

INIS-82-355

0215/669



UFPE

MONOGRAFIA

Nº 30

ADSORÇÃO E DESSORÇÃO DE FÓSFORO EM CÁPSULAS CERÂMICAS

JOSÉ RICARDO FREITAS DE ALMEIDA

DEP. I

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE ENERGIA NUCLEAR

Av. Prof. Luiz Freire, s/n, Cidade Universitária

CEB 50000 - RECIFE - PE - BRASIL

JOSE RICARDO FREITAS DE ALMEIDA

M O N O G R A F I A

ADSORÇÃO E DESSORÇÃO DE FÓSFORO EM CÁPSULAS
CERÂMICAS

RECIFE

1983

JOSÉ RICARDO FREITAS DE ALMEIDA

ADSORÇÃO E DESSORÇÃO DE FÓSFORO EM CÁPSULAS
CERÂMICAS

Monografia apresentada ao Coordenador
do Curso de Introdução à Engenharia
Nuclear, Prof. Suêlto Vita da Silveira,
e Orientada pelo Prof. Ignácio
Hernán Salcedo.

R E C I F E

1983

RESUMO

Foram realizados uma série de experimentos nos quais analisou-se a capacidade de adsorver P da água com ^{32}P por cápsulas cerâmicas, na presença e na ausência de fluxo de água através de cápsula. No passo seguinte estudou-se dessorção em água do ^{32}P na cápsula, com e sem fluxo, para finalmente analisar-se a dessorção do ^{32}P residual por troca isotópica com ^{31}P , também com e sem fluxo. Determinou-se que na presença de fluxo a cápsula reteve ^{32}P da solução que foi fracamente des-sorvido pela água mas que foi isotopicamente trocável com o ^{31}P . Na ausência de fluxo, a cápsula não se comportou como um eficiente adsorvedor de fósforo.

À minha mãe

Dedico

AGRADECIMENTOS

Aos Profs. Ignácio Hernãnn Salcedo e Fernando José Bertino de Figueiredo, pela orientação segura e objetiva, além do apoio e esforço dedicado à conclusão deste trabalho.

A COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR/PRONUCLEAR, pela oportunidade de realização deste trabalho.

Ao Departamento de Energia Nuclear, através do Prof. Suêlido Vita da Silveira, Coordenador do Curso de Introdução à Engenharia Nuclear, pelo estímulo recebido.

INDICE

	Página
I - INTRODUÇÃO	01
II - MATERIAIS E MÉTODOS	02
1. Adsorção de P pela Cápsula Cerâmica	02
1.1 Condição Estática	02
1.2 Condição Dinâmica	03
2. Dessorção de P pela Cápsula Cerâmica	04
2.1 Condição Estática	04
2.2 Condição Dinâmica	04
3. Troca Isotópica	05
3.1 Condição Estática	05
3.2 Condição Dinâmica	05
III - RESULTADOS E DISCUSSÃO	07
IV - CONCLUSÕES	19
Bibliografia	20
Apêndice	21

ÍNDICE DAS FIGURAS

Nº da Figura	Título	Página
FIGURA 1	Atividade do P^{32} da água coletada após passagem através de uma cápsula cerâmica, em função do tempo.	08
FIGURA 2	Atividade do P^{32} na água em contato com uma cápsula cerâmica, com fluxo, em função do tempo.	09
FIGURA 3	Atividade do P^{32} na água em contato com a cápsula cerâmica, com fluxo, utilizada no experimento 1.2 (Adsorção de P^{32} da água, com fluxo), em função do tempo.	11
FIGURA 4	Atividade do P^{32} da água coletada após passagem através da cápsula cerâmica utilizada no experimento 1-2 (Adsorção de P^{32} da água, com fluxo), em função do tempo.	12
FIGURA 5	Atividade de P^{32} em solução $0,1M KH_2 PO_4$ em contato com a cápsula porosa, com fluxo, utilizada no experimento 2-2 (Dessorção do P^{32} em água, com fluxo), em função do tempo.	13
FIGURA 6	Atividade de P^{32} em solução $0,1M KH_2 PO_4$ após passagem através da cápsula porosa utilizada no experimento 2-2 (Dessorção do P^{32} em água, com fluxo), em função do tempo.	14

Nº da Figura	Título	Página
FIGURA 7	Atividade do P^{32} na água em contato com uma cápsula cerâmica, sem fluxo, em função do tempo.	16
FIGURA 8	Atividade do P^{32} na água em contato com a cápsula cerâmica, sem fluxo, utilizada no experimento 1-1 (Adsorção de P^{32} da água, sem fluxo), em função do tempo.	17
FIGURA 9	Atividade do P^{32} em solução $0,1M KH_2 PO_4$ em contato com a cápsula cerâmica, sem fluxo, utilizada no experimento 2-1 (Dessorção do P^{32} em água, sem fluxo), em função do tempo.	18

ÍNDICE DAS TABELAS

Nº DA TABELA	TÍTULO	PÁGINA
TABELA 1	Atividade do P^{32} na água em contato com uma cápsula Cerâmica, com fluxo, em função do tempo ⁽¹⁾ .	22
TABELA 2	Atividade do P^{32} da água coletada após passagem através de uma cápsula cerâmica, em função do tempo.	24
TABELA 3	Atividade do P^{32} na água em contato com a cápsula cerâmica, com fluxo, utilizada no experimento 1-2 (Adsorção em P^{32} da água, com fluxo), em função do tempo.	25
TABELA 4	Atividade do P^{32} da água coletada após passagem ⁽¹⁾ através da cápsula cerâmica, utilizada no experimento 1-2 (Adsorção de P^{32} da água, com fluxo), em função do tempo.	26
TABELA 5	Atividade de P^{32} em solução $0,1M KH_2 PO_4$ em contato com a cápsula cerâmica, com fluxo, utilizada no experimento 2-2 (desorção do P^{32} em água, com fluxo), em função do tempo.	28

Nº DA TABELA	TÍTULO	PÁGINA
TABELA 6	Atividade de P^{32} em solução $0,1M KH_2 PO_4$ após passagem através da cápsula cerâmica utilizada no experimento 2-2 (Dessorção do P^{32} em água, com fluxo), em função do tempo.	29
TABELA 7	Atividade do P^{32} na água em contato com uma cápsula cerâmica, sem fluxo, em função do tempo.	30
TABELA 8	Atividade de P^{32} na água em contato com a cápsula cerâmica, sem fluxo, utilizada no experimento 1-1 (Adsorção de P^{32} em água, sem fluxo), em função do tempo.	32
TABELA 9	Atividade de P^{32} em solução $0,1M KH_2 PO_4$ em contato com a cápsula cerâmica, sem fluxo, utilizada no experimento 2-1 (dessorção do P^{32} em água, sem fluxo), em função do tempo.	33

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

As medidas de cinética de diluição isotópica de P^{32} em solos, como médio de avaliar o "status" de fertilidade de fósforo dos solos tem sido desenvolvida por Fardeau (1981). Num trabalho posterior (Araújo Filho, 1982) foi proposto a utilização de cápsula cerâmica como médio de amostrar a solução, onde esta se processando a troca isotópica, em forma contínua.

No presente trabalho analisou-se o comportamento da cápsula cerâmica em relação a sua capacidade de adsorver e desorver fósforo, para poder estimar o tipo de perturbação que poderia introduzir no processo de diluição isotópica entre o solo e a solução.

CAPÍTULO II

MATERIAIS E MÉTODOS

1. Adsorção de P pela cápsula cerâmica

1.1. Condição Estática

Em bēquer de 2 litros de capacidade adicionar 1000 ml de água deionizada e colocar cápsula cerâmica previamente saturada com água, nivelando a saída do tubo plástico da mesma com o nível da água, para evitar fluxo de saída, começar agitação com agitador magnético. Adicionar 400 μ l de solução de ^{32}P no bēquer e imediatamente retirar 1 ml para medir ^{32}P . Recolher em tubo de contagens, alíquotas de 1,0 ml da água do bēquer, em intervalos de tempo determinados, conforme a tabela 01.

