAVALDO DE 3/4"

OBS: 3 PEÇAS DE CADA

ROSCA MÉTRICA P=0,8



Handwritten signature and date: 6/10/13

PEÇAS 1, 2 E 4 - MATERIAL - AÇO INOX

PEÇA 3 - MATERIAL - LATÃO

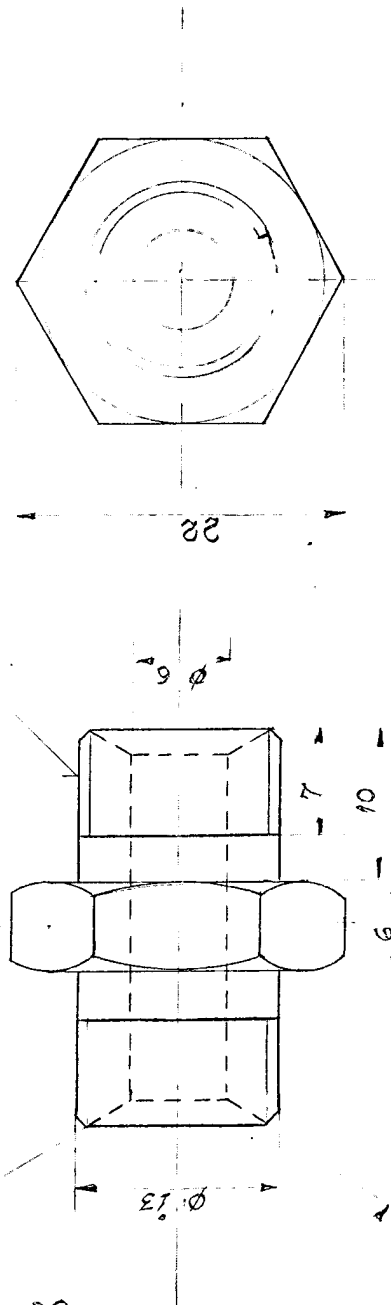
ESCALA - 2:1

FIGURA A-2

ACOPLAMENTO SUPORTE P/OCAB

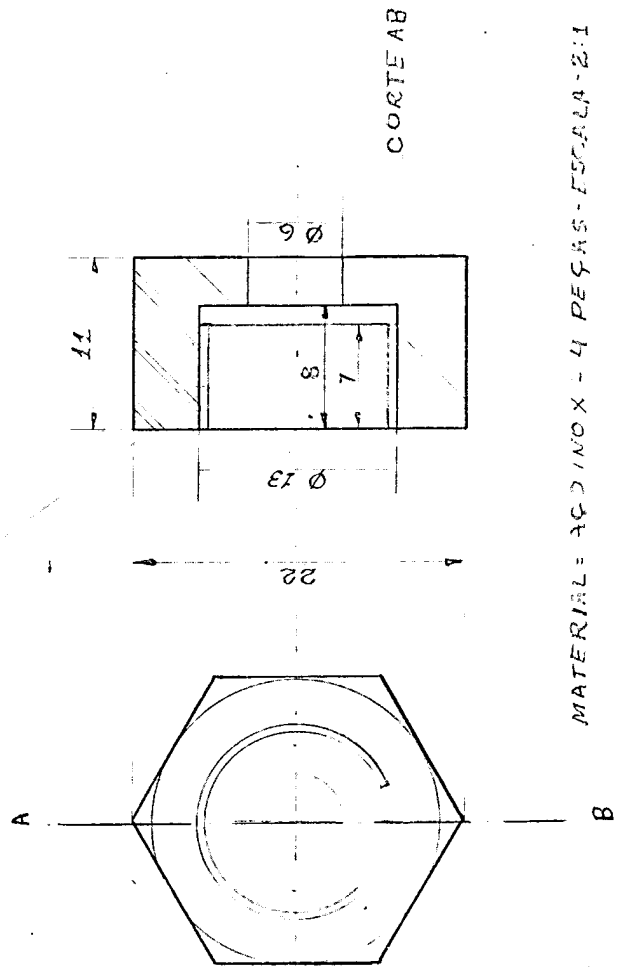
DO DETETOR

ROSCA = 20 FIOS P/ POLEGADA

