

DETR.PD-072/79

TITULO
 VERIFICAÇÃO DA LINEARIDADE DOS CANAIS DE POTÊNCIA
 DO REATOR TRIGA MARK I DO CDTN

NOTAS CORRELATAS
 PAR/GNA 012/76

OBJETIVO
 Verificar em cada canal de potência do Reator TRIGA MARK I, a linearidade de sua resposta.

LISTA DE DISTRIBUIÇÃO

SUPED	*	(1)
ASPC.PD	*	(1)
DETR.PD		(2)
AUTORES		(2)
SEDOE.PD		(1)
LABFRE.PD		(2)
DITES.PD		(1)
DEAT.PD		(1)
LABRE.PD		(1)

RESUMO E CONCLUSÕES

As respostas dos três canais registradores de potência do TRIGA foram comparados à resposta de de tetores independentes da instrumentação normal do Reator, em todo o "range" de potência.

O canal Linear responde linearmente em toda faixa de potência, enquanto os canais LOG N e "Percent Power" só apresentam linearidade até 50 kW. Verificou-se ainda grande discrepância entre as leituras dos 3 canais.

Algumas sugestões são dadas no trabalho.

* Apenas folha de rosto

ÍNDICE

1.	Introdução	2/37
2.	Procedimento Experimental	2/37
3.	Processamento de Dados	4/37
4.	Resultados	5/37
5.	Conclusões	9/37
	Referências	11/37
	Tabelas de 1 a 4	12/37
	Figuras de 1 a 22	16/37



mab

Nº. CÓPIAS
 12

AUTOR (ES)	VISTO	DATA	APROVAÇÃO	VISTO	DATA
Rose M.P.G.Souza	<i>Rose M.P.G.Souza</i>	10/12/80	CHEFE DO LAB. OU GRUPO	<i>[Signature]</i>	12/12/80
João B.S.M.Pombo	<i>João B.S.M.Pombo</i>	10.12.80	CHEFE DA DIVISÃO	<i>[Signature]</i>	12/12/80

CLASSIFICAÇÃO

TAREFA: 11.26

VERIFICAÇÃO DA LINEARIDADE DOS CANAIS DE POTÊNCIA
DO REATOR TRIGA MARK I DO CDTN

1. INTRODUÇÃO

Durante os testes de partida do TRIGA, após a colocação do tanque de alumínio no poço, foi detetada uma falta de linearidade na leitura dos canais de potência, para potências acima de 60 kW [1].

A fim de se verificar a existência desta falta de linearidade e tentar determinar as possíveis causas foram realizadas várias séries de medidas que são aqui relatadas.

As respostas dos canais Linear, LOG N e "Percent Power" foram comparadas às respostas de diversos detetores independentes da instrumentação do Reator. Nada foi verificado em relação ao canal de partida que opera somente na região de subcriticalidade e estágios iniciais de criticalidade e cuja faixa de resposta é coberta também pelo canal Linear.

Tomou-se a indicação do canal Linear como referência de potência, conforme recomendado em [1].

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

2.1 Detetores Utilizados

Supondo que as respostas das câmaras de ionização compensada e não compensada que estão ligadas aos canais Linear, LOG N e "Percent Power", respectivamente possam ser influenciadas pelos movimentos das barras de controle "shim" e reguladora, utilizou-se nos experimentos detetores cujas respostas dependessem somente do fluxo global de nêutrons.

Estes detetores foram:

- 1) Detetores de ativação, os quais foram colocados na mesa

giratória, conforme mostrado na Figura 1 e irradiados nas potências desejadas.

Devido a alta secção de choque de absorção do ouro, ele foi utilizado nas irradiações a baixas potências. Na faixa de altas potências utilizou-se discos de cobalto.

2) Concomitantemente com as irradiações dos detetores de cobalto (a altas potências) foi utilizada uma câmara de fissão que foi colocada dentro de um tubo seco encostado na parede do poço do reator e deixada a 3 metros do fundo do tanque (Figura 2).

Esta posição axial da câmara de fissão foi escolhida por - que neste ponto as taxas de contagem são suficientemente baixas e portanto pequenas as perdas devido ao tempo de resolução do sistema de contagens.

2.2 Medidas

Sendo o canal Linear o que fornece leituras mais precisas foi tomado como referência para fixação da potência desejada e então feitas as leituras das potências nos canais LOG N e "Percent Power".

O canal LOG N fornece leituras bastante imprecisas, pois sua principal função é possibilitar a avaliação rápida do valor e da evolução da potência. Quanto ao canal "Percent Power", ele só começa responder na faixa de potências altas, ou seja, na região de kW.

As amostras de ouro foram colocadas, uma de cada vez, na mesa giratória (Figura 1) e irradiadas em potências de 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 e 1,0 kW durante 10 minutos.

O mesmo procedimento foi seguido com as amostras de cobalto e neste caso foram realizadas duas séries de medidas em dias diferentes. Na primeira série irradiou-se somente à potências de 20, 40, 60, 80 e 100 kW e na segunda detalhou-se mais, irradiando-as em potências de 10, 20, 30, ... e 100 kW.

Em ambas as séries de medidas com cobalto foram feitas contagens simultâneas com a câmara de fissão.

: : : 1 475

Levantou-se o espectro de OURO-198 e do COBALTO-60, através do cristal de NaI (Tl), 3" x 3", acoplado a um analisador de pulsos mono-canal Hewlett Packard. A posição axial utilizada, para colocação das amostras foi a 3 cm do detetor. Foram escolhidos valores de alta tensão apropriados para deslocar os picos de absorção total do ouro e do cobalto para o fim da escala do mono-canal (1225 V e 1050 V, respectivamente).

Os valores de $E_{\text{mín}}$ e $E_{\text{máx}}$, ou seja, os limites dos picos, foram então determinados como mostram as Figuras 3 e 4. No caso do cobalto considerou-se as contagens nos dois picos com os limites mostrados na Figura 4.

Para cada disco foram feitas 10 medidas, integrando-se as contagens no intervalo escolhido, acumulando em cada uma 10^5 contagens. Após o término de cada medida tirava-se e recolocava-se a amostra no arranjo experimental aleatoriamente para verificar-se a reprodutibilidade das contagens.

3. PROCESSAMENTO DOS DADOS

A análise dos dados para os discos de ouro e cobalto obedecem à seguinte seqüência:

Das taxas de contagem das amostras corrigidas pelas perdas devidas ao tempo de resolução do cristal acoplado ao sistema de contagem ($\tau = 8,5 \mu\text{s}$, conforme [2]), foram subtraídas as taxas de contagem de "background" e os valores resultantes referidos ao instante final das irradiações.

A contagem específica corrigida pelo fator de "self-shielding" [3] é dado por:

$$C E = \frac{N}{G(\tau)m}$$

onde:

- N = taxa de contagem corrigida
- G(τ) = fator de "self-shielding"
- m = massa do disco

1 476

O desvio é dado por:

$$\sigma_{CE} = CE \sqrt{\left(\frac{\sigma_N}{N}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_m}{m}\right)^2}$$

onde o desvio na massa foi estimado em 0,05 mg.

4. RESULTADOS

Neste item são apresentados os resultados obtidos nas medições à baixa potência com discos de ouro e as duas séries de medições à alta potência realizadas com discos de cobalto (Tabelas 1, 2 e 3).

Devido aos pequenos desvios dos resultados, os pontos traçados nos gráficos os englobam.

As retas traçadas nas Figuras foram obtidas do ajuste, por mínimos quadrados, dos pontos experimentais.

4.1 Medidas à Baixa Potência - Discos de Ouro-198

Na Tabela 1 são apresentados os resultados destas irradiações.

Na Figura 5 estão representados os valores das contagens específicas dos discos de ouro em função da potência registrada no canal Linear. Esta figura mostra o comportamento linear da resposta deste canal na faixa de baixas potências. Nota-se que a reta obtida pelo ajuste dos pontos não passa pela origem.

O comportamento da contagem específica em função da potência lida no canal LOG N é mostrado na Figura 6. Em potências baixas o registrador do canal LOG N responde linearmente à potência. Neste gráfico a reta ajustada também não passa pela origem.

4.2 Medidas a Alta Potência

4.2.1 Discos de Cobalto-60 (Irradiados em 26/02/80)

... 1 477

Os dados numéricos deste experimento estão na Tabela 2.

Na Figura 7 tem-se contagem específica em função da potência registrada no canal Linear. Os pontos estão alinhados e a reta ajustada se afasta ligeiramente da origem.

Os valores da Figura 8, contagem específica versus potência no canal LOG N, não apresentam linearidade, mas mesmo assim foi feito ajuste por mínimos quadrados com todos os pontos.

Pela observação desta figura, e da Tabela 2 verifica-se que na passagem de 40 para 60 kW (no canal Linear tomado como referência) a leitura de potência no LOG N variou somente de 40 a 45 kW. Este efeito foi provavelmente causado pela inserção da barra reguladora que está mais próxima ao detetor do canal LOG N (Figura 1).

A Figura 9 mostra a contagem específica em função da potência no canal "Percent Power". Os pontos parecem não alinhados e a reta ajustada, com todos os pontos, não passa pela origem.

Na Figura 10 tem-se a taxa de contagem da câmara de fissão em função das potências registradas nos canais Linear, Log N e "Percent Power".

Os comportamentos destas curvas são semelhantes aos já descritos das contagens específicas em função dos respectivos canais de potência.

A Figura 11 mostra estarem alinhados os valores da taxa de contagem da câmara de fissão em função da contagem específica dos discos de cobalto, como era de se esperar. Ambos os detetores, portanto, respondem ao fluxo global do reator (ou ambos "enxergam" igualmente perturbações, o que é altamente improvável devido a suas posições relativas ao núcleo).

4.2.2 Discos de Cobalto-60 (Irradiados em 15/04/80)

Os dados obtidos neste experimento estão resumidos na Tabela 3.

Na Figura 12 tem-se contagens específicas dos discos de co

balto em função das potências registradas no canal Linear.

A observação desta figura mostra que, para potências até 80 kW, os pontos estão bem alinhados, afastando-se um pouco da linearidade a partir de 90 kW, sendo o desvio máximo da ordem de 3% para 100 kW. A reta obtida pelo ajuste dos 8 primeiros pontos por mínimos quadrados não passa pela origem.

A Figura 13 mostra o comportamento das contagens específicas em função dos valores de potências lidos no canal LOG N.

Os valores de potências registrados neste canal são sempre menores que os correspondentes no canal Linear, ficando maior a diferença à medida que a potência aumenta.

Até a potência de 38 kW (corresponde a 50 kW no canal Linear) existe linearidade entre os pontos, não passando a curva ajustada pela origem. A partir de 40 kW (equivale a 60 kW no Linear) os pontos fogem totalmente desta reta.

Na Tabela 3 e Figura 13 nota-se o mesmo comportamento do canal LOG N visto anteriormente na Tabela 2, ou seja, na passagem de 50 kW (no canal Linear) retirou-se um pouco a barra "shim" e a reguladora foi bastante inserida. Isto provocou na região da reguladora um aumento de absorção de nêutrons causando perturbações (diminuição) no fluxo "visto" pelo detetor do canal LOG N.

Na Figura 14 tem-se contagem específica versus potência registrada no canal "Percent Power". Neste canal, como anteriormente (Tabela 2), os valores das leituras de potência são maiores que seus equivalentes no canal Linear.

Até a potência de 57 kW (equivale a 50 kW no canal Linear) os pontos estão bem alinhados e a curva ajustada passa próximo da origem. Acima de 66 kW (60 kW no canal Linear) os pontos se desviam progressivamente da linearidade.

Aparentemente o canal "Percent Power" não sofre grandes perturbações com movimentos de barra de controle.

Na Figura 15 estão representadas as taxas de contagem da câmara de fissão em função dos valores das potências registrados nos três canais.

Nesta figura, a resposta do canal linear até 70 kW mostra os pontos alinhados, fugindo então, a partir de 80 kW, bem mais da linearidade que os pontos correspondentes mostrados na Figura 12, onde tem-se contagem específica do disco de cobalto em função da potência neste canal. O desvio da linearidade para 100 kW é da ordem de 8%.

A câmara de fissão em função dos valores de potência nos canais LOG N e "Percent Power" apresentam o mesmo comportamento das curvas de contagem específica em função das respostas dos respectivos canais de potência (Figuras 13 e 14), ou seja, no canal LOG N e "Percent Power" os cinco primeiros pontos estão alinhados, mas fugindo de pois bem mais da linearidade do que nas figuras mencionadas acima.

Finalmente, vê-se na Figura 16 as variações da taxa de contagem da câmara de fissão em função da contagem específica dos discos de cobalto para as diversas potências.

A observação desta figura mostra que, até a potência de 70 kW os pontos estão alinhados, sendo a reta traçada obtida do ajuste destes. Já os valores experimentais para potências a partir de 80 kW desviam-se da linearidade.