As alíquotas de 1 ml colocadas nos tubos de contagem, adicionar 9 ml de água deionizada. Levar ao cintilador líquido e medir a radioatividade pela radiação Cerenkov.

TABELA 01

Nº DE EVENTOS	TEMPO DO EVENTO
5	1'
5	5'
5	30'
N	60'

1.2. Condição Dinâmica

Em bēquer de 2 litros de capacidade adicionar 1 litro de água desionizada e colocar cāpsula cerāmica, previamente saturada com água, criando um desnível de 85 cm entre a superfície da água no bēquer e a saída do tubo plāstico. Começar agitação com agitador magnético e recolher a água saindo pelo tubo plāstico (efluente) cronometrando o tempo/gota. Após estabilizado o fluxo adicionar 400µl de solução ^{32}P e imediatamente retirar 1 ml dessa solução para medir ^{32}P . Recolher em tubos de contagens, alíquotas de 1,0 ml de água do bēquer, em intervalos de tempo determinados, conforme Tabela 01.

Recolher o efluente durante intervalos de 60 min. Comprindo cada intervalo, trocar o tubo coletor, e pipetar 1ml da solução coletada para medição do ^{32}P . Realizar as medidas de ^{32}P de acordo ao explicado acima.

2. Dessorção de P pela cápsula cerâmica

2.1. Condição estática

Retirar a cápsula utilizada em 1.1, lavar externamente com uma piceta com água, e remover a solução do tubo plástico mais a solução interna da cápsula, aplicando pressão na saída do tubo plástico com uma seringa com água, recolhendo em tubo de contagem 1,5 g (trabalhar sobre a balança) da solução são pela cápsula. Guardar a cápsula durante a noite em atmosfera saturada com vapor de água. Recolocar a cápsula utilizada em 1.1, segundo o descrito em 1.1, sendo que neste caso, a cápsula estará já com P^{32} e será imersa em 0,5 l de água desionizada. Dosar P^{32} de acordo ao dito acima.

No fim do dia colocar a cápsula em bēquer com água renovada. No dia seguinte fazer nova amostragem de 2 ml e dosar ^{32}P .

2.2. Condição Dinâmica

Lavar a cápsula e recolher volume interno de acordo ao descrito em 2.1. Montar novamente a cápsula utilizada em 1.2 no sistema com saída de fluxo, sendo que neste caso, a cápsula estará saturada de P^{32} , e imersa em 1 litro de água desionizada. Recolher em tubos de contagens, alíquotas de 2,0 ml de solução de P^{32} da água do bēquer, em intervalos de tempo determinados, conforme a tabela 01. Recolher em tubos de contagens, alíquotas da água do efluente, em intervalos de tempo, conforme a tabela 01. Determinar alíquota coletada em

cada intervalo e completar o volume até 10 ml para dosar ^{32}P .

3. Troca isotópica

3.1. Condição Estática

Com a cápsula utilizada em 2.1, preparar um sistema sem saída de fluxo, colocando no béquer, ao invés de água, solução 0,1M de KH_2PO_4 . Recolher, em tubos de contagem, alíquotas de 2 ml de solução, em intervalos de tempo conforme à tabela 01. Dosar o ^{32}P das amostras.

3.2. Condição Dinâmica

Com a cápsula utilizada em 2.2 montar novamente o sistema com saída de fluxo, sendo que neste caso, a cápsula será imersa em solução 0,1 M de KH_2PO_4 . Recolher em tubos de contagem alíquotas de 2 ml da solução do béquer em intervalos de tempo determinados, conforme à tabela 01. Recolher em tubos de contagem alíquotas da solução efluente em intervalos de tempo conforme à tabela 01. Determinar alíquota coletada em cada intervalo e completar o volume até 10 ml para dosar ^{32}P .

Naqueles experimentos que se estenderam por mais de 24 hs, fêz-se a correção pelo decaimento de ^{32}P . As contagens foram feitas para obter-se um erro de contagem de 1% ou um tempo máximo de contagem de 20 min. Todos os dados de radioatividade foram encontrados por radiação Cerenkov, sem correção por eficiência de contagem, motivo pelo qual foram expres-

sados como cpm e não como dpm. As medidas de radioatividade foram feitas num cintilador líquido Beckman Modelo LC 100. As cápsula de cerâmica tinham 7 mm de diâmetro e 27 mm de comprimento com uma espessura média na parede de 2mm. No furo central introduziu-se aproximadamente 3 mm de uma das extremidades de um tubinho plástico (3 mm de diâmetro externo) com 1,5m de comprimento, e foi colado com supra-brond.

CAPÍTULO III

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nos seis experimentos encontram-se reunidos em 09 gráficos, nos quais foram indicados as atividades obtidas nas varias amostragens realizadas.

Na figura 1 representam-se os dados de radioatividade do efluente, isto é, da água com ^{32}P em equilíbrio com a cápsula, que passava através da mesma, para sair finalmente pelo tubo de plástico. Os dados mostram que, ainda após 32 hs de fluxo, o nível de radioatividade desse efluente manteve-se pouco acima da medida de contagem de fundo. Isto, apesar da água no béquer em contato com a cápsula ter 65.984 cpm/ml. Portanto, e para o período de tempo estudado, a cápsula comportou-se como um reservatório de enorme dimensão. A radioatividade da água com ^{32}P em contato com a cápsula manteve-se relativamente constante nas primeiras 7 hs descendo bruscamente no dia seguinte. É possível que isto tenha sido produzido pe-

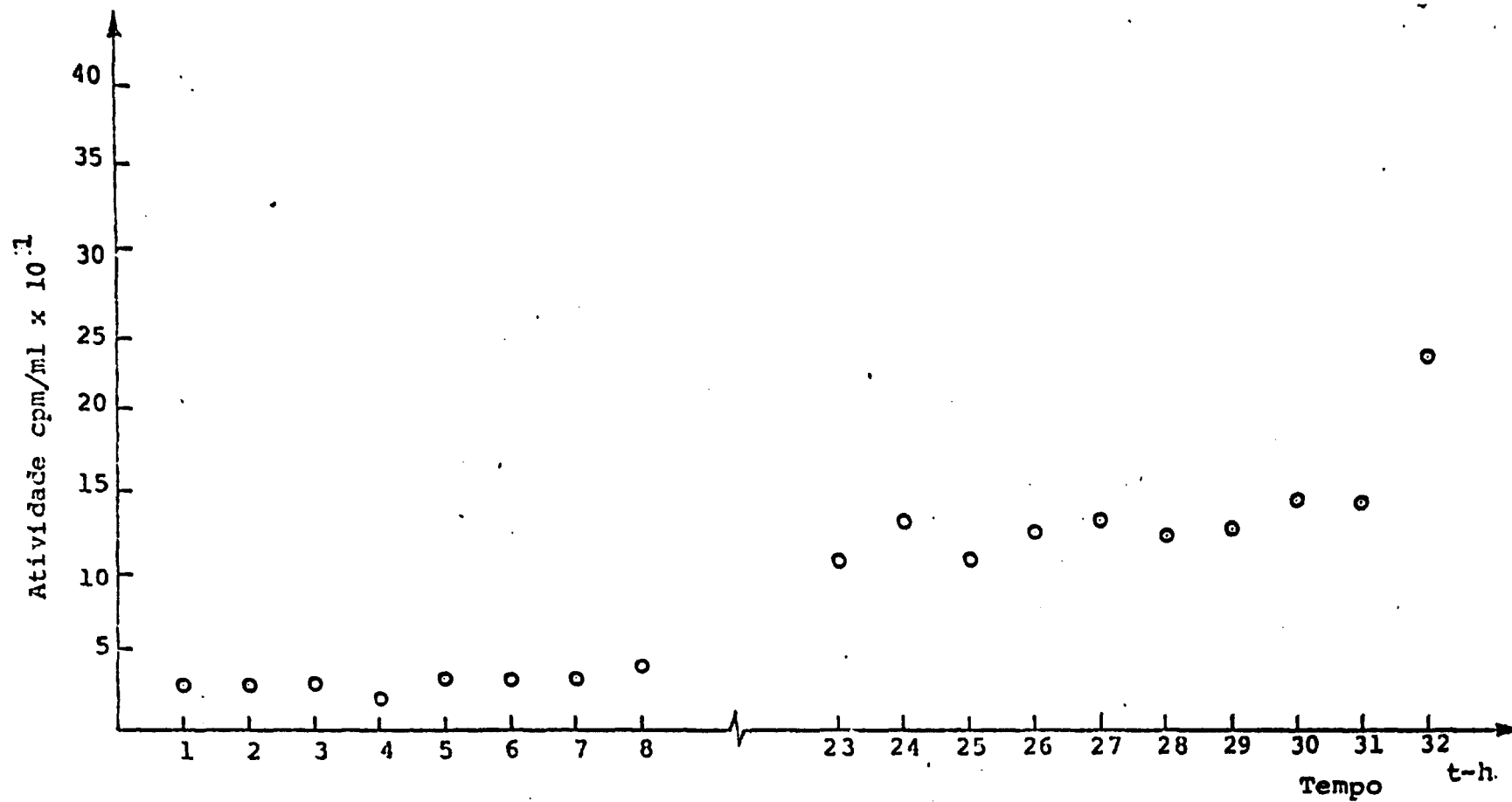


FIG. 1 - Atividade do P³² da água coletada após passagem através de uma cápsula cerâmica, em função do tempo.

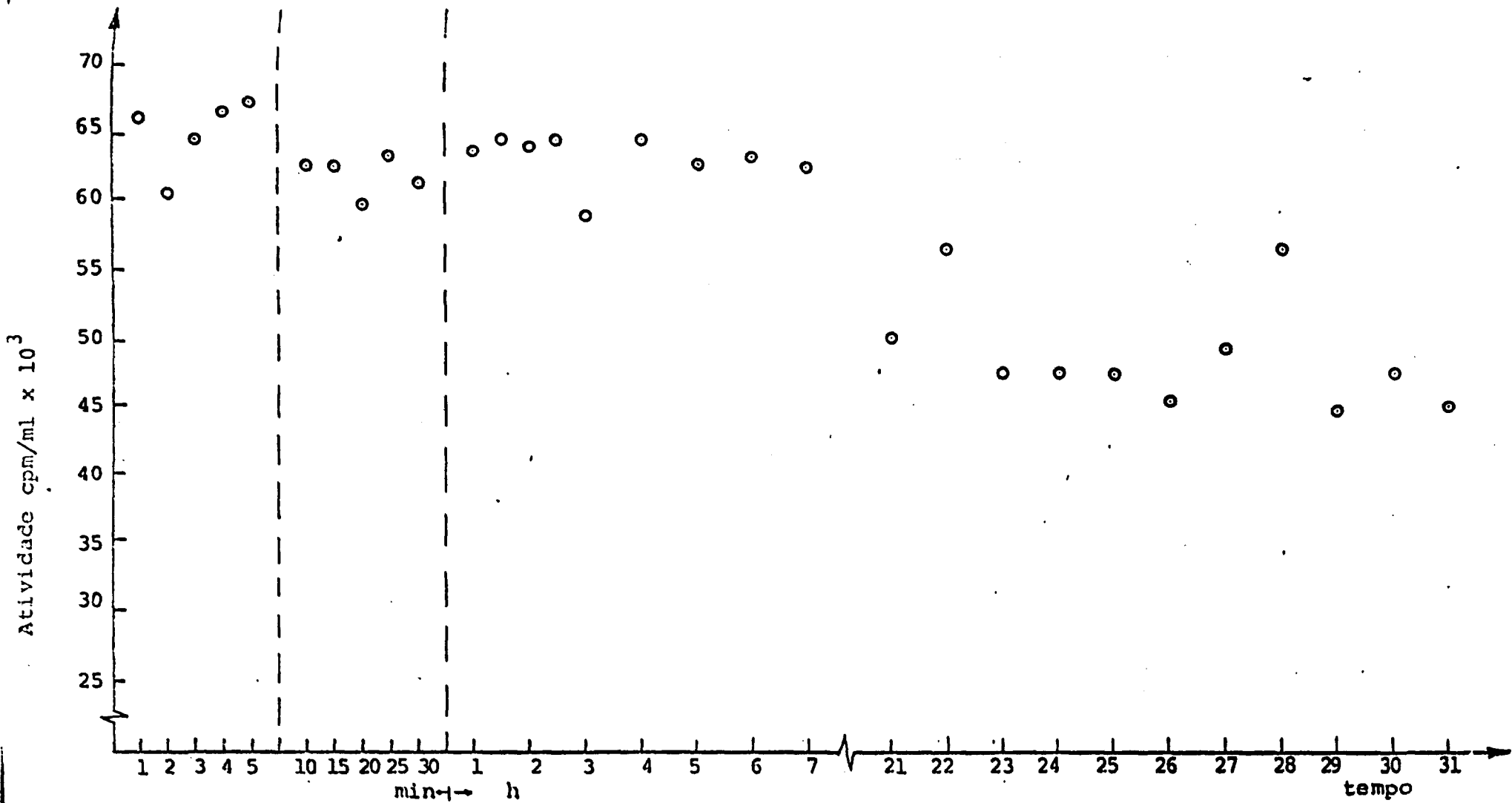


FIG. 2 - Atividade do P³² na água em contato com uma cápsula cerâmica, com fluxo, em função do tempo

lo desenvolvimento de microorganismos que, durante o período da noite em que foi desligado o agitador magnético, tenham-se reproduzido rapidamente e consumido parte do P. A quantidade de ^{32}P é tão pequena que ainda um consumo mínimo, afetaria sua atividade final.

A radioatividade do volume interno de sistema (cápsula mais tubinho plástico) determinado antes de iniciar-se o experimento de dessorção indicou 690666 cpm em 1,68 g de solução (411.110 cpm/ml), o que confirma que os porcos da cápsula estão atuando como um reservatório para o P.

Na figura 3 representaram-se os dados de dessorção do ^{32}P da cápsula, com fluxo, para sobrenadante. Os dados mostram, após 7 hs de contato, uma tendência ao equilíbrio com uma atividade de ao redor de 1200 cpm/ml, bem menor que a do efluente (Figura 4). Isto é lógico considerando-se que o processo de difusão do ^{32}P da cápsula para a água do béquer foi de direção oposta ao fluxo da água.

Os dados de dessorção de ^{32}P medidos pelo efluente tiveram um comportamento difícil de se justificar. Seria lógico esperar que as alíquotas tiveram no início uma radioatividade elevada, para começar a diminuir com o tempo, a medida que a cápsula diminui-se sua saturação com ^{32}P .

A dessorção do ^{32}P quando trocado isotopicamente com uma solução 0,1M de ^{31}P foi rápida, atingindo o equilíbrio em aproximadamente 8 a 9 hs (Figuras 5 e 6). Neste caso, também, a radioatividade da solução de P em equilíbrio com a cápsula foi bem menor que a do efluente, pelo fato do ^{32}P estar difundindo em direção oposta ao fluxo de solução aquosa.

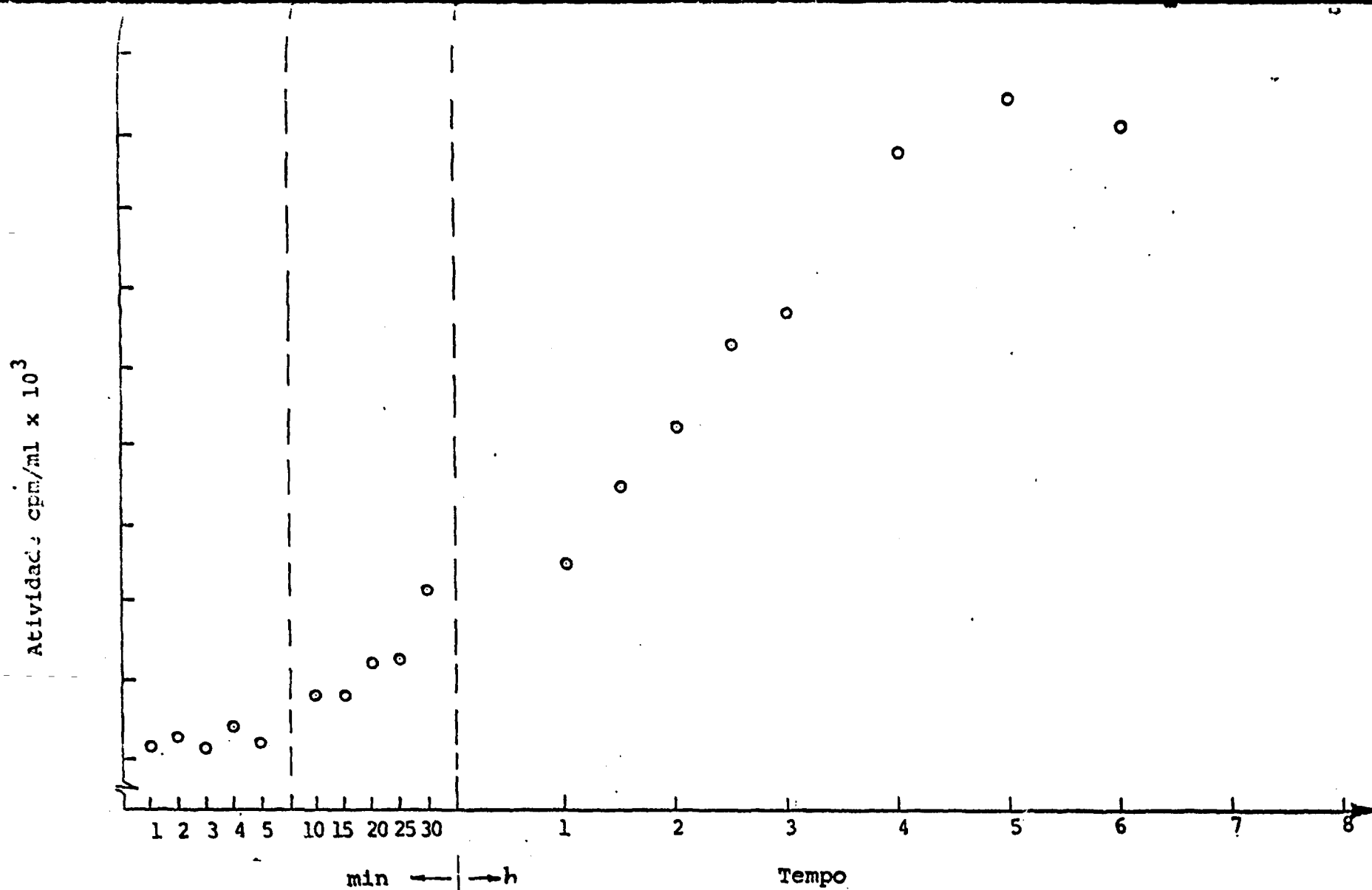


FIG. 3 - Atividade do P^{32} na água em contato com a cápsula cerâmica, com fluxo, utilizada no experimento 1.2 (Adsorção de P^{32} da água, com fluxo), em função do tempo.

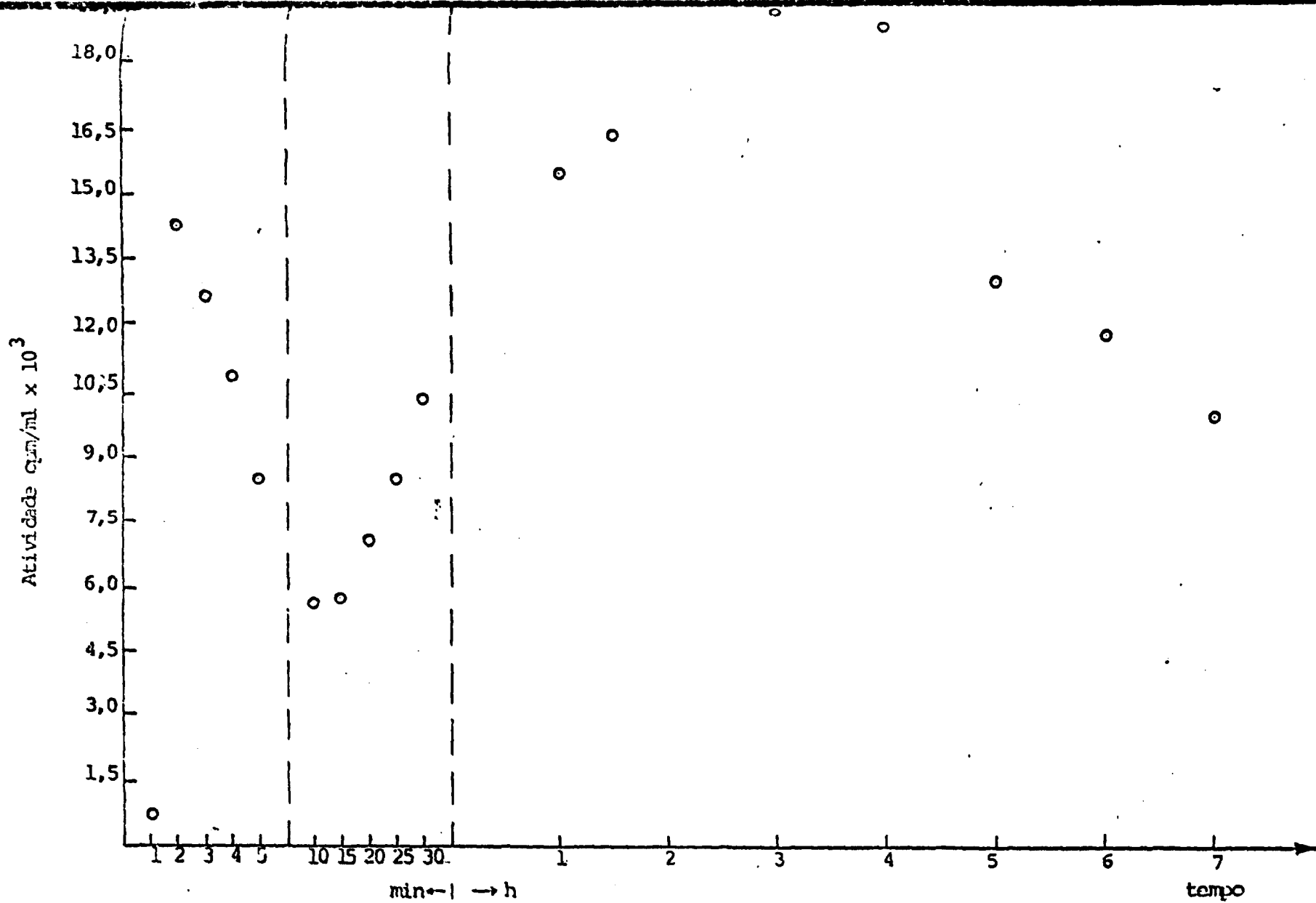


FIG. 4 - Atividade do P³² da água coletada após passagem através da cápsula cerâmica utilizada no experimento 1-2 (Adsorção de P³² da água, com fluxo), em função do tempo.

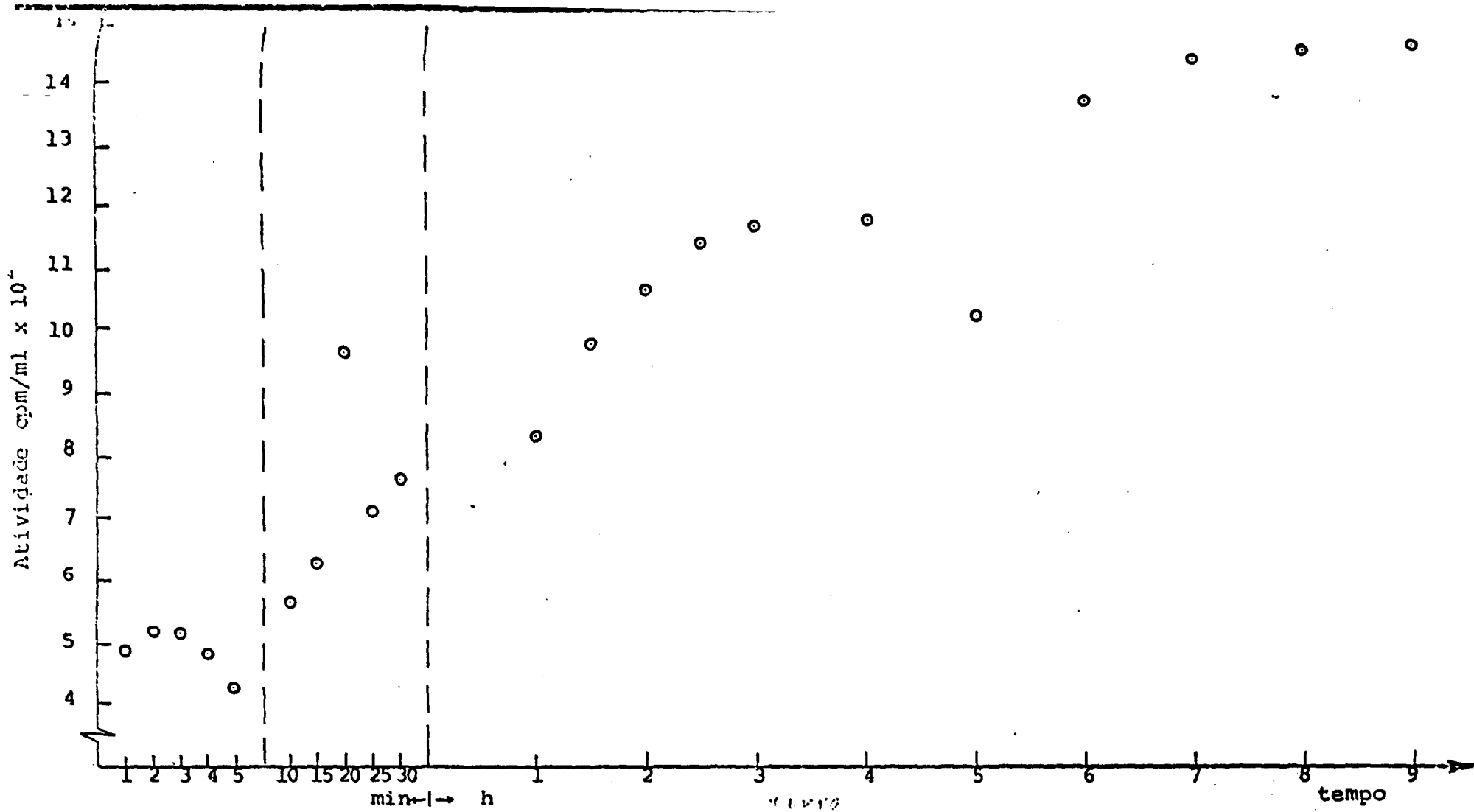


FIG. 5 - Atividade de P^{32} em solução $0,1M K_2 H_2 PO_4$ em contato com a cápsula porosa, com fluxo, utilizada no experimento 2-2 (Dessorção do P^{32} em água, com fluxo), em função do tempo.

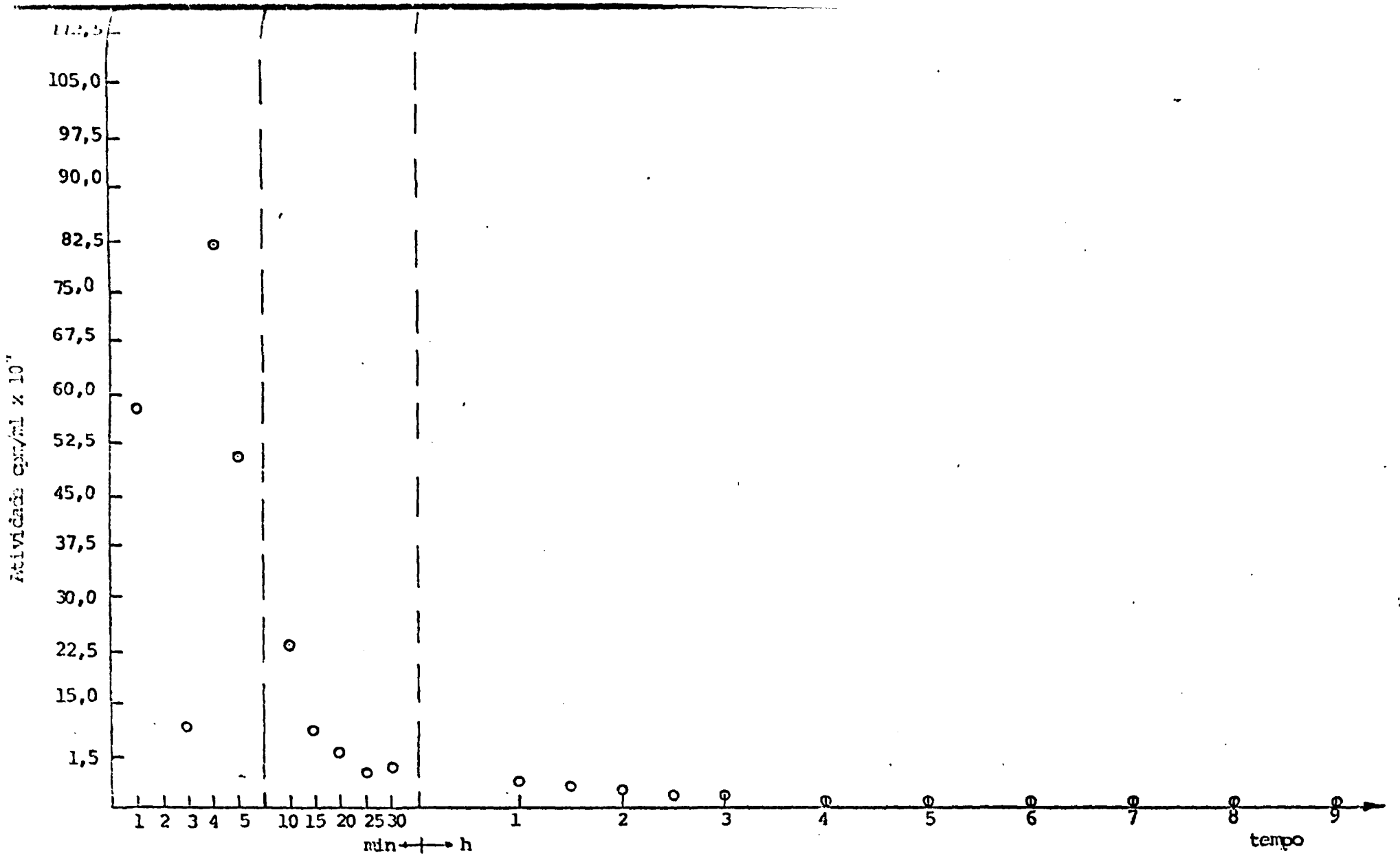


FIG. 6 - Atividade de P^{32} em solução 0,1M KH_2PO_4 após passagem através da cápsula porosa utilizada no experimento 2-2 (Dessorção do P^{32} em água, com fluxo), em função do tempo.

Nota-se na figura 6 que muitos dos valores de radioatividade/ml foram superiores à radioatividade adicionada ao sistema. Isto permitiria concluir que a simples passagem de água não limpa a cápsula e que a mesma mantém-se ainda como um reservatório para o ^{32}P . Este fósforo no entanto, não estaria quimicamente adsorvido, permitindo assim, a troca isotópica.

Os valores de radioatividade da água em ^{32}P em contato com a cápsula sem fluxo, sugerem que a mesma não se comportou como um absorvedor eficiente de P, embora o tempo de contato tenha sido de 31 hs (Figura 7). Vale salientar que, neste caso, não foi notada descontinuidade na radioatividade em função do tempo, como fora comentada para o experimento com fluxo.

Os dados de desorção em água e em solução 0,1M de P (Figura 8 e 9) confirmam o dito em relação as propriedades de adsorção, já que, ainda com a solução 0,1M de P, obteve-se uma radioatividade muito baixa.

A radioatividade na água do volume interno do sistema, medida no intervalo entre o experimento de adsorção e desorção foi de 13261 cpm/ml, isto é, 30 vezes menor que o valor obtido com a cápsula com fluxo.

É possível que a difusão do ^{32}P para o interior da cápsula, na ausência de fluxo de água, seja muito limitado pela tortuosidade dos poros da cápsula.

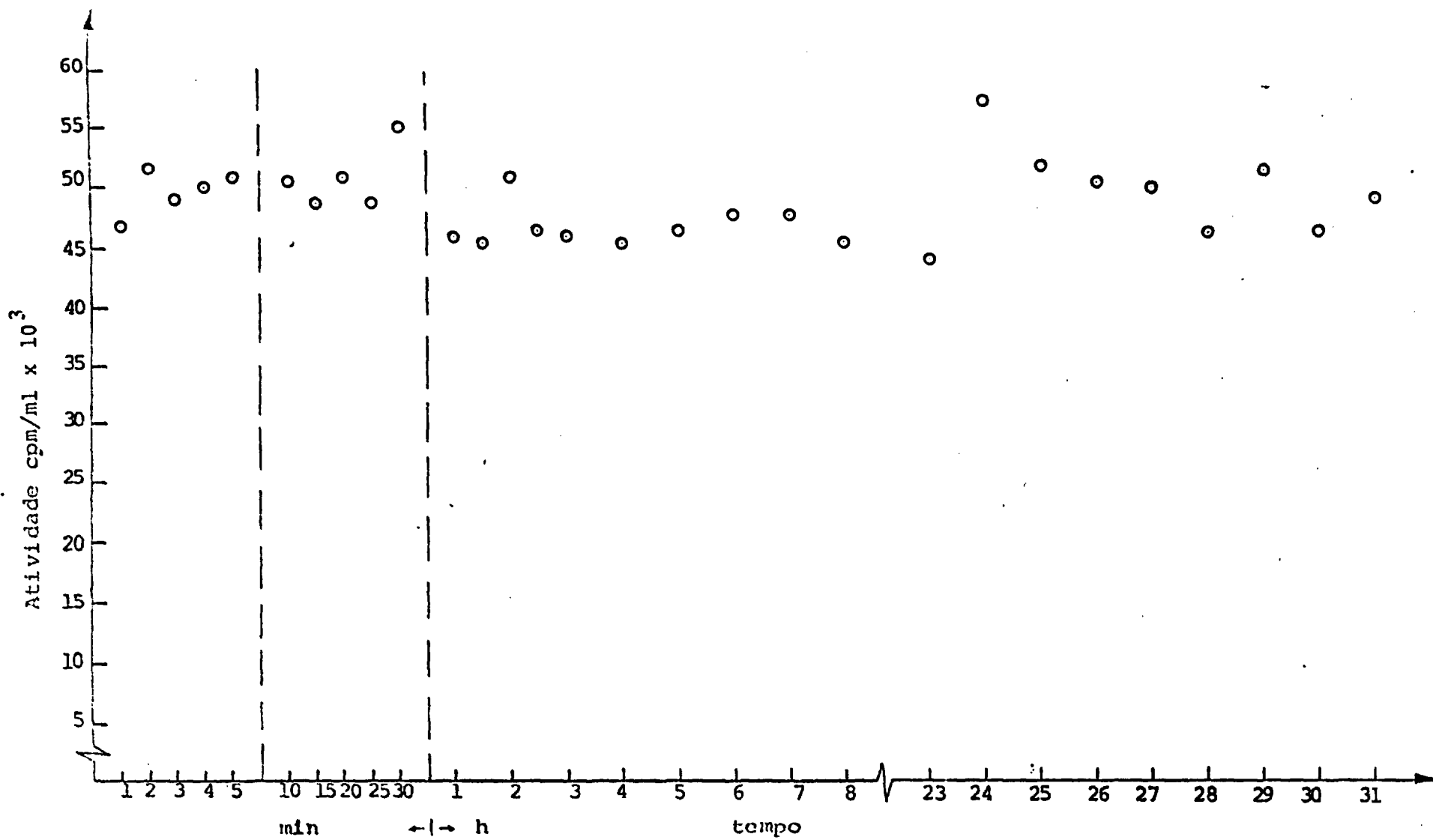


FIG. 7 - Atividade do P³² na água em contato com uma cápsula cerâmica, sem fluxo, em função do tempo.

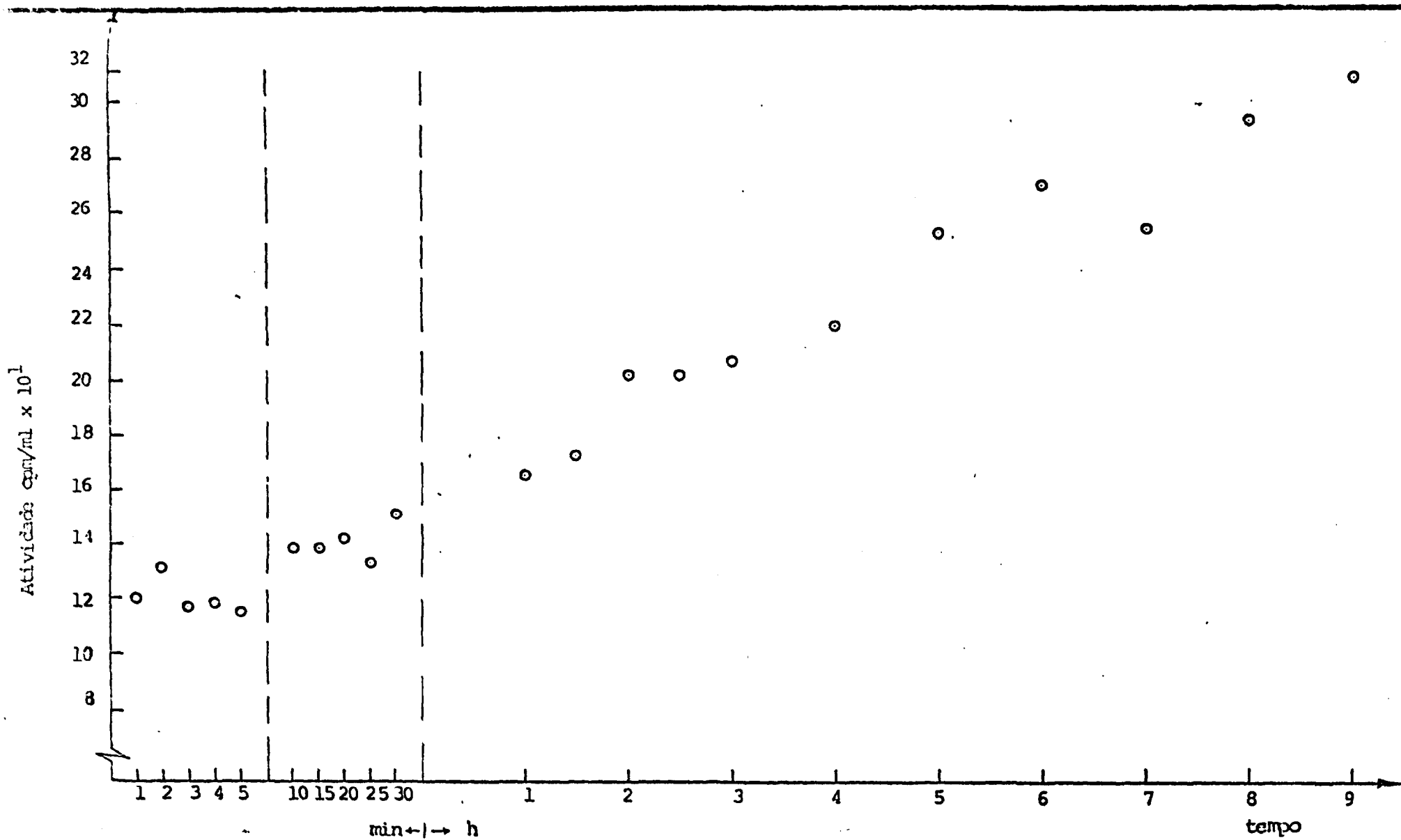


FIG. 8 - Atividade do P^{32} na água em contato com a cápsula cerâmica, sem fluxo, utilizada no experimento i-1 (Adsorção de P^{32} da água, sem fluxo), em função do tempo.

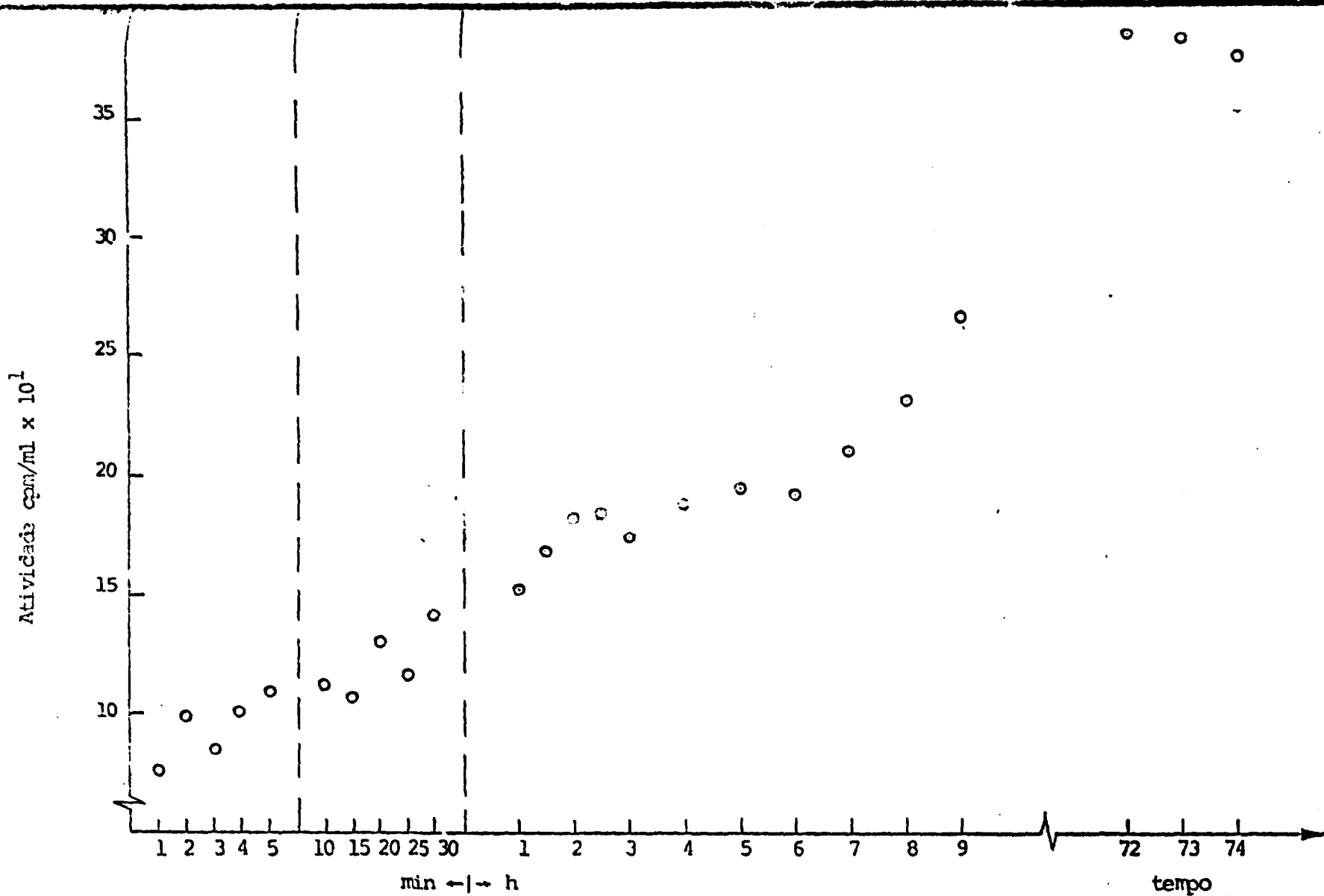


FIG. 9 - Atividade do P^{32} em solução $0,1M KH_2 PO_4$ em contato com a cápsula cerâmica, sem fluxo, utilizada no experimento 2-1 (Dessorção do P^{32} em água, sem fluxo), em função do tempo.

CAPÍTULO IV

CONCLUSÕES

Determinou-se que a cápsula cerâmica, com fluxo reteve fósforo da solução, que o mesmo não é facilmente removível por lavagem com água mas que não reage quimicamente com a capsula, já que foi possível removê-lo através de troca isotópica.

Na ausência de fluxo a cápsula não se comportou como um eficiente adsorvedor de fósforo.

BIBLIOGRAFIA

ARAÚJO FILHO, J. S. Modelo cinético da troca isotópica num sistema bifásico. Monografia nº 18. Departamento de Energia Nuclear, UFPe. 1982, 30 fls. único.

FARDEAN, J. C. Cinétiques de dilution isotopique et phosphore assimilable des sols. These de Doctorat D'Etat. L'Université Pierre et Marie Curie. Paris 6. 1981, 198 fls. único.

APÊNDICE

TABELA 1 - ATIVIDADE DO P³² NA ÁGUA EM CONTATO COM UMA
CÁPSULA CERÂMICA, COM FLUXO, EM FUNÇÃO DO
TEMPO⁽¹⁾

EVENTOS	TEMPO ACUMULADO		ATIVIDADE cpm / ml ⁽²⁾
	Min	Hora	
1	1		65983
2	2		60310
3	3		64434
4	4		66411
5	5		67216
6	10		62581
7	15		62607
8	20		59862
9	25		63123
10	30		61256
11	60		63855
12	90		64537
13	120		64136
14	150		64342
15	180		59054
16		4	64591
17		5	63039
18		6	63426
19		7	62358
20		21	50340
21		22	56734
22		23	47476
23		24	47559
24		25	47349
25		26	45431
26		27	49229

Cont.

CONTINUAÇÃO da Tabela 1

EVENTOS	TEMPO ACUMULADO		ATIVIDADE cpm / ml
	Min.	Hora	
27		28	56621
28		29	44755
29		30	47513
30		31	45077

(1) Em cada tempo de amostragem retirou-se uma alíquota de
1 ml.