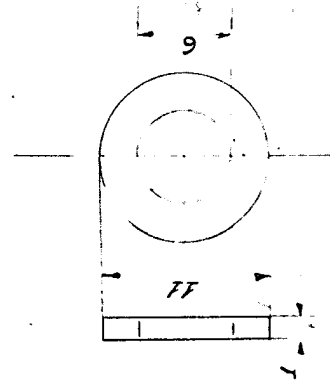


MATERIAL - AÇO INOX - 2 PEÇAS - ESCALA 2:1

ROSCA = 20 FIOS P/ POLEGADA



MATERIAL = AÇO INOX - 4 PEÇAS - ESCALA 2:1



MATERIAL - AÇO INOX - 4 PEÇAS - ESCALA 2:1

FIGURA A-3

CONJUNTO PI VEDAÇÃO DO CABO DO DETECTOR CAPITU

Handwritten signature
06/02/73

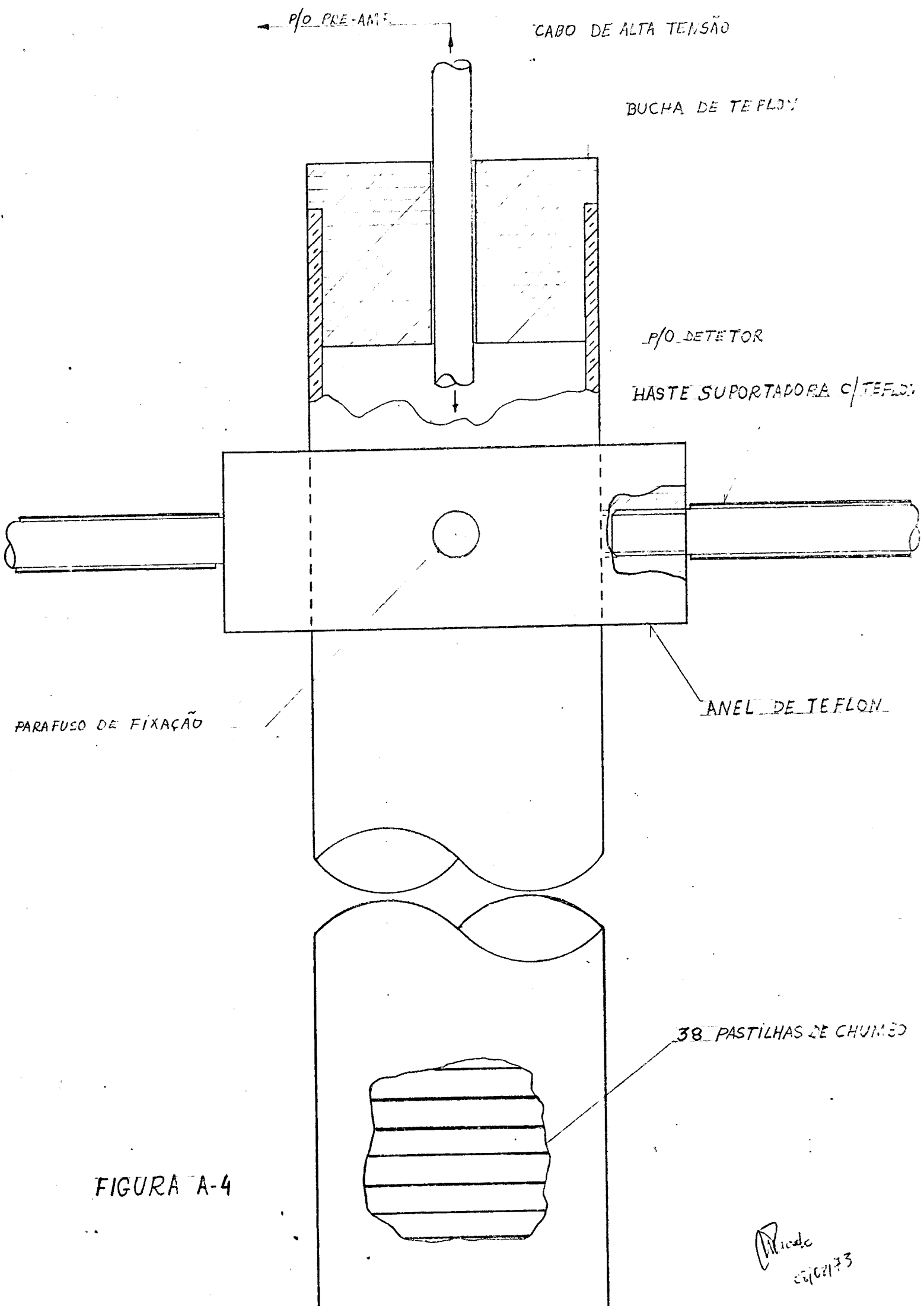
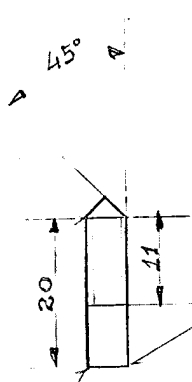


FIGURA A-4

M. de
 04/01/73

ROSCA $\phi 5\text{mm}$



ALUMINIO - $\phi 5$

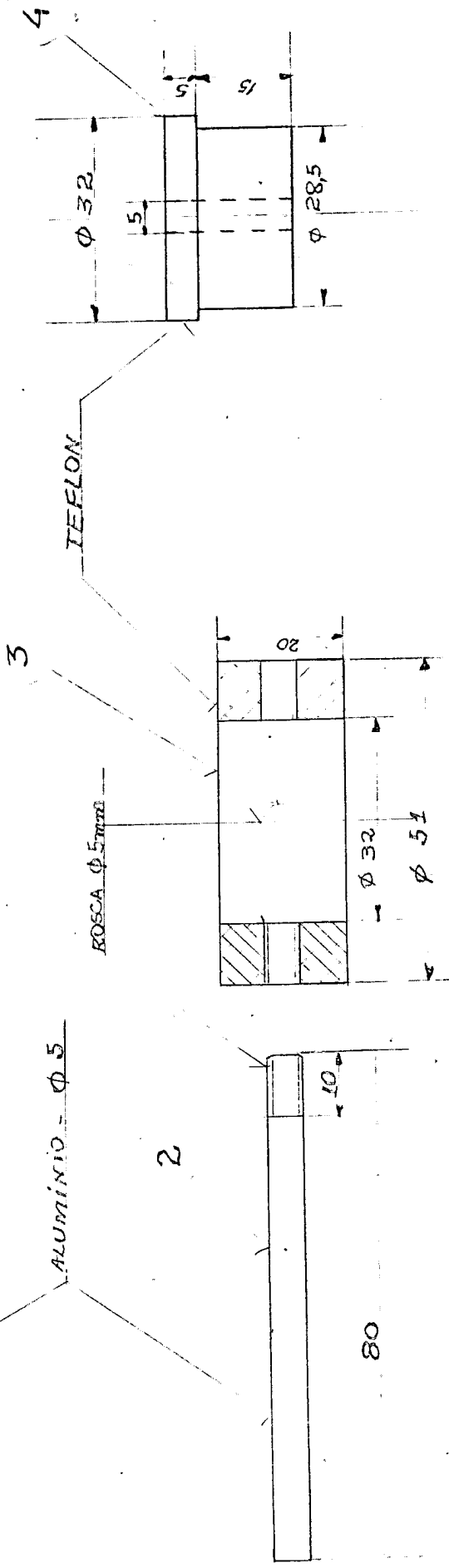


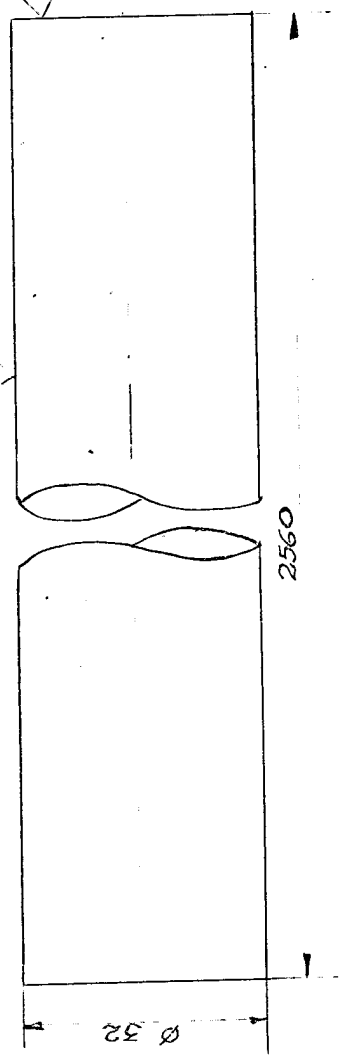
FIGURA A-5

TUBO C/ SUPORTE P/O DETEIOR

PEÇAS 1 e 2 - 6 DE CADA