Este comportamento levou-nos à verificação da linearidade da resposta da câmara de fissão através do mapeamento radial do fluxo de nêutrons e medida do tempo de resolução do detetor [2].

Também foi feita uma série de medidas independentes (no TRIGA) com a câmara de fissão em três posições axiais (para diversas potências) com a barra reguladora nas duas posições extremas, ou seja, toda inserida e toda retirada (ver Tabela 4). O objetivo destas medidas foi testar o comportamento das respostas da câmara com as posições das barras de controle e o sistema de contagem associado a ela.

As Figuras 17 e 18 mostram os resultados obtidos com a câmara de fissão nas posições $Z = 2,0$ m e $2,5$ m, respectivamente, sendo as potências os valores registrados no canal Linear (tomado como referência).

... 1 480

As Figuras 19, 20 e 21 apresentam os resultados para $Z = 3,0$ m em função das potências registradas nos três canais.

Finalmente, calculou-se os valores médios das taxas de contagem da câmara de fissão, a partir dos resultados com a reguladora "IN" e "OUT", para cada potência e posição particular. Estes dados foram então normalizados no ponto obtido para potência de 20 kW e $Z = 3,0$ m.

Na Figura 22 colocou-se estes valores médios em função das contagens específicas das amostras de cobalto. Com esta figura tentou-se obter informações que explicassem a falta de linearidade a partir de 80 kW na Figura 16.

A Figura 22 mostra que para $Z = 2,0$ m os pontos são alinhados até 60 kW, acima desta potência parece haver perdas nas contagens da câmara de fissão. Para $Z = 2,5$ m os pontos obtidos, para todas as potências, estão bem alinhados e finalmente para $Z = 3,0$ m pode-se considerá-los alinhados, pois a oscilação existente em torno da melhor reta é devida à flutuação estatística.

Estes resultados e os dados da Figura 11 confirmam a suposição feita anteriormente que a perda de linearidade da Figura 16, a partir de 80 kW, foi um problema intrínseco do sistema de contagem acoplado à câmara de fissão.

Como esperado, vê-se que as respostas da câmara de fissão não são influenciadas por movimentos de barras de controle (Figuras 17, 18 e 19), sendo as flutuações dos pontos experimentais de natureza estatística.

As Figuras 17, 18, 19 e 22 mostram que, a partir da posição axial $Z = 2,5$ m, as perdas nas respostas da câmara de fissão devidas ao tempo de resolução ($\tau = 11,5 \mu s$ [2]) são desprezíveis.

5. CONCLUSÕES

Na faixa de potências baixas (de 0,2 kW a 1,0 kW) as respostas dos canais Linear e LOG N são lineares, havendo porém pequenas

discrepâncias entre as leituras dos dois canais.

Já em potências altas os três canais têm o seguinte comportamento:

a) O canal Linear responde linearmente em toda faixa de potências;

b) As respostas dos canais LOG N e "Percent Power" são lineares até 50 kW, fugindo depois totalmente da linearidade. As diferenças entre os valores de potências nos canais LOG N e "Percent Power" em relação as potências registradas no canal Linear vão aumentando à medida que aumenta a potência do reator.

Constatou-se a enorme influência de movimentos de barras de controle, principalmente da reguladora, na resposta do canal LOG N para potências altas. Na resposta do canal "Percent Power" a influência é menor.

Deslocamentos de barras de controle não são os únicos responsáveis pelas diferenças nas leituras de potência nos diferentes canais. Estas discrepâncias no valor lido da potência têm acompanhado o TRIGA há tempos e não causam grandes problemas para seu funcionamento a 100 kW, mas razões de segurança pedem que a questão seja examinada, principalmente tendo em vista o aumento de potência.

Possíveis causas das discrepâncias deverão ser verificadas, como funcionamento das câmaras de ionização e do sistema eletrônico associado, posições de câmaras, etc.

A não passagem de várias retas ajustadas pelo zero e a falta de linearidade dos canais LOG N e "Percent Power" também sugerem que sejam testadas as respostas dos amplificadores do painel e eletrônica associada. Deve-se notar que a falta de linearidade das câmaras modificou-se nos últimos 4 anos [1].

Apesar da boa linearidade da resposta do canal linear não se pode afirmar, a priori, que sua informação de potência seja a correta.

São necessárias calibrações de potência térmica em, pelo

menos, dois valores de potência, por exemplo, a 20 e 100 kW. Esta calibração deverá ser feita somente depois que se verificar as causas da falta de linearidade das respostas dos dois canais.

REFERÊNCIAS

- [1] PAIANO, S. et alii. Testes de partida do reator TRIGA IPR-R1. Belo Horizonte, NUCLEBRÁS/IPR, 1976. (PAR/GNA 012/76).
- [2] SOUZA, R.M.G.P e POMBO, J.B.S.M. Determinação do tempo de resolução da câmara de fissão pelo método das duas fontes. Belo Horizonte, NUCLEBRÁS/CDTN, 1980 (DETR.PD 117/80).
- [3] ARGONNE NATIONAL LABORATORY. Reactor Physics Constants. 2 ed. Argonne, USAEC, 1963. (ANL - 5800).

1483

DETR.PD-073/79

NUCLEBRÁS/CDTN

NOTA TÉCNICA

DETR.PD

134/80

PG.12/37

TABELA 1

IRRADIAÇÕES DE DISCOS DE OURO, EM BAIXAS
POTÊNCIAS, NA MESA GIRATÓRIA

DATA	DISCOS (nº)	MASSA (mg)	COEF. AUTO- BLINDAGEM G(τ)	CONTAGEM ESPECÍFICA (cps/mg)	T. IRRAD. (min)	HORA FINAL IRRADIAÇÃO (h)	% POWER (kW)	LINEAR (kW)	LOG N (kW)	SHIM	REG.
14/04/80	Au (3)	25,73	0,973	53,68±0,12	10	10:16	-	0,20	0,23	530	343
14/04/80	Au (7)	24,57	0,974	106,86±0,24	10	10:38	-	0,40	0,43	530	349
14/04/80	Au (10)	21,50	0,976	158,58±0,40	10	10:52	-	0,60	0,61	530	354
14/04/80	Au (21)	22,20	0,976	207,75±0,51	10	11:06	-	0,80	0,80	530	358
14/04/80	Au (24)	24,44	0,974	258,75±0,59	10	11:19	-	1,00	0,98	530	361

TABELA 2

IRRADIAÇÕES DE DISCOS DE COBALTO, EM POTÊNCIAS
DE 20 A 100 kW, NA MESA GIRATÓRIA

DATA	DISCOS (n°)	MASSA (mg)	COEF. AUTO. BLINDAGEM G (τ)	CONTAGEM ESPECÍFICA (cps/mg)	T. IRRAD. (min)	CÂMARA DE FISSÃO*	% POWER (kW)	LINEAR (kW)	LOG N (kW)	SHIM	REG.
26/02/80	Co (17)	15,47	0,949	6,55±0,02	10	12,64	21,5	20	15	570	398
26/02/80	Co (18)	15,05	0,950	14,05±0,05	10	27,30	47,5	40	40	570	568
26/02/80	Co (19)	15,84	0,948	21,15±0,07	10	40,54	68,0	60	45	612	519
26/02/80	Co (20)	15,86	0,948	28,03±0,09	10	52,55	85,0	80	60	650	490
26/02/80	Co (21)	15,61	0,949	35,23±0,12	10	67,94	100,0	100	80	680	516

* CÂMARA DE FISSÃO - Junto à parede do poço e a 3m do fundo do tanque

TABELA 3

IRRADIAÇÕES DE DISCOS DE COBALTO, EM POTÊNCIAS ATÉ 100 KW, NA MESA GIRATÓRIA

DATA	DISCOS (nº)	MASSA (mg)	COEF.AUTO- BLINDAGEM G(τ)	CONT.ESP. (cps/mg)	T.IRRAD. (min)	HORA FINAL IRRADIAÇÃO (h)	CÂMARA DE FISSÃO (cps)	% POWER (kW)	LINEAR (kW)	LOG N (kW)	SHIM	REG.
15/04/80	Co (24)	43,14	0,949	3,06±0,01	10	9:53	2,45	10	10	8	544	463
15/04/80	Co (25)	43,32	0,949	6,51±0,01	10	10:08	5,46	23	20	16	543	558
15/04/80	Co (26)	43,25	0,949	10,05±0,02	10	10:24	8,05	35	30	23	543	618
15/04/80	Co (27)	43,42	0,949	13,66±0,02	10	10:40	10,79	46	40	30	543	690
15/04/80	Co (28)	43,74	0,948	17,53±0,03	10	10:52	14,27	57	50	38	543	792
15/04/80	Co (29)	43,87	0,948	20,77±0,03	10	11:05	17,07	66	60	40	600	560
15/04/80	Co (30)	43,46	0,949	24,61±0,04	10	11:18	19,97	76	70	50	600	635
15/04/80	Co (33)	42,90	0,949	28,42±0,04	10	11:29	24,15	86	80	55	600	712
15/04/80	Co (31)	43,30	0,949	32,46±0,05	10	11:40	27,25	94	90	62	600	805
15/04/80	Co (32)	43,17	0,949	36,64±0,06	10	11:52	31,22	103	100	70	608	902

TABELA 4

MEDIDAS COM A CÂMARA DE FISSÃO COM A BARRA REGULADORA TODA INSERIDA E RETIRADA

POSIÇÃO AXIAL DA CÂMARA DE FISSÃO: 2,0 m						POSIÇÃO AXIAL DA CÂMARA DE FISSÃO: 2,5 m						POSIÇÃO AXIAL DA CÂMARA DE FISSÃO: 3,0 m					
LINEAR (kW)	LOG N (kW)	% POWER (kW)	SHIM	REG	TAXA (cps)	LINEAR (kW)	LOG N (kW)	% POWER (kW)	SHIM	REG	TAXA (cps)	LINEAR (kW)	LOG N (kW)	% POWER (kW)	SHIM	REG	TAXA (cps)
20	16 18	22 24	639 522	IN OUT	803,86 825,08	20	16 18	22 24	641 518	IN OUT	21,87 22,27	20	16 18	22 24	640 522	IN OUT	4,26 4,07
40	30 33	44 47	679 556	IN OUT	1612,90 1652,89	40	30 33	45 48	678 554	IN OUT	44,21 45,02	40	30 33	45 48	681 557	IN OUT	7,89 8,10
60	45 50	62 67	724 585	IN OUT	2398,08 2450,98	60	45 50	64 69	722 582	IN OUT	70,27 68,59	60	45 50	64 68	726 584	IN OUT	12,77 13,14
70	-	-	-	-	-	70	52 58	74 78	749 599	IN OUT	78,75 81,44	70	53 58	72 78	750 598	IN OUT	14,62 15,17
80	59 65	81 85	782 615	IN OUT	3134,80 3194,89	80	59 68	82 87	783 614	IN OUT	91,75 93,04	80	60 68	81 87	783 613	IN OUT	17,57 17,95
90	-	-	-	-	-	90	75	96	631	OUT	105,27	90	70 76	89 94	837 629	IN OUT	20,92 20,00
94	70	90	863	IN	3597,12	94	70	92	863	IN	108,36	94	-	-	-	-	-
100	82	102	648	OUT	3861,00	100	82	102	648	OUT	117,92	100	85	103	648	OUT	22,04

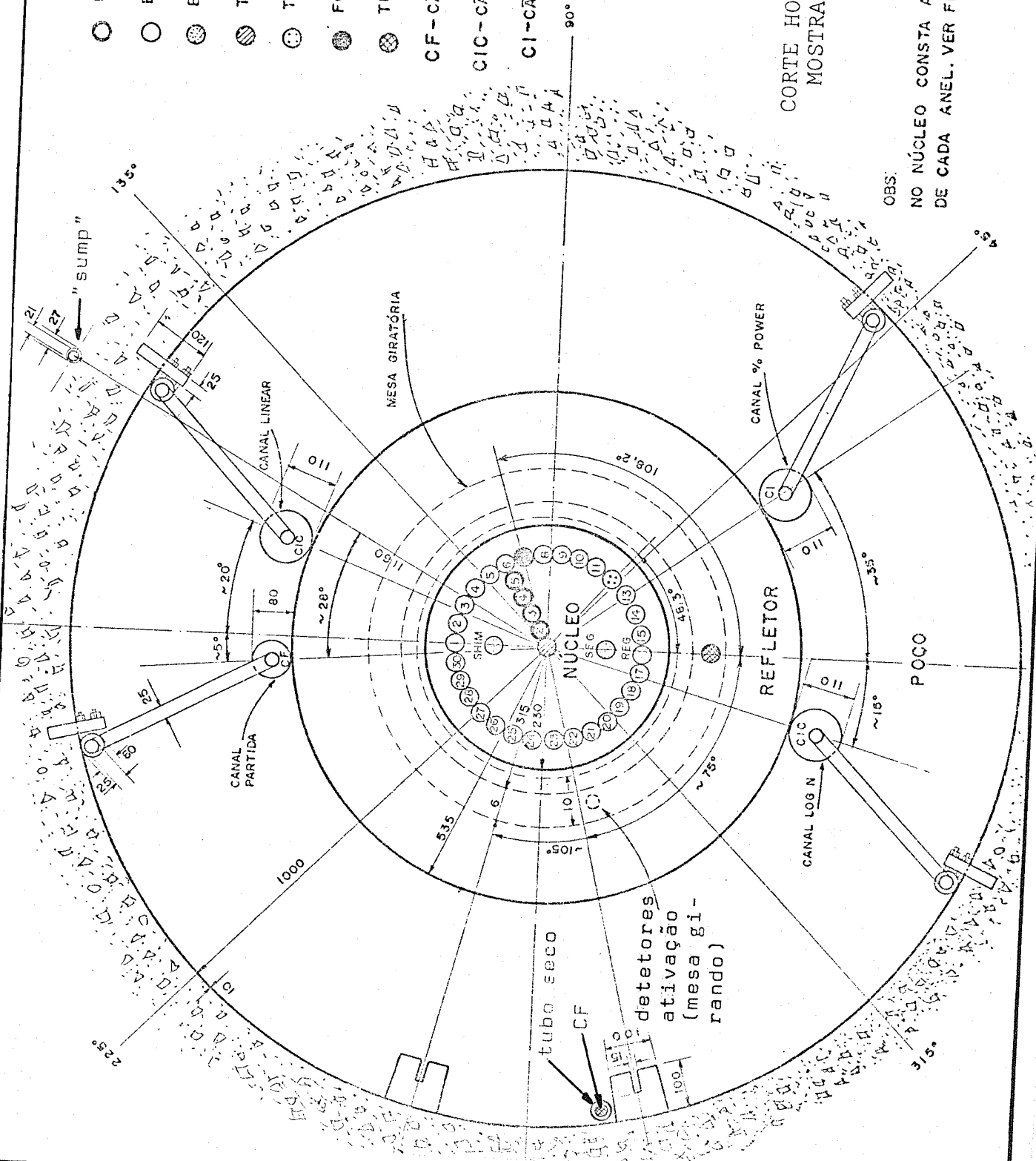
LEGENDA

- ELEMENTO COMBUSTIVEL.
- ELEMENTO DE GRAFITA.
- BARRA DE CONTROLE.
- TUBO CENTRAL.
- TERMINAL DO TUBO PNEUMÁTICO.
- FONTE DE NÊUTRONS.
- TUBO DE ACESSO À MESA GIRATÓRIA.
- CF - CÂMARA DE FISSÃO.
- CIC - CÂMARA DE IONIZAÇÃO COMPENSADA.
- CI - CÂMARA DE IONIZAÇÃO NÃO COMPENSADA.

FIGURA 1

CORTE HORIZONTAL DO REATOR TRIGA MOSTRANDO O POSICIONAMENTO DA CÂMARA DE FISSÃO

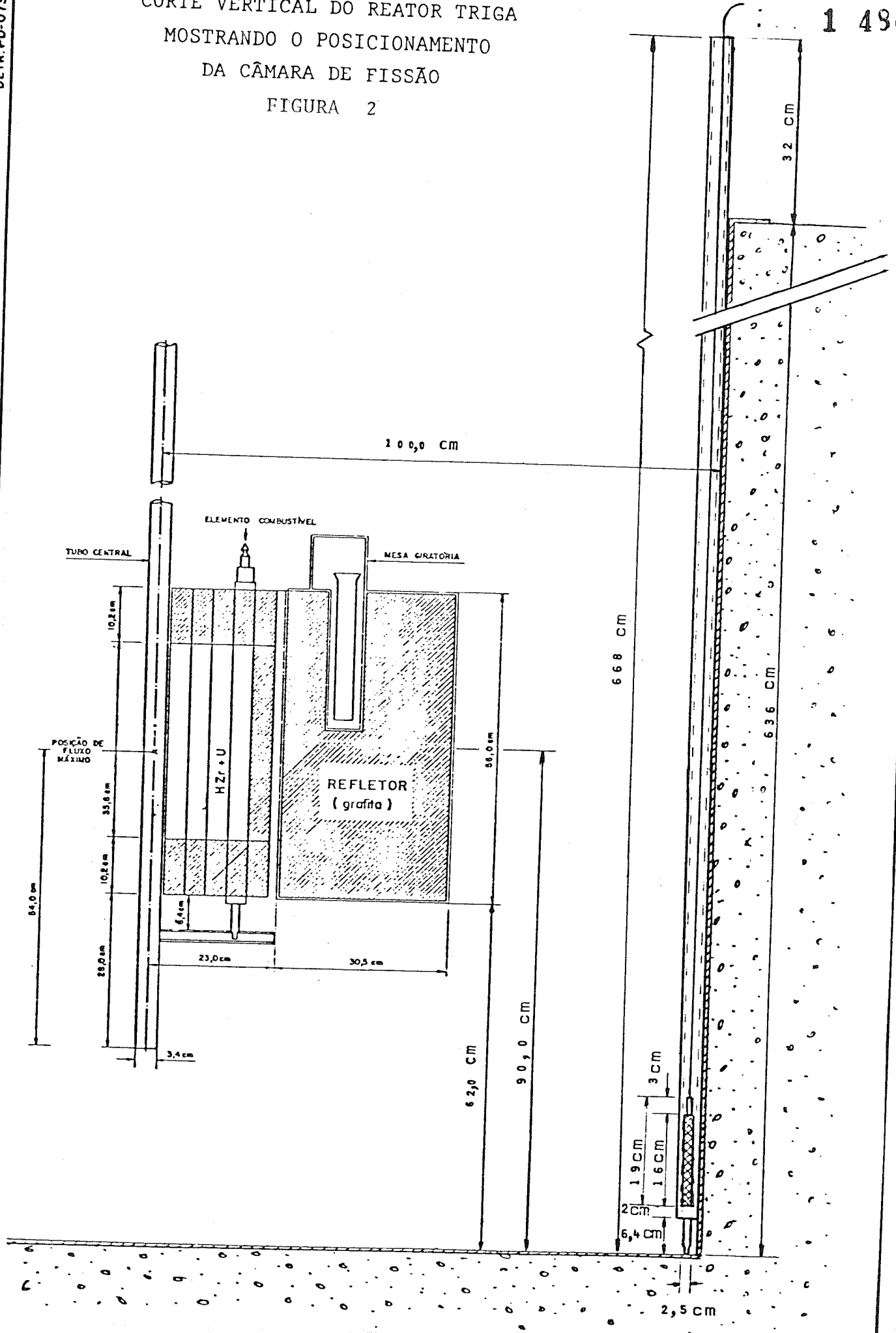
OBS: NO NÚCLEO CONSTA APENAS UM ELEMENTO COMBUSTIVEL DE CADA ANEL. VER FIGURA DO DETALHAMENTO DO NÚCLEO.



DETR.PD-073/79

CORTE VERTICAL DO REATOR TRIGA
MOSTRANDO O POSICIONAMENTO
DA CÂMARA DE FISSÃO
FIGURA 2

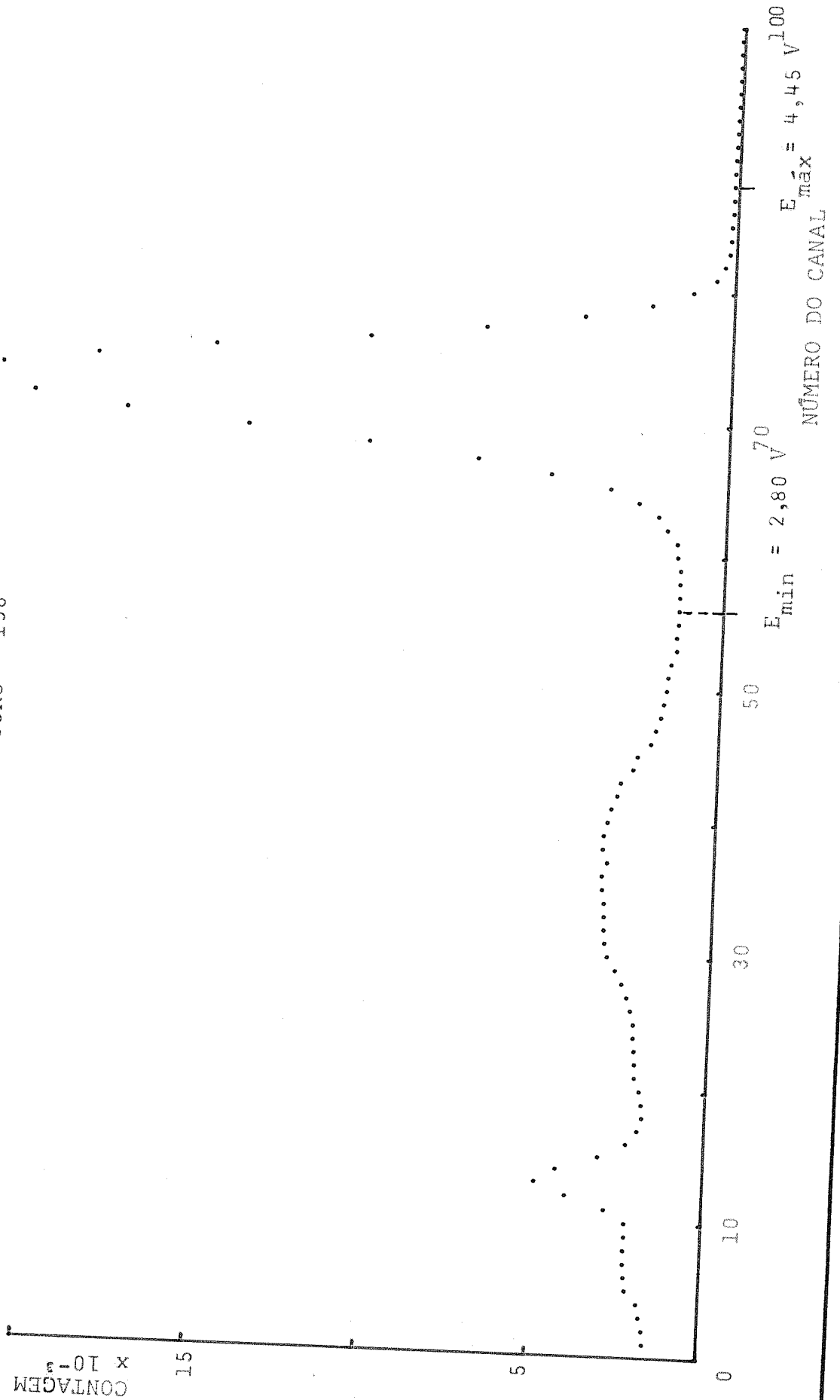
1 498

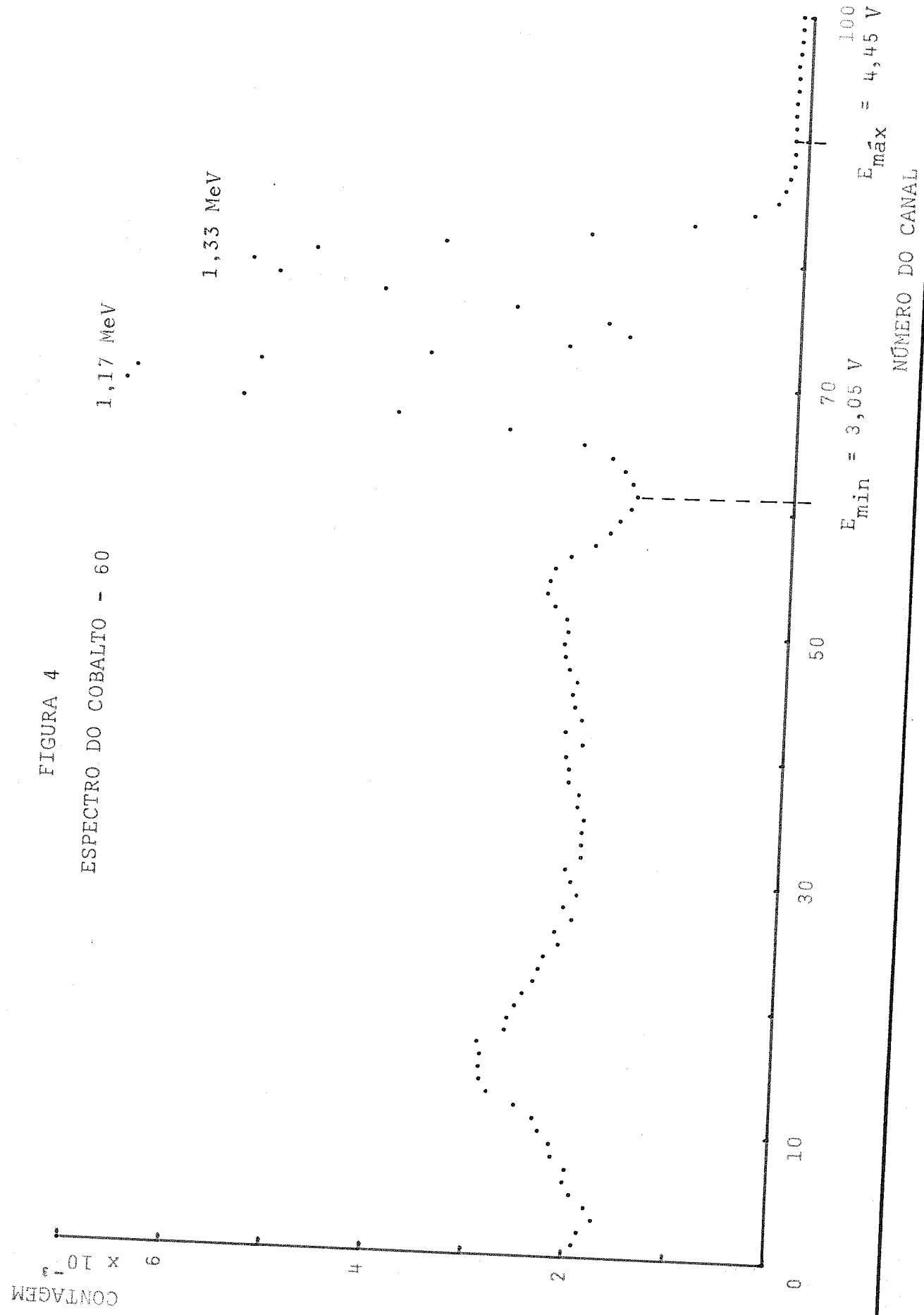


412 kW

FIGURA 3

ESPECTRO DO OURO - 198





DETR.PD-073/T9

CONTAGEM ESPECÍFICA
(cps/mg)

FIGURA 5
VERIFICAÇÃO DA LINEARIDADE
DO CANAL LINEAR

1 491

200

150

100

50

0

0,2

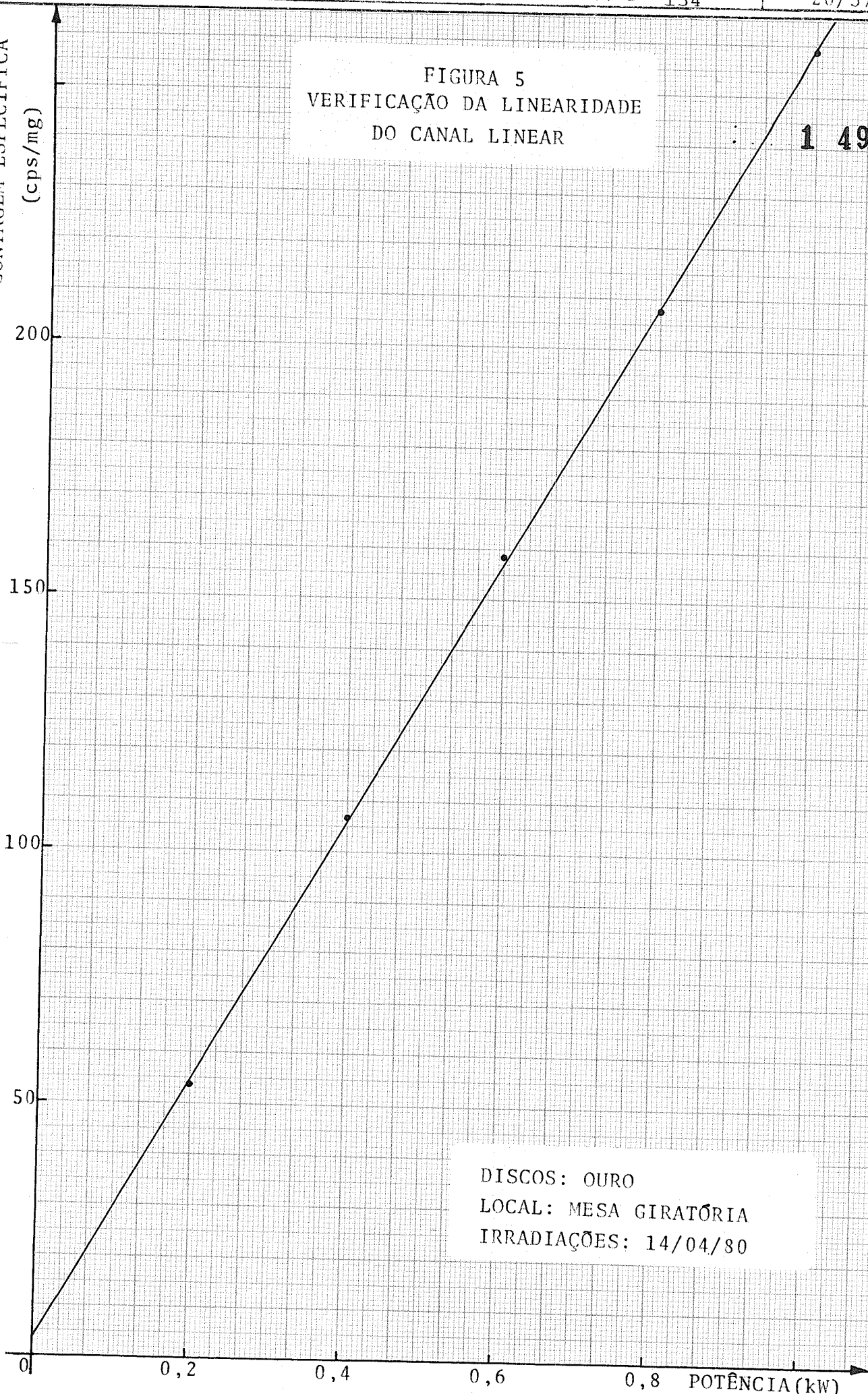
0,4

0,6

0,8

POTÊNCIA (kW)

DISCOS: OURO
LOCAL: MESA GIRATÓRIA
IRRADIAÇÕES: 14/04/80



DETR. PD-073/79

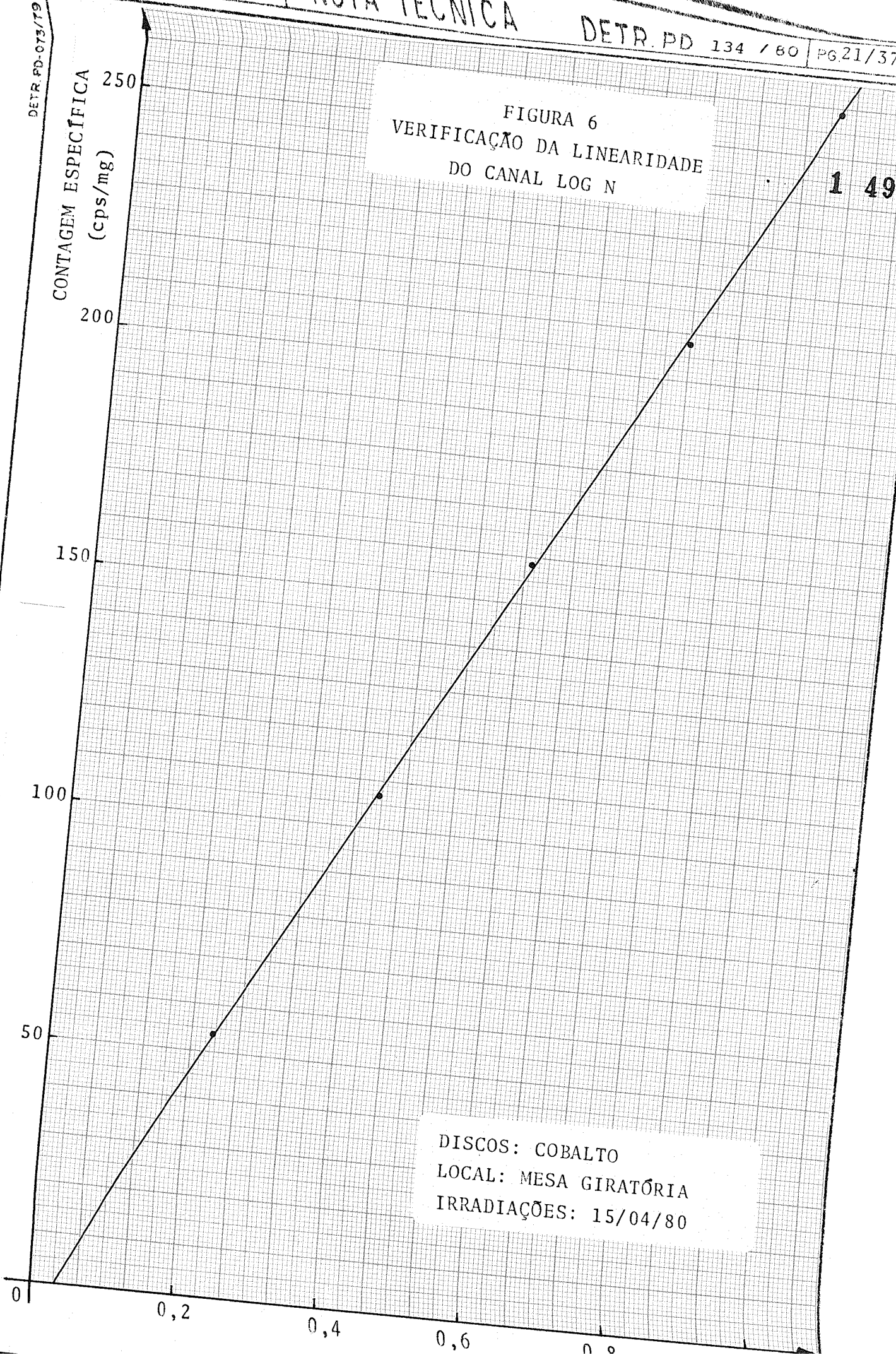


FIGURA 6
VERIFICAÇÃO DA LINEARIDADE
DO CANAL LOG N

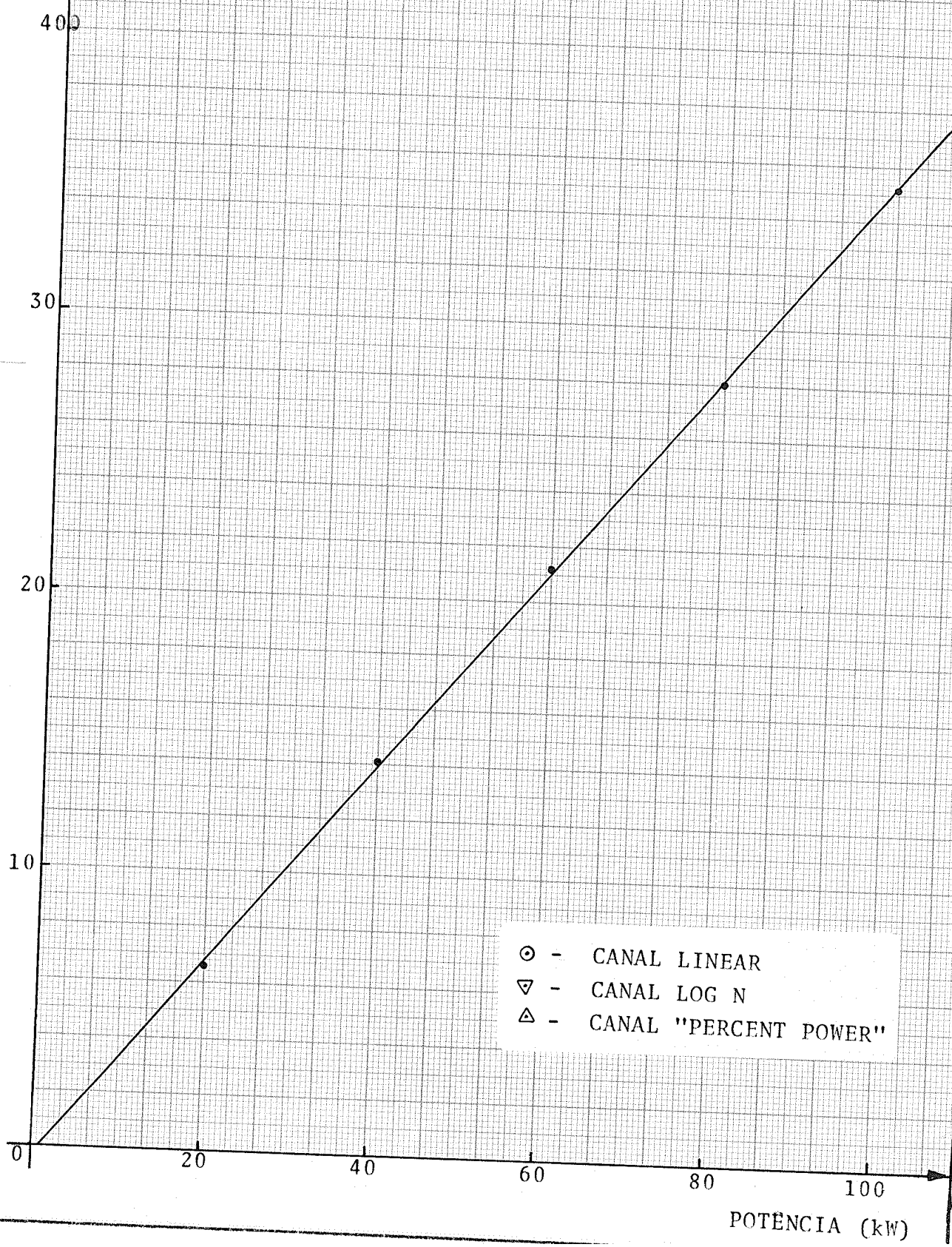
1 49

DISCOS: COBALTO
LOCAL: MESA GIRATÓRIA
IRRADIAÇÕES: 15/04/80

DETR.PD-073/79

FIGURA 7
VERIFICAÇÃO DA LINEARIDADE
DO CANAL LINEAR

CONTAGEM ESPECÍFICA
(cps/mg)



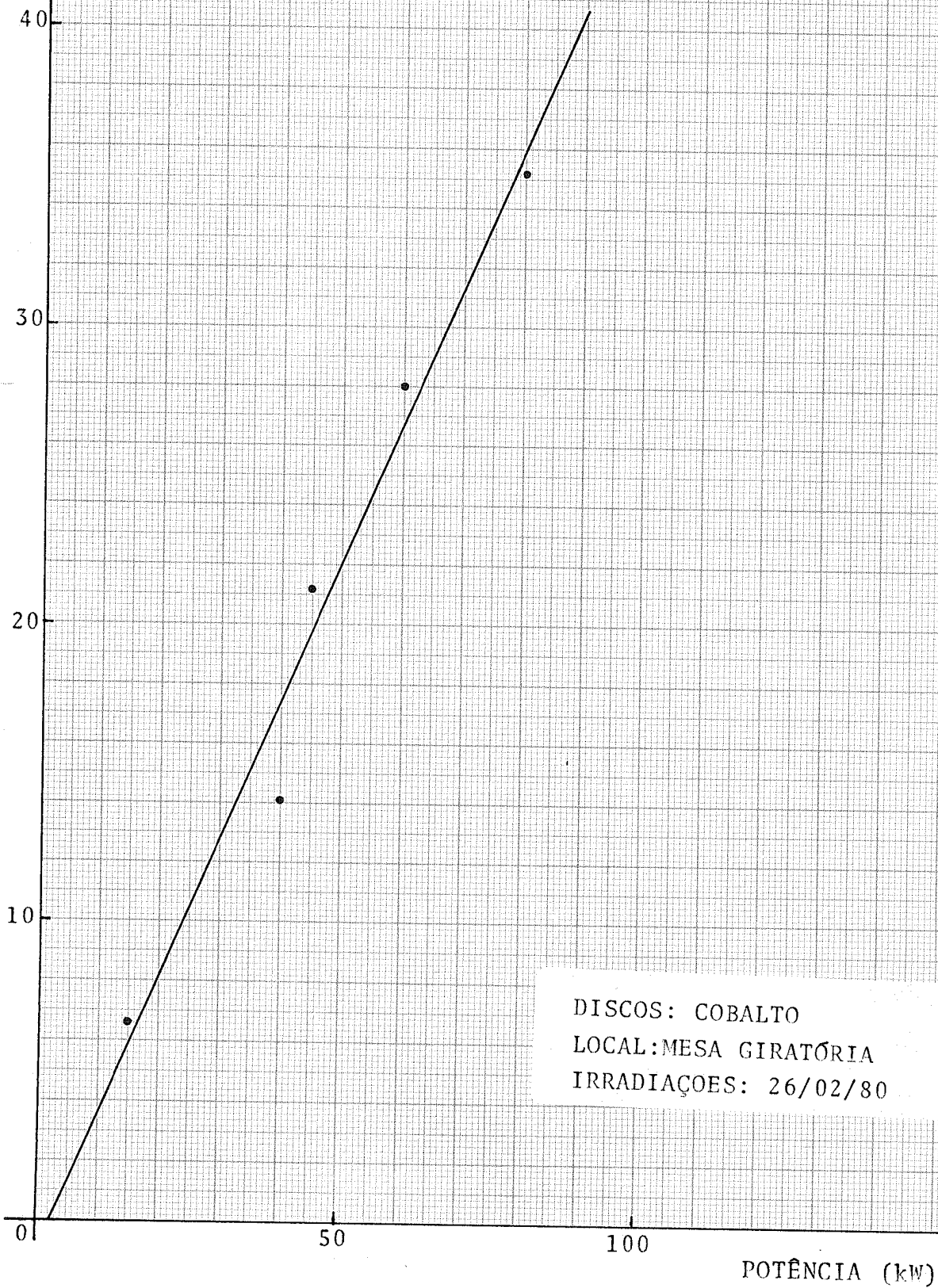
- ⊙ - CANAL LINEAR
- ▽ - CANAL LOG N
- △ - CANAL "PERCENT POWER"

DETR.PD-073/79

CONTAGEM ESPECÍFICA

(cps/mg)

FIGURA 8
VERIFICAÇÃO DA LINEARIDADE
DO CANAL LOG N



DISCOS: COBALTO
LOCAL: MESA GIRATÓRIA
IRRADIAÇÕES: 26/02/80

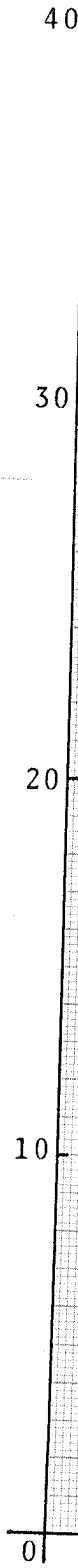
POTÊNCIA (kW)

DETR.PD-073/79

1 495

FIGURA 9
VERIFICAÇÃO DA LINEARIDADE
DO CANAL "PERCENT POWER"

CONTAGEM ESPECÍFICA
(cps/mg)



DISCOS: COBALTO
LOCAL: MESA GIRATÓRIA
IRRADIAÇÕES: 26/02/80

POTÊNCIA (kW)

DETR.PD-073/79

FIGURA 10

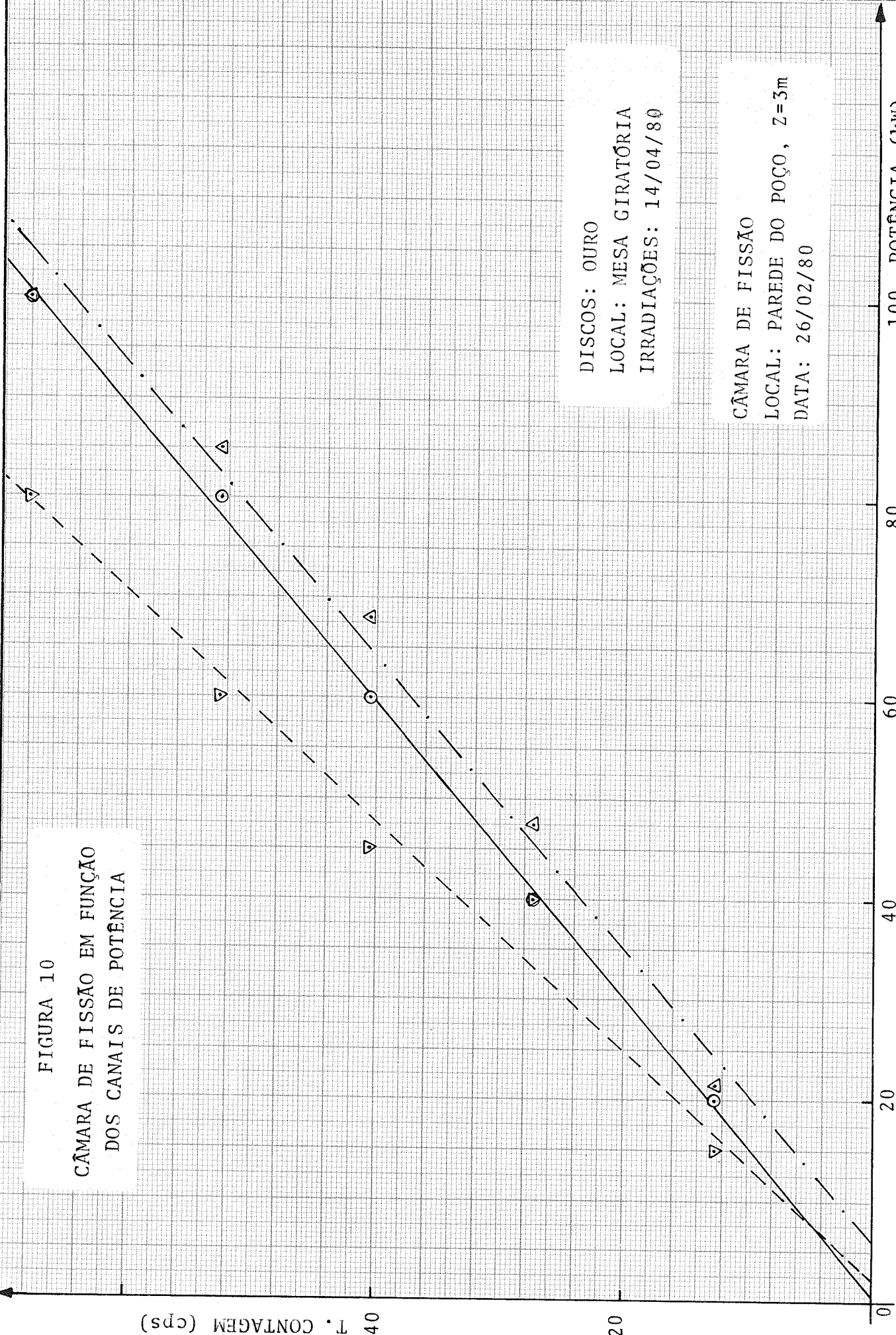
CÂMARA DE FISSÃO EM FUNÇÃO
DOS CANAIS DE POTÊNCIA

T. CONTAGEM (cps)

POTÊNCIA (kW)

DISCOS: OURO
LOCAL: MESA GIRATÓRIA
IRRADIAÇÕES: 14/04/80

CÂMARA DE FISSÃO
LOCAL: PAREDE DO POÇO, Z=3m
DATA: 26/02/80



DETR. PD-073/79

FIGURA 11
CÂMARA DE FISSÃO EM FUNÇÃO
DA CONTAGEM ESPECÍFICA

T. CONTAGEM (cps)

80

60

40

20

01

20 kW

60 kW

100 kW

DISCOS: COBALTO
LOCAL: MESA GIRATÓRIA
IRRADIAÇÕES: 26/02/80

CONTAGEM ESPECÍFICA (cps/mg)

01

15

30

45

01

DETR.PD-073/79

1 498

FIGURA 12
VERIFICAÇÃO DA LINEARIDADE
DO CANAL LINEAR

CONTAGEM ESPECÍFICA
(cps/mg)