TABELA 2 - ATIVIDADE DO P³² DA ÁGUA COLETADA APÓS
PASSAGEM ATRAVÉS DE UMA CÁPSULA CERÂMICA,
EM FUNÇÃO DO TEMPO

EVENTOS	TEMPO ACUMULADO (2)		ATIVIDADE (1) cpm / ml
	Min.	Hora	
1		1	29
2		2	27
3		3	27
4		4	21
5		5	31
6		6	31
7		7	33
8		8	38
9		23	107
10		24	132
11		25	105
12		26	121
13		27	131
14		28	124
15		29	126
16		30	142
17		31	143
18		32	233

- (1) Nos intervalos amostrados recolheram-se alíquotas maiores, dos quais retirou-se 1 ml para medir a radioatividade.
- (2) Houve variação de fluxo em função do tempo. Para as primeiras 7 horas obtiveram-se 5,4 segundos/gota (Fluxo= $5,18 \times 10^{-3}$ ml/s) e de 21 horas em diante diminuiu para 8,3 segundos/gota (Fluxo= $3,37 \times 10^{-3}$ ml/s).

TABELA 3 - ATIVIDADE DO P^{32} NA ÁGUA EM CONTATO COM A CÁPSULA CERÂMICA, COM FLUXO, UTILIZADA NO EXPERIMENTO 1-2 (ADSORÇÃO EM P^{32} DA ÁGUA, COM FLUXO), EM FUNÇÃO DO TEMPO.

EVENTOS	TEMPO ACUMULADO		ATIVIDADE cpm / ml
	Min.	Hora	
1	1		209
2	2		226
3	3		214
4	4		238
5	5		216
6	10		280
7	15		282
8	20		322
9	25		331
10	30		419
11	60		454
12	80		550
13	120		621
14	150		727
15	180		762
16		4	972
17		5	1036
18		6	1005
19 (1)		7	1172
20		20	96

(1) Até o evento 19 inclusive a água não foi renovada; após essa medição renovou-se e deixou-se mais 2 horas.

TABELA 4 - ATIVIDADE DO P^{32} DA ÁGUA COLETADA APÓS PASSAGEM ⁽¹⁾ ATRAVÉS DA CÁPULA CERÂMICA, UTILIZADA NO EXPERIMENTO 1-2 (ADSORÇÃO DE P^{32} DA ÁGUA, com FLUXO), EM FUNÇÃO DO TEMPO.

EVENTOS	TEMPO ACUMULADO		ATIVIDADE cpm / ml
	Min.	Hora	
1	1		679
2	2		14226
3	3		12690
4	4		10822
5	5		8497
6	10		5620
7	15		5774
8	20		7109
9	25		8485
10	30		10327
11	60		15486
12	90		16324
13	120		20709
14	150		19848
15	180		19419
16		4	18848
17		5	13042
18		6	11795
19 ⁽²⁾		7	10009
20		20	1970
21		22	1444
22		24	1331
23		26	1369
24		28	1217
25		30	1195
26		44	642

Cont.

CONTINUAÇÃO da Tabela 4

EVENTOS	TEMPO ACUMULADO		ATIVIDADE cpm / ml
	Min.	Hora	
27		46	915
28		48	5723
29		50	2277
30		52	1753
31		54	1579
32		56	1005

(1) 7,6 Segundos/gota (Fluxo= $8,55 \times 10^{-3}$ ml/s)

(2) Após amostragem do evento 19, renovou-se a água em contato com a cápsula. Continuou-se a renovar a água após cada colheita subseqüente de efluente até o evento 32.

TABELA 5 - ATIVIDADE DE P^{32} EM SOLUÇÃO 0,1M KH_2PO_4 EM CONTATO COM A CÁPSULA CERÂMICA, COM FLUXO, UTILIZADA NO EXPERIMENTO 2-2 (DESSORÇÃO DO P^{32} EM ÁGUA, COM FLUXO), EM FUNÇÃO DO TEMPO.

EVENTOS	TEMPO ACUMULADO		ATIVIDADE cpm / ml
	Min.	Hora	
1	1		486
2	2		515
3	3		511
4	4		479
5	5		430
6	10		563
7	15		624
8	20		960
9	25		711
10	30		766
11	60		834
12	90		980
13	120		1064
14	150		1141
15	180		1171
16		4	1177
17		5	1021
18		6	1366
19		7	1434
20		8	1446
21		9	1459

TABELA 6 - ATIVIDADE DE P^{32} EM SOLUÇÃO 0,1M KH_2PO_4 APÓS PASSAGEM ATRAVÉS DA CÁPSULA CERÂMICA UTILIZADA NO EXPERIMENTO 2-2 (DESSORÇÃO DO P^{32} EM ÁGUA, COM FLUXO), EM FUNÇÃO DO TEMPO.

EVENTOS	TEMPO ACUMULADO		ATIVIDADE cpm / ml
	Min.	Hora	
1	1		577437
2	2		1224941
3	3		118685
4	4		815507
5	5		507083
6	10		229856
7	15		110069
8	20		78869
9	25		51229
10	30		57831
11	60		39577
12	90		27788
13	120		19054
14	150		16499
15	180		13315
16		4	10505
17		5	9200
18		6	8996
19		7	6846
20		8	6782
21		9	6123

TABELA 7 - ATIVIDADE DO P³² NA ÁGUA EM CONTATO COM
 UMA CÁPSULA CERÂMICA, SEM FLUXO, EM FUN
 ÇÃO DO TEMPO (1).

EVENTOS	TEMPOS ACUMULADO		ATIVIDADE cpm / ml
	Min.	Hora	
1	1		67260
2	2		71566
3	3		69419
4	4		70460
5	5		71102
6	10		70944
7	15		69178
8	20		71068
9	25		69009
10	30		75380
11	60		66407
12	90		65667
13	120		71386
14	150		66489
15	180		66210
16		4	65900
17		5	66490
18		6	67893
19		7	68010
20		8	65738
21		23	64628
22		24	77655
23		25	72129
24		26	70952
25		27	70414
26		28	66614

Cont.

CONTINUAÇÃO da Tabela 7

EVENTOS	TEMPO ACUMULADO		ATIVIDADE cpm / ml
	Min.	Hora	
27		29	71528
28		30	66906
29		31	69214

(1) Em cada tempo de amostragem retirou-se uma alíquota de
1 ml.

TABELA 8 - ATIVIDADE DE P^{32} NA ÁGUA EM CONTATO COM A CÁPSULA CERÂMICA, SEM FLUXO, UTILIZADA NO EXPERIMENTO 1-1 (ADSORÇÃO DE P^{32} EM ÁGUA, SEM FLUXO), EM FUNÇÃO DO TEMPO.

EVENTOS	TEMPO ACUMULADO		ATIVIDADE cpm / ml
	Min.	Hora	
1	1		121
2	2		132
3	3		117
4	4		119
5	5		116
6	10		140
7	15		140
8	20		143
9	25		133
10	30		152
11	60		167
12	90		174
13	120		204
14	150		204
15	180		209
16		4	222
17		5	254
18		6	273
19		7	257
20		8	298
21 (1)		9	312
22		10	88

(1) Até evento 21 inclusive a água não foi renovada. Após essa medida renovou-se e deixou-se por mais 2 horas.

TABELA 9 - ATIVIDADE DE P^{32} EM SOLUÇÃO 0,1M KH_2PO_4 EM CONTATO COM A CÁPSULA CERÂMICA, SEM FLUXO, UTILIZADA NO EXPERIMENTO 2-1 (DESSORÇÃO DO P^{32} EM ÁGUA, SEM FLUXO), EM FUNÇÃO DO TEMPO.

EVENTOS	TEMPO ACUMULADO		ATIVIDADES cpm / ml
	Min.	Hora	
1	1		74
2	2		96
3	3		84
4	4		99
5	5		108
6	10		111
7	15		108
8	20		129
9	25		117
10	30		140
11	60		153
12	90		168
13	120		181
14	150		184
15	180		175
16		4	189
17		5	195
18		6	194
19		7	210
20		8	232
21		9	265