

# CINÉTICA DO FÓSFORO EM TECIDOS DE CAPRINOS<sup>1</sup>

MAURO SARTORI BUENO<sup>2</sup> e DORINHA MIRIAM SILBER SHMIDT VITTI<sup>3</sup>

**RESUMO** - O objetivo do trabalho foi determinar a cinética do P em alguns tecidos de caprinos submetidos a dietas com quantidade de P insuficiente, adequada e elevada. Foram utilizados nove caprinos machos castrados da raça Alpina, alojados em gaiolas individuais e alimentados por 29 dias com dietas compostas de feno e concentrado suplementado com 0, 1 ou 2 g de P/dia na forma de fosfato bicálcico. No 22º dia os animais receberam injeção de 7,4 MBq de <sup>32</sup>P na jugular esquerda. No 8º dia após a aplicação do traçador, os animais foram abatidos e coletaram-se amostras de fígado, rim, coração e músculo para determinação da cinética do P. As variáveis foram submetidas à regressão com o consumo de P. Os teores de P no coração, músculo e rim mostraram relação linear positiva e significativa com o consumo de P, mas o fígado e osso não. A retenção de <sup>32</sup>P foi significativamente maior no osso, seguida pelo fígado, rins e coração, e inferior no músculo; mostrando relação linear inversa e significativa com o consumo de P em todos os tecidos. A atividade específica padronizada e relativa mostraram maiores valores nos rins, coração e fígado, e menores valores no músculo e osso. Apenas a atividade específica padronizada mostrou relação significativa inversa com o consumo de P em todos os tecidos. Pode-se concluir que o consumo de P determina o seu teor em alguns tecidos, assim como a cinética do elemento entre compartimentos.

Termos para indexação: atividade específica, <sup>32</sup>P, plasma, fígado, rim, coração, músculo, osso.

## KINETICS OF PHOSPHORUS IN GOAT TISSUES

**ABSTRACT** - Nine castrated male alpine goats were kept in metabolism cages for 29 days, receiving a diet consisted of hay and concentrate mixture. Treatments consisted of different amounts of dicalcium phosphate added to the concentrate to give 0, 1 or 2 g P/animal/day. At the 22<sup>nd</sup> day 7.4 MBq <sup>32</sup>P were injected into each animal through left jugular vein. On the 8<sup>th</sup> day after injection the animals were slaughtered and tissues samples were collected. The results were submitted to regression analysis. P content in heart, muscle and kidney showed significant positive relationship with P intake; and liver and bone did not. The <sup>32</sup>P retention showed similar and significantly highest values for bone, followed by liver, kidney, heart and lowest values for muscle, and showed a significantly negative linear relationship with the P content in diet for all tissues. The standard and relative specific activity (SA) showed significantly highest values for kidney, heart, liver and lowest values for muscle and bone. The standard SA showed a significantly negative linear relationship with the P intake for all tissues but not the relative SA. To sum up, these results show that P intake can determine the P levels in some tissues and the kinetics of the element among compartments.

Index terms: specific activity, plasma, <sup>32</sup>P, liver, kidney, heart, muscle, bone.

## INTRODUÇÃO

O P no organismo animal encontra-se em maior quantidade nos ossos (75-85%) e em menor quantidade nos tecidos moles (15-25%), onde desempenha várias funções. A homeostase do P no organismo animal é controlada por um mecanismo hormonal

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 8 de abril de 1998.

Pesquisa financiada pela FAPESP.

<sup>2</sup> Zootecnista, M.Sc., aluno do curso de pós-graduação, CENA/USP, Instituto de Zootecnia, Caixa Postal 60, CEP 13460-000 Nova Odessa, SP. E-mail: izoocft@turing.unicamp.br

<sup>3</sup> Bióloga, Dr<sup>a</sup>., CENA/USP, Caixa Postal 96, CEP 13400-970 Piracicaba, SP. E-mail: dovitti@cena.usp.br

(Georgievskii, 1982), por meio da captação do elemento do plasma e fluidos intersticiais e mobilização das reservas lábeis, entre outros. A disponibilidade das reservas lábeis de P é variável e é determinada pela idade do animal (Annenkov, 1982). O consumo de P pelos animais pode determinar a cinética do P no organismo animal mediante aumento ou diminuição do intercâmbio entre compartimentos (Abou-Hussein et al., 1968).