40

30

20

10

0

10

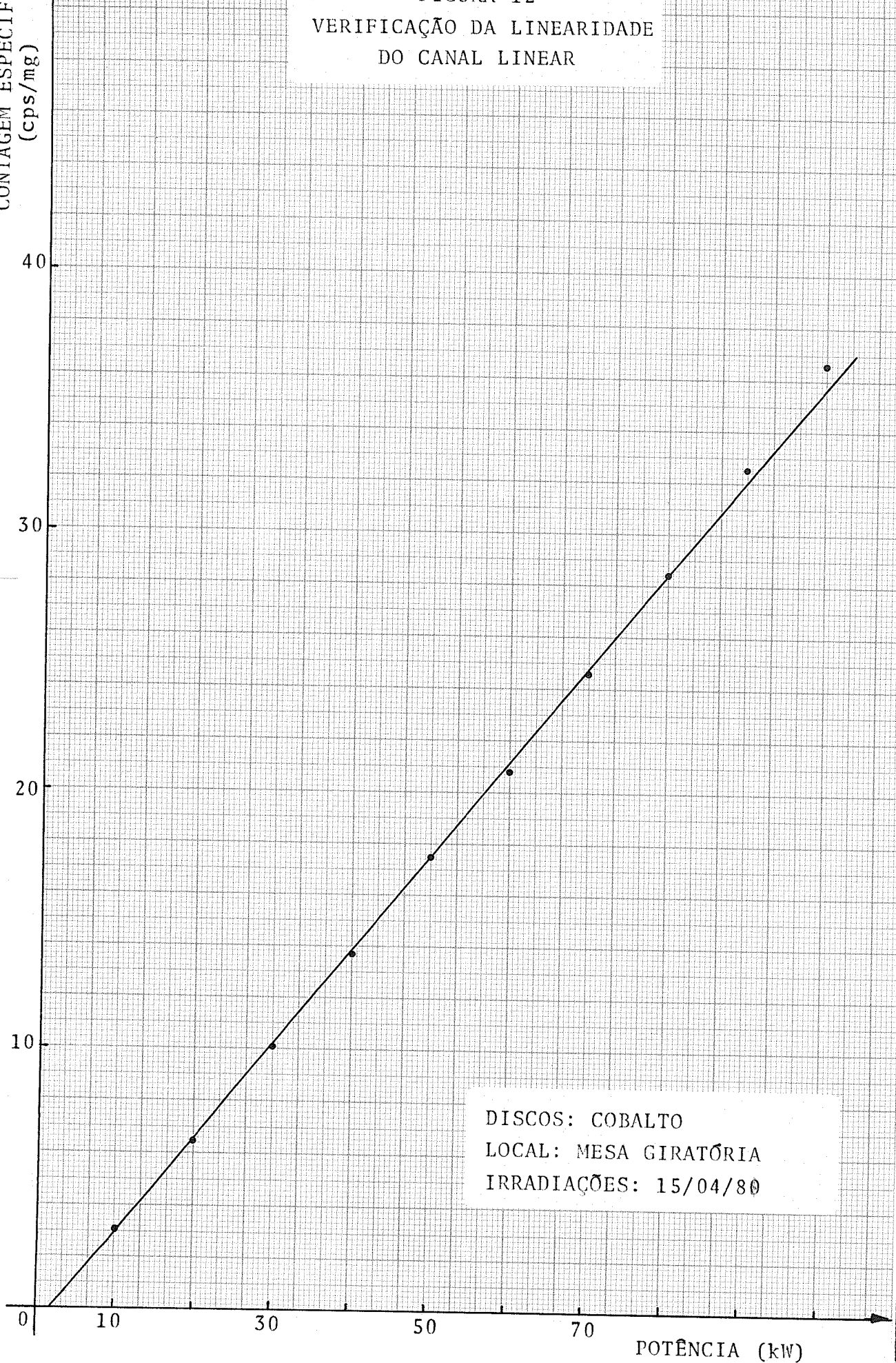
30

50

70

POTÊNCIA (kW)

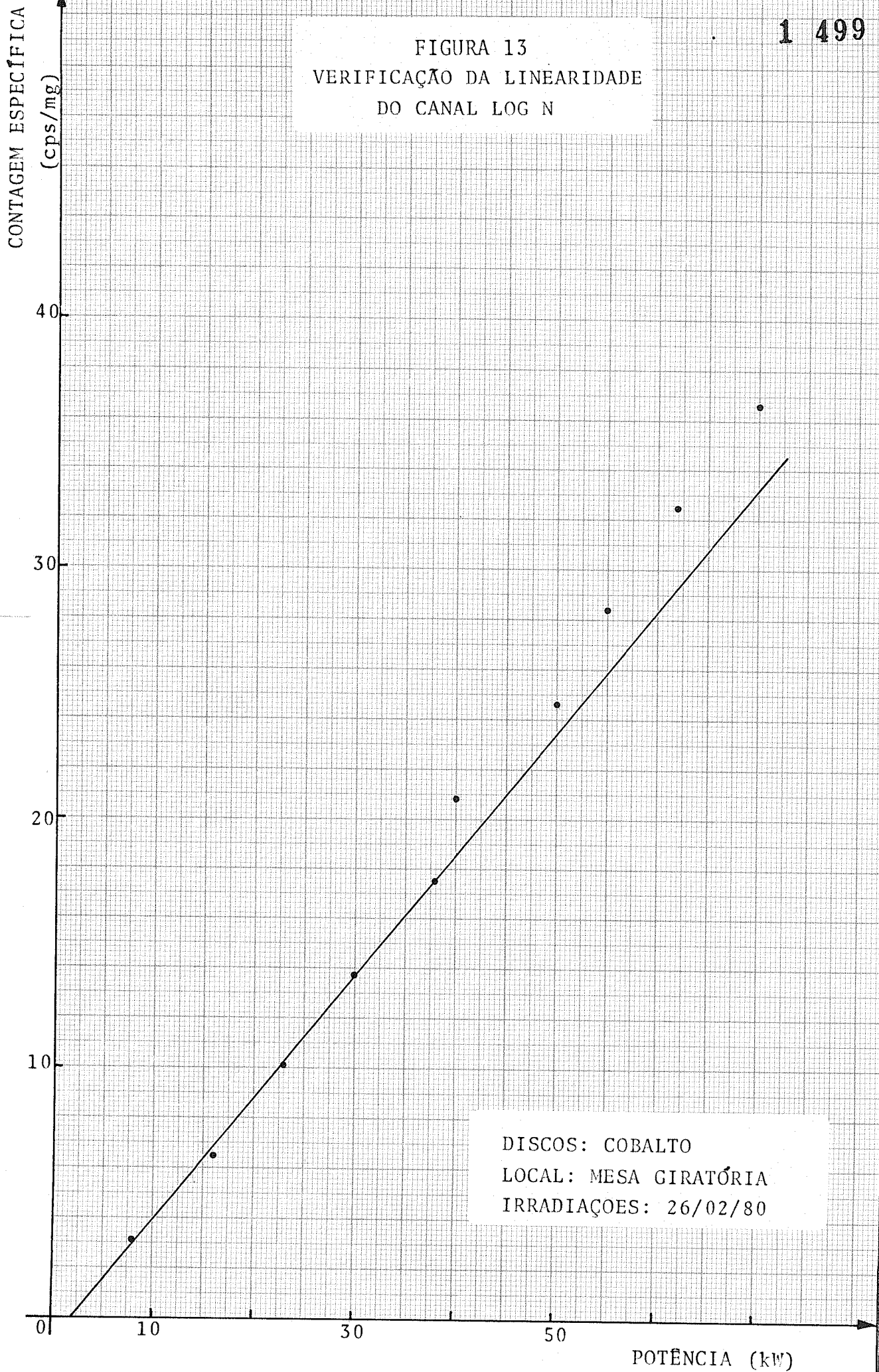
DISCOS: COBALTO
LOCAL: MESA GIRATÓRIA
IRRADIAÇÕES: 15/04/80



DETR.PD-073/79

1 499

FIGURA 13
VERIFICAÇÃO DA LINEARIDADE
DO CANAL LOG N



DETR. PD-073/79

1 500

FIGURA 14
VERIFICAÇÃO DA LINEARIDADE
DO CANAL "PERCENT POWER"

CONTAGEM ESPECÍFICA
(cps/mg)

40

30

20

10

0

50

100

POTÊNCIA (kW)

DISCOS: COBALTO
LOCAL: MESA GIRATÓRIA
IRRADIAÇÕES: 15/04/80

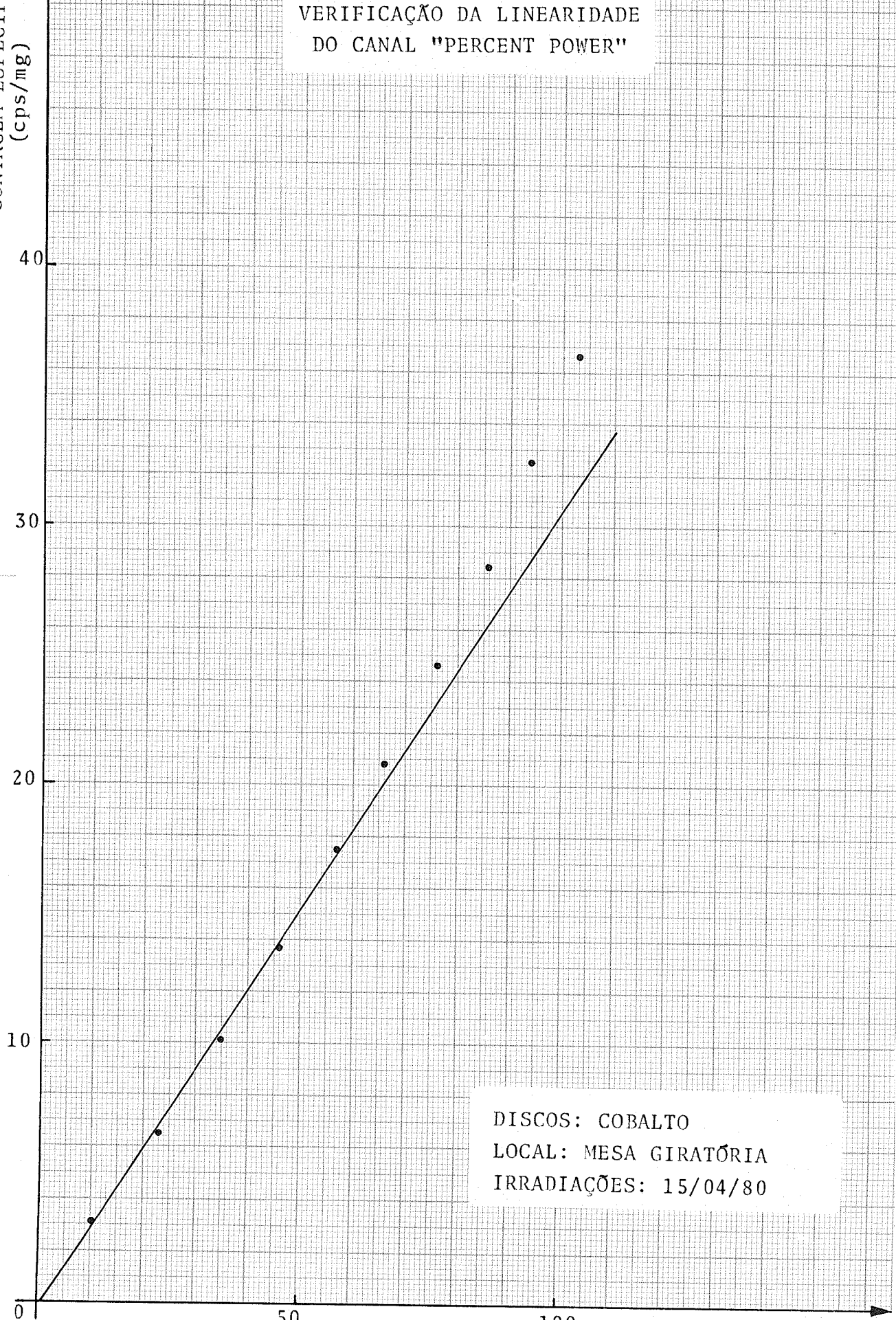


FIGURA 15
 CÂMARA DE FISSÃO EM FUNÇÃO
 DOS CANAIS DE POTÊNCIA

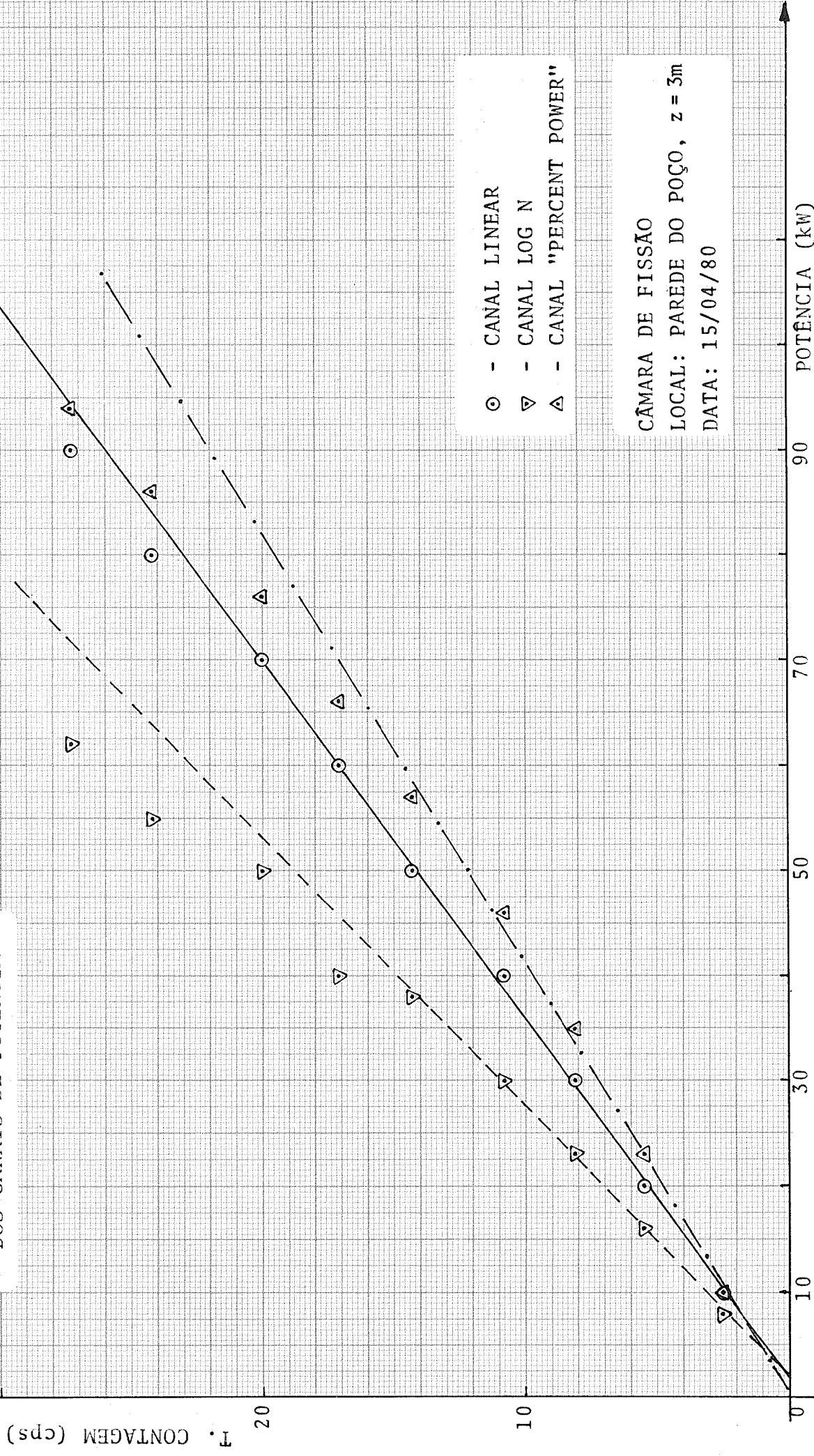
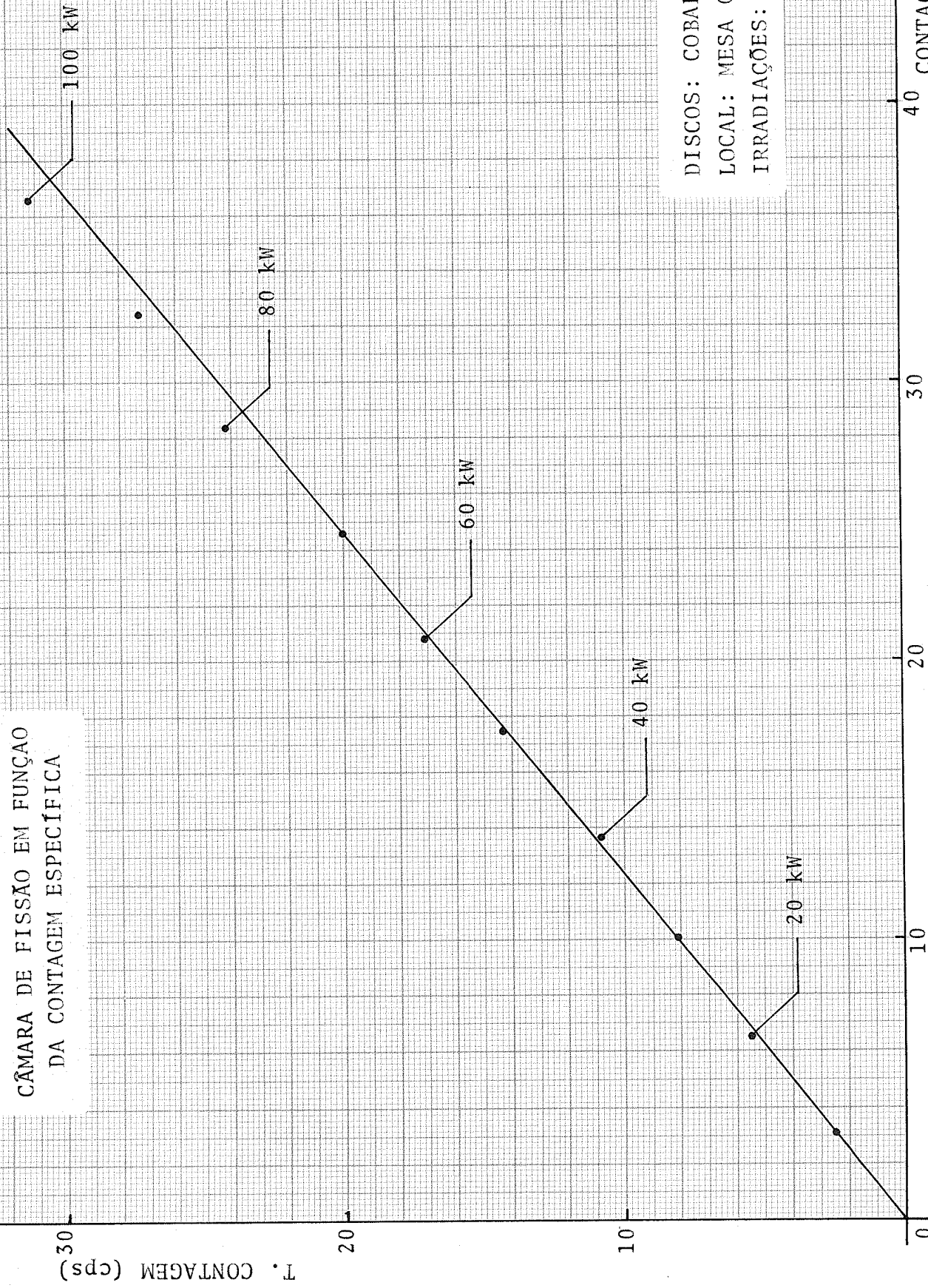


FIGURA 16
CÂMARA DE FISSÃO EM FUNÇÃO
DA CONTAGEM ESPECÍFICA



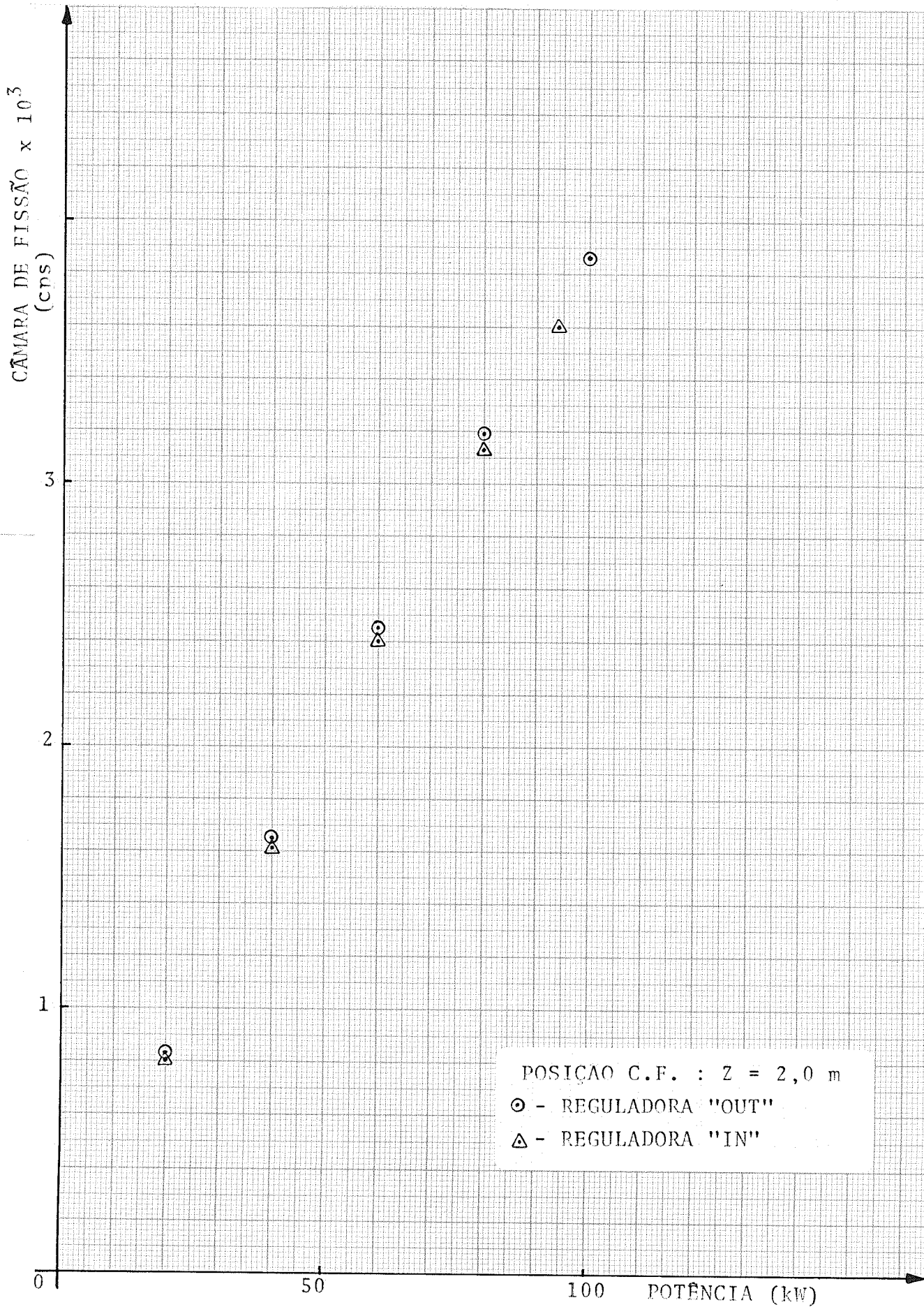
DISCOS: COBALTO
LOCAL: MESA GIRATÓRIA
IRRADIAÇÕES: 15/04/80

CONTAGEM ESPECÍFICA
(cps/mg)

DETR.PD-073/79

FIGURA 17

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA POSIÇÃO DAS BARRAS DE CONTROLE NAS RESPOSTAS DA CÂMARA DE FISSÃO E DO CANAL LINEAR

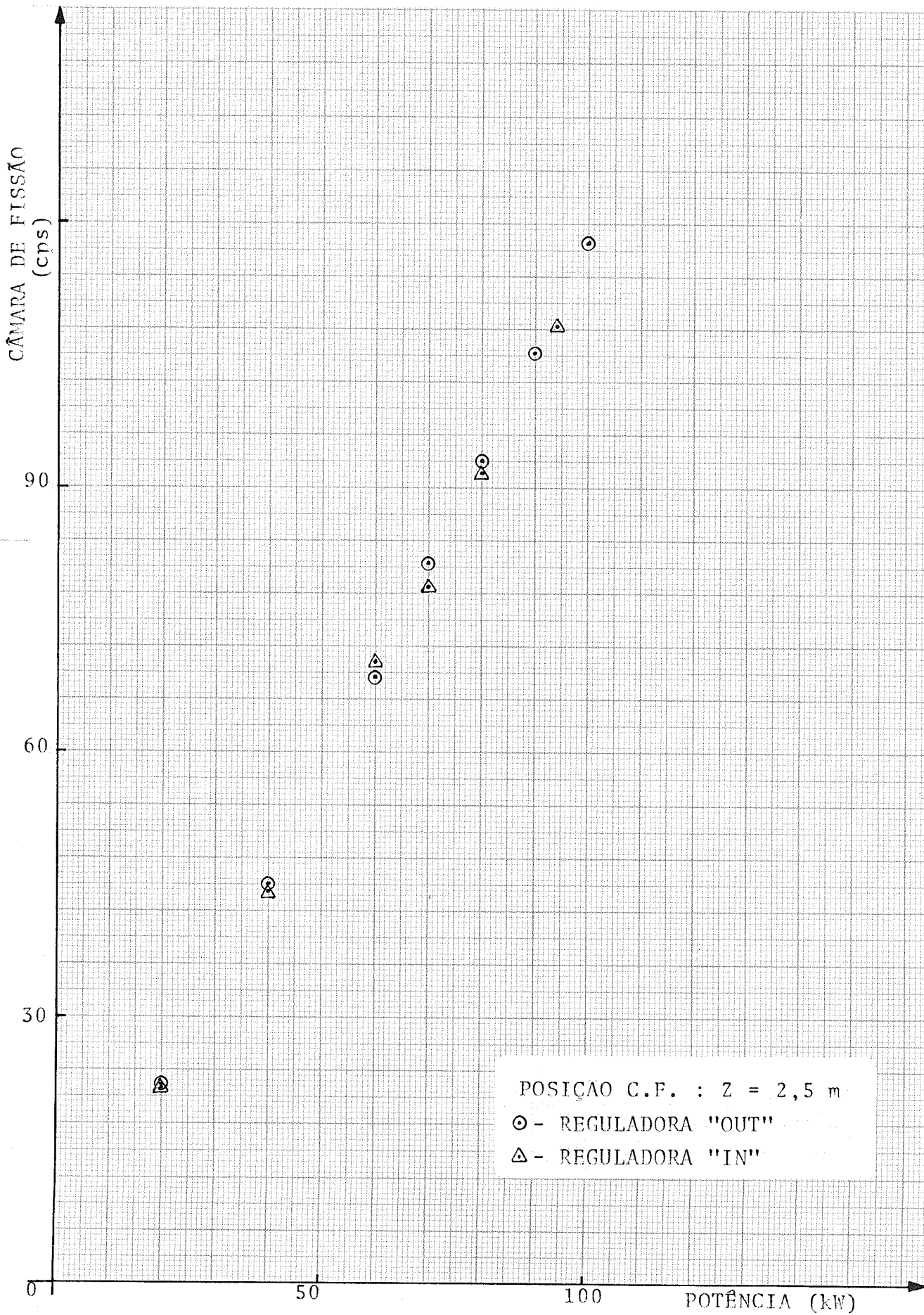


1504

DETR.PD-073/79

FIGURA 18

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA POSIÇÃO DAS BARRAS DE CONTROLE
 NAS RESPOSTAS DA CÂMARA DE FISSÃO E DO CANAL LINEAR



DETR.PD-073/79

FIGURA 19

1 505

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA POSIÇÃO DAS BARRAS DE CONTROLE
 NAS RESPOSTAS DA CÂMARA DE FISSÃO E DO CANAL LINEAR

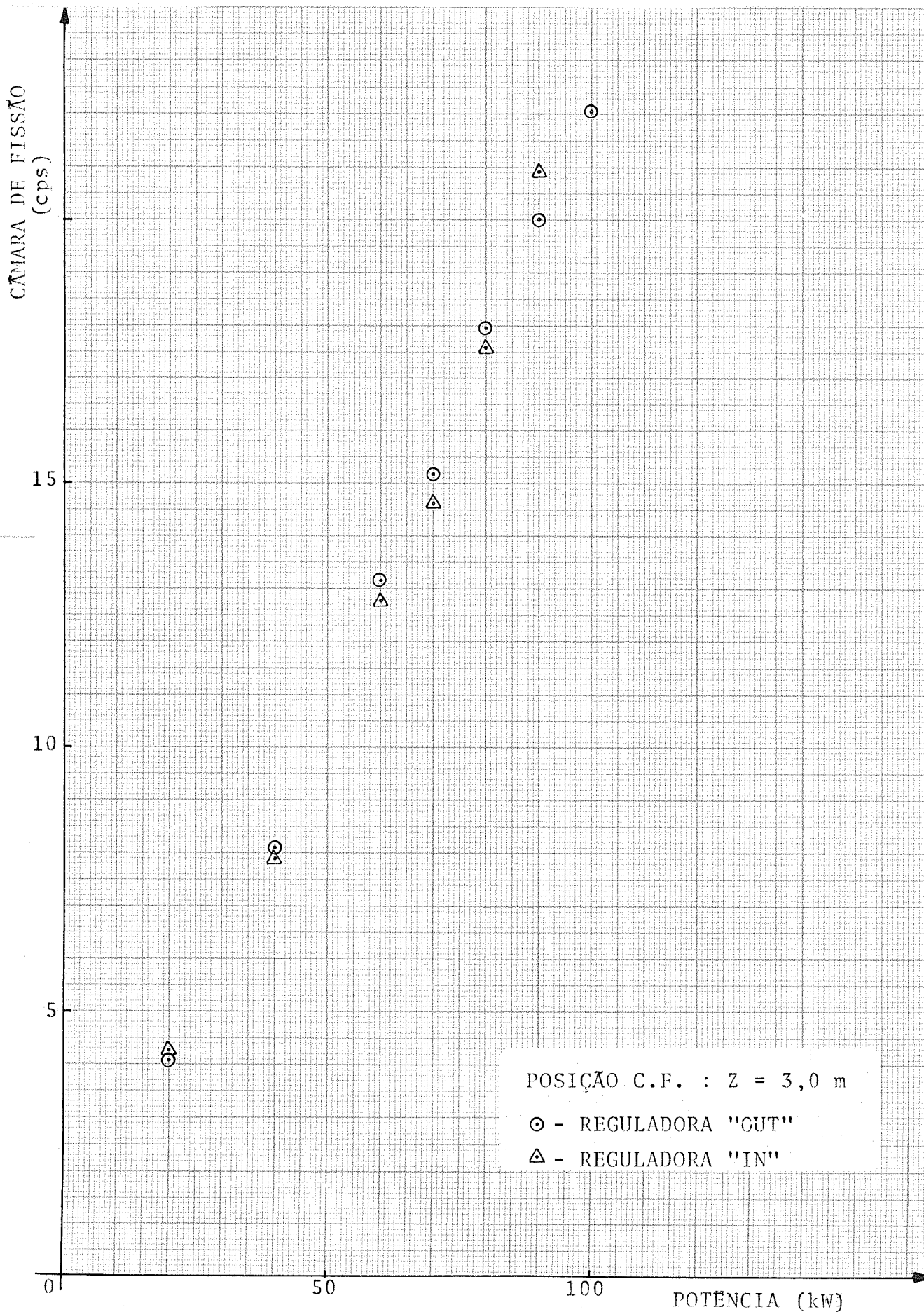
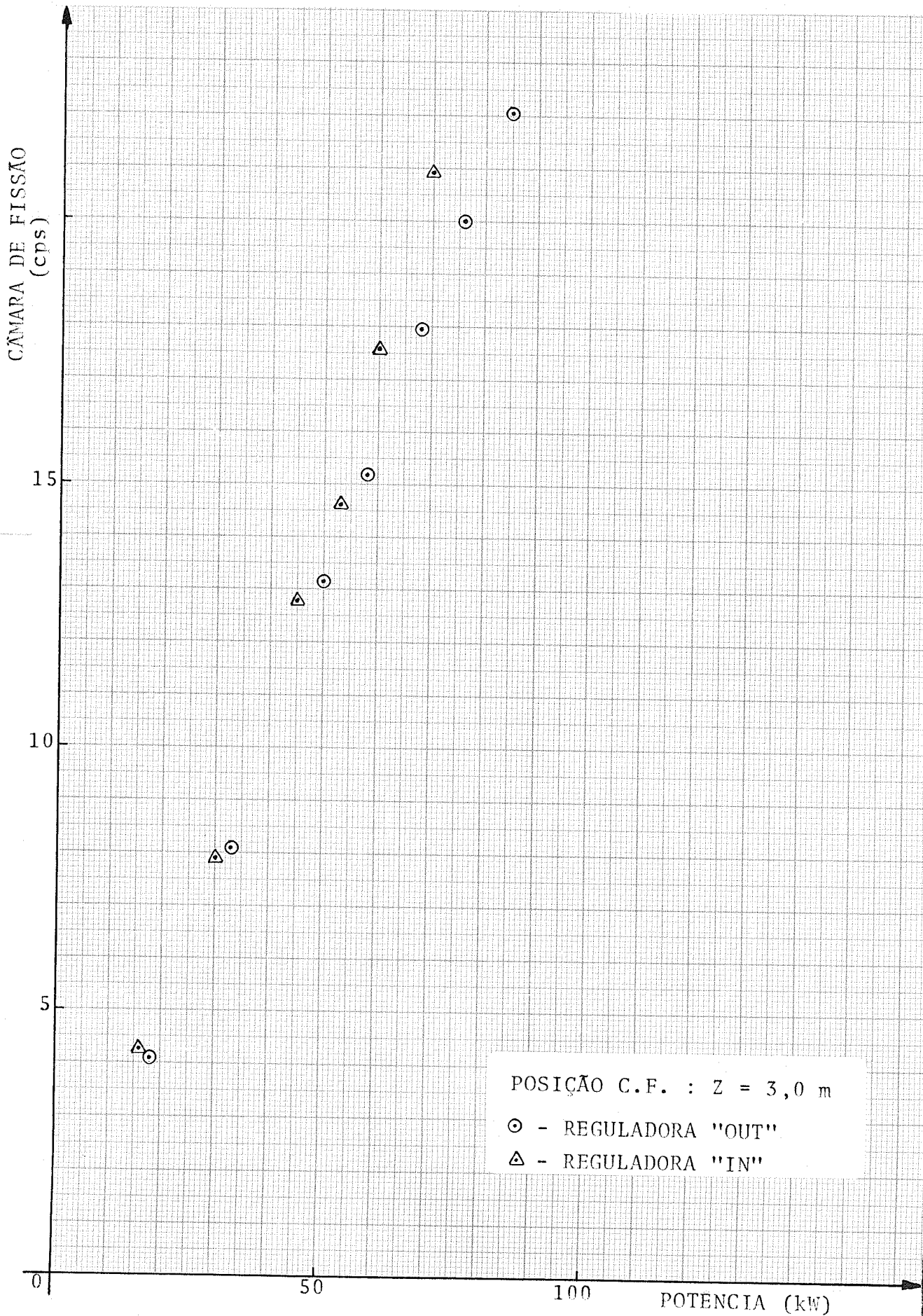


FIGURA 20

1 506

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA POSIÇÃO DAS BARRAS DE CONTROLE
 NAS RESPOSTAS DA CÂMARA DE FISSÃO E DO CANAL LOG N

DETR.PD-073/79

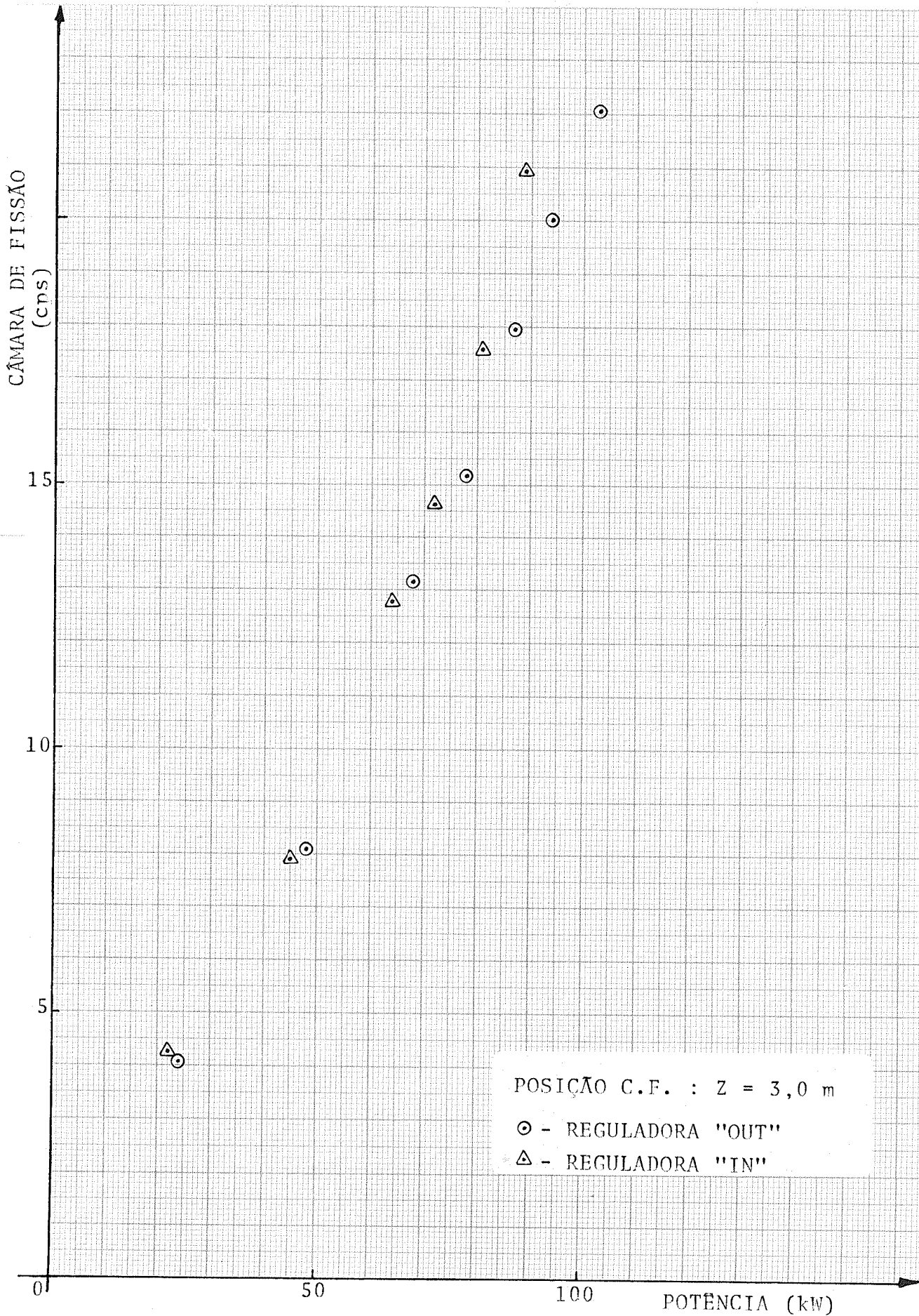


DETR.PD-073/79

FIGURA 21

1 507

VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA POSIÇÃO DAS BARRAS DE CONTROLE NAS RESPOSTAS DA CÂMARA DE FISSÃO E DO CANAL "PERCENT POWER"



DETR PD-073/79

1 508

CÂMARA DE FISSÃO
(cps)

FIGURA 22

VALORES MÉDIOS DAS TAXAS DE
CONTAGEM DA C.F. EM FUNÇÃO
DA CONTAGEM ESPECÍFICA