PEÇAS 3, 4 e 5 - 5 DE CADA

EXTREMIDADE SOLCADA
TUBO DE ALUMINIO



Handwritten signature and date: 02/10/2012

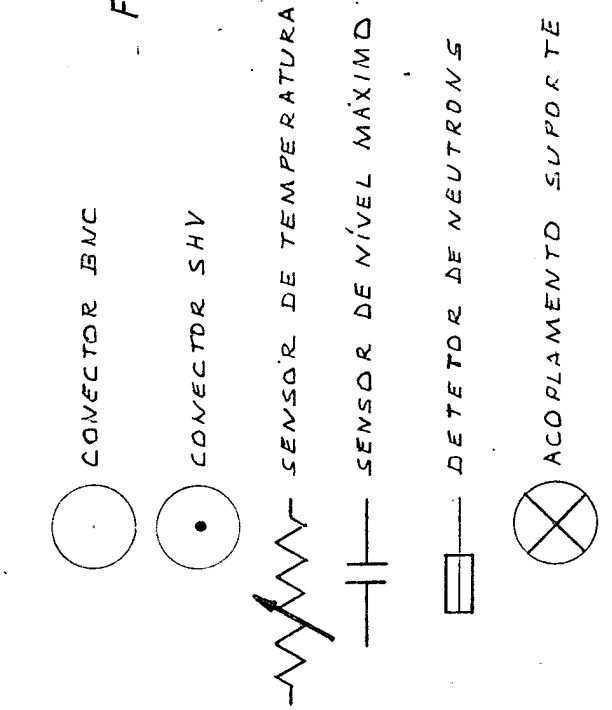
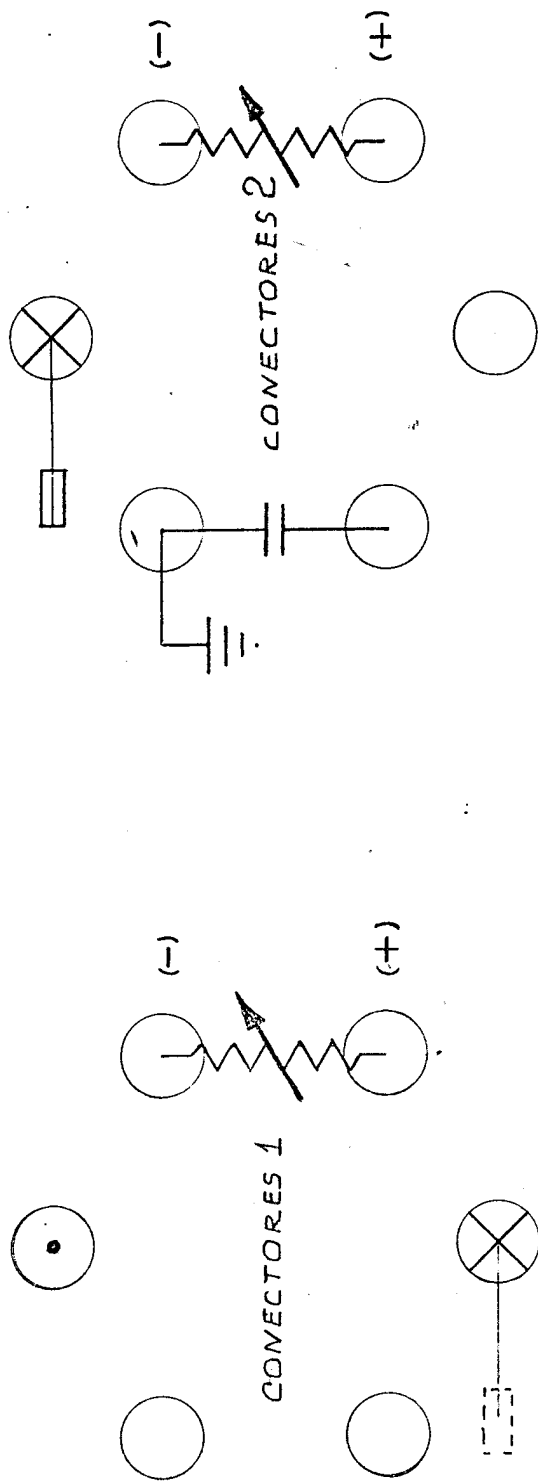


FIGURA A-6

23/11/80
López M