Os tecidos apresentam teor variável de P, e segundo Smith et al. (1952), em ovinos com 10 meses de idade, esses valores foram: 14,3 no fígado, 11,0 nos rins, 9,0 no coração e 6,7 mg/g MS no músculo. Vitti et al. (1992) encontraram valores de 38,79; 11,12; 10,19 e 6,40 mg P/g MS no osso (costela), fígado, rins e músculo, respectivamente, em ovinos adultos com peso vivo ao redor de 35 kg, em dietas com adequado consumo de P.

Por meio da utilização do radiotraçador  $^{32}\text{P}$ , pode-se marcar o P plasmático e avaliar sua distribuição nos diversos tecidos. A retenção de  $^{32}\text{P}$  (% da atividade administrada/100g de tecido fresco) quantifica a radioatividade (cpm: contagem ou desintegrações por minuto) presente em determinado tecido e representa a substituição do P estável pelo radiotraçador. Desta maneira, pode-se esclarecer a magnitude do intercâmbio do elemento do interior da célula com o plasma e fluidos intersticiais. A correlação positiva entre a retenção do radiotraçador e o teor de P do tecido (Vitti et al., 1992) denota que tecidos com elevado teor de P, como os ossos, são os que apresentam grande intercâmbio de P, movimentando numerosa quantidade do elemento. Abou-Hussein et al. (1968) encontraram ordem de retenção do  $^{32}\text{P}$  nos tecidos moles decrescente no fígado, rins, coração e músculo e detectaram aumento dos valores com o aumento da ingestão de P em ovinos. Vitti et al. (1992), com ovinos, e Arrington et al. (1963), com bezerras, encontraram retenção maior no osso e, nos demais tecidos moles, ordem de retenção similar à verificada por Abou-Hussein et al. (1968). Foi encontrada ordem de retenção decrescente no fígado, rim, coração e osso por Lobão & Crocomo (1974). Tecidos com pouco P teriam menor radioatividade, mas poderiam ter um intenso metabolismo, ou seja, grande velocidade de captação e mobilização do elemento pelas células. Para compensar as dife-

renças em conteúdo de P dos diversos tecidos, os dados podem ser expressos como atividade específica ( $\text{AE} = \text{cpm}^{32}\text{P}/\text{mg P}$ ). Pode-se padronizar a AE em função da atividade injetada nos animais e por unidade de peso vivo (AE padronizada) e, assim, servir como indicador de taxa metabólica do elemento nos tecidos. A AE relativa ( $\text{AE tecido}/\text{AE plasma}$ ) também expressa a taxa metabólica do tecido em relação ao P, pois sendo a AE do plasma e fluidos extracelulares, após a aplicação do radiotraçador, mais elevadas que a da célula, o intercâmbio do elemento entre esses compartimentos faz com que a AE do tecido aumente até se igualar à do plasma, quando então o valor da AE relativa será igual a 1. Smith et al. (1951), com suínos, e Smith et al. (1952), com ovinos, encontraram ordem de AE padronizada e relativa decrescentes no fígado, rins, coração e músculos. Vitti et al. (1992), com ovinos suplementados com diferentes fontes de P e abatidos 216 horas após a administração do radiotraçador, encontraram ordem decrescente de AE padronizada nos rins, fígado, músculo e osso, mostrando assim quais os locais de rápido intercâmbio do elemento com os fluidos extracelulares.

O objetivo do estudo foi determinar a cinética do P em alguns tecidos de caprinos submetidos a dietas com quantidade de P insuficiente, adequada e elevada.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados nove caprinos machos castrados, da raça alpina, com um ano de idade e peso vivo médio de 34,6 kg mantidos em gaiolas individuais no biotério da Seção de Ciências Animais do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/USP), em Piracicaba, SP. Os animais foram alimentados durante 29 dias com feno de *Cynodon dactylon* L. Pears (700 g/dia) e concentrado (200 g/dia) composto de farinha de mandioca, uréia e minerais sem P. Ao concentrado foram adicionados 0, 1 e 2 g de P (tratamentos 0, 1 e 2, respectivamente), proveniente do fosfato bicálcico (95,6% de matéria seca; 89,06% de cinzas, 20,24% de P; 23,30% de Ca e 208,7 ppm de F). A composição bromatológica da dieta encontra-se na Tabela 1.

No 22º dia os animais receberam injeção de 7,4 MBq de  $^{32}\text{P}$  ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  - livre de carregador) na jugular esquerda, pela manhã. No 8º dia após a aplicação do traçador, os

animais foram sacrificados e coletadas amostras de fígado, rim esquerdo, coração, músculo (semitendinoso) e osso (12ª costela), para determinação do teor de matéria seca (MS), a 100°C, teor de P (Fiske & Subbarow, 1925) e a atividade pelo efeito Cerenkov (International Atomic Energy Agency, 1979). Foram calculadas a retenção do radionuclídeo (% da atividade injetada/100 g tecido fresco) pelos diversos tecidos, como em Lobão & Crocomo (1974), a atividade específica padronizada ( $[(\text{cpm/g MS} + \text{mg P/g MS}) + (\text{cpm injetada} + \text{kg peso vivo})]$ ) e a atividade específica relativa (AE tecido/AE plasma), como em Smith et al. (1952).

Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado (n=9), com três repetições por tratamento e os resultados foram submetidos à análise de regressão para quantidade de P consumida (mg P/kg de peso vivo). Para comparações entre tecidos, utilizou-se análise de variância e o teste de Tukey, para comparações de médias.

**TABELA 1. Composição químico-bromatológica das dietas experimentais em percentagem da matéria seca.**

Compo- nentes	Tratamentos		
	0	1	2
MS (%)	82,56	82,56	82,56
MO	96,37	95,79	94,95
PB	8,12	8,25	8,47
FB	30,03	30,42	30,07
Ca	0,22	0,38	0,54
P	0,10	0,23	0,37
Ca : P	2,2 : 1	1,7 : 1	1,5 : 1

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo de matéria seca pelos animais (Tabela 2) foi aproximadamente 2% do peso vivo, que, segundo o National Research Council (1981), corresponde ao valor de consumo de manutenção. Os animais consumiram quantidades de P que podem ser consideradas, segundo o National Research Council (1981), como insuficiente, adequada e excessiva para manutenção de caprinos nos tratamentos 0, 1 e 2, respectivamente. O teor de P no plasma dos animais mostrou efeito linear positivo ( $P < 0,05$ ,  $r = 0,54$ ) com a ingestão de P pela dieta.

Os teores de P entre os tecidos (Tabela 3) mostraram diferença significativa ( $P < 0,01$ ), tendo o osso o maior valor, seguido pelo fígado, rins, coração e músculo, com valores inferiores e similares entre si. O aumento do consumo de P levou a um aumento linear do teor deste elemento no coração ( $P < 0,05$ ,  $r = 0,72$ ), músculo ( $P < 0,05$ ,  $r = 0,65$ ) e rins ( $P < 0,01$ ,  $r = 0,79$ ), e não causou efeito significativo ( $P > 0,05$ ) no fígado e no osso.

A ordem de concentração de P nos diversos tecidos de caprinos concorda com os valores encontrados por Vitti et al. (1992), em ovinos.

As correlações significativas inversas entre teor de P nos tecidos e a AE padronizada ou relativa (Tabela 7) denota que aqueles com menores teores de P, como os tecidos moles, mostraram maior taxa metabólica do elemento, ou seja, maior velocidade de intercâmbio com os fluidos extracelulares até a data de coleta das amostras. Provavelmente o osso, com elevado teor de P e menores valores de AE padronizada e relativa, necessitaria de maior espaço de tempo para apresentar decréscimo significativo no seu teor. Contrariamente ao esperado, o fígado, com

**TABELA 2. Consumo de matéria seca (MS) e de fósforo e valores plasmáticos de fósforo em caprinos.**

Variáveis	Tratamentos		
	0	1	2
Peso vivo (kg)	34,4 ± 1,1	34,8 ± 0,8	34,8 ± 0,9
MS consumida (% peso vivo)	2,10 ± 0,15	2,05 ± 0,12	2,08 ± 0,21
P consumido (mg/kg pv)	22,43 ± 2,66	51,74 ± 12,46	81,49 ± 13,72
P plasma (mg/100 mL)	4,86 ± 1,11	6,06 ± 1,61	6,27 ± 0,81

valores mais elevados de AE padronizada e relativa não mostrou efeito da diminuição do consumo de P pelos animais, provavelmente, devido à menor precisão dos valores encontrados para o tratamento 2.

Os valores de teor de P no fígado, rins e coração foram superiores aos encontrados por Smith et al. (1952), em ovinos. Vitti et al. (1992) encontraram valores inferiores aos deste estudo em fígado, rins, músculo e osso de ovinos. Os resultados indicam que o teor de P nos tecidos de caprinos parece ser diferente ao da espécie ovina, cujo osso apresentou valor muito superior. Park (1990) encontrou teor de P no fígado de caprinos menor e no músculo valor similar ao encontrado neste estudo.

Os valores de retenção de  $^{32}\text{P}$  nos diversos tecidos (Tabela 4) mostraram efeito linear inverso ( $P < 0,01$ ) com consumo de P em todos os tecidos. Pode-se

observar que os animais que ingeriram menor quantidade de P apresentaram maior retenção do radiotraçador, devido à maior permeabilidade das células ao íon P dos fluidos extracelulares (Abou-Hussein et al., 1968). Desta maneira, o intercâmbio de P das células (mobilização e captação) com os fluidos extracelulares aumentou nos animais que consumiram menor quantidade de P, fazendo com que maior quantidade do P estável presente na célula fosse substituída pelo radiotraçador.

A ordem de retenção do  $^{32}\text{P}$  (Tabela 4) encontrada foi maior no osso, seguido pelo fígado, rins e coração, com valores similares estatisticamente, e o músculo com valor inferior ( $P < 0,01$ ). A correlação positiva significativa entre o teor de P dos tecidos e a retenção do radionuclídeo, a correlação inversa significativa entre o teor de P nos tecidos e a AE padro-

**TABELA 3. Concentração de P (mg P/g MS) em alguns tecidos de caprinos.**

Tratamento	Coração	Fígado	Músculo	Rins	Osso
0	9,20 ± 0,25	16,18 ± 0,14	8,49 ± 0,83	12,23 ± 0,36	96,38 ± 3,53
1	10,14 ± 0,22	17,51 ± 0,88	8,78 ± 0,52	13,03 ± 0,13	101,62 ± 3,76
2	10,07 ± 0,41	16,37 ± 1,20	9,77 ± 1,00	13,88 ± 0,91	101,92 ± 4,60
Média <sup>1</sup>	9,76 ± 0,52d	16,63 ± 0,99b	9,01 ± 0,91d	13,04 ± 0,86c	99,94 ± 4,4a
Regressão	*	ns	*	**	ns
r	0,72	0,11	0,65	0,79	0,49
Eq. regressão <sup>2</sup>	Y=9,00 + 0,014X	-	Y=7,76 + 0,023X	Y=11,57 + 0,027X	-

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente ( $P < 0,01$ ).

<sup>2</sup> X: mg P/kg de peso vivo; Y: variável dependente.

\* e \*\* Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

**TABELA 4. Retenção do radionuclídeo em tecidos de caprinos (% dose injetada/100 g tecido fresco).**

Tratamento	Coração	Fígado	Músculo	Rins	Osso
0	0,36 ± 0,03	0,67 ± 0,01	0,097 ± 0,015	0,41 ± 0,01	1,21 ± 0,19
1	0,25 ± 0,02	0,42 ± 0,04	0,060 ± 0	0,29 ± 0,03	0,98 ± 0,19
2	0,21 ± 0	0,36 ± 0,01	0,047 ± 0,006	0,24 ± 0,01	0,71 ± 0,04
Média <sup>1</sup>	0,27 ± 0,07b	0,48 ± 0,14b	0,068 ± 0,024c	0,31 ± 0,08b	0,97 ± 0,26a
Regressão	**	**	**	**	**
r	0,92	0,92	0,88	0,92	0,86
Eq. regressão <sup>2</sup>	Y = 0,41 - 0,0025X	Y = 0,76 - 0,005X	Y = 0,112 - 0,00081X	Y = 0,46 - 0,0027X	Y = 1,44 - 0,0084X

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente ( $P < 0,01$ ).

<sup>2</sup> X: mg P/kg de peso vivo; Y: variável dependente.

\*\* Significativo a 5% de probabilidade.

nizada ou relativa e a correlação inversa significativa entre retenção e AE relativa (Tabela 7) denotam que os tecidos com maior concentração de P, como o osso, apesar de menor taxa metabólica em relação ao elemento, apresentaram valores de retenção mais elevados. Isto possivelmente ocorreu devido ao longo período entre a aplicação do radiotraçador e a coleta de amostras (192 horas), que permitiu um maior intercâmbio de P entre compartimentos e possibilitou uma maior incorporação do radionuclídeo às suas células. Vitti et al. (1992) estudando cinética do P em ovinos abatidos 216 horas após a aplicação do radiotraçador também encontraram correlação positiva e significativa entre retenção do  $^{32}\text{P}$  e teor de P dos tecidos.

Arrington et al. (1963) encontraram ordem de retenção semelhante a deste estudo em bezerros abatidos 144 horas após a injeção do radiotraçador. Contudo, Lobão & Crocomo (1974) observaram ordem de retenção de  $^{32}\text{P}$  divergente da encontrada neste estudo, situando o osso em ordem de retenção inferior ao fígado, rins e coração. Parece que o menor tempo de abate dos animais e coleta das amostras (24 horas), após a administração do radionuclídeo, determinou a ordem de retenção encontrada por estes autores, pois sendo a taxa metabólica do osso menor que a dos demais tecidos (Annenkov, 1982; Vitti et al., 1992), este necessitaria de maior tempo para incorporar o P dos fluidos que envolvem as células.

Parece ser verdadeira a afirmação de Abou-Hussein et al. (1968) de que a incorporação do P nos tecidos não depende do teor do elemento, sendo a taxa metabólica do P (AE padronizada e relativa) e o tempo os fatores determinantes dos resultados encontrados.

Tais resultados evidenciam os locais de intercâmbio de grandes quantidades de P com o plasma e denota o papel do fígado e rins, além dos ossos, nesse processo.

A AE padronizada (Tabela 5) mostrou valores significativamente mais elevados nos rins, coração e fígado, e valores menores no músculo e osso, evidenciando que os tecidos com maiores valores são aqueles que apresentam maior taxa metabólica do elemento. Assim, pode-se observar que os rins, coração e fígado apresentam-se com locais de intenso

intercâmbio de P com os fluidos intersticiais. A ordem de grandeza, encontrada neste estudo, de AE padronizada dos diversos tecidos discorda da encontrada por Smith et al. (1951), com suínos, e Smith et al. (1952) e Vitti et al. (1992), com ovinos, que encontraram valores superiores no fígado em relação aos demais tecidos moles.

Houve diminuição linear da AE padronizada com o aumento da ingestão de P em todos os tecidos analisados ( $P < 0,01$ ). O que sugere que a atividade metabólica do P foi maior nas células dos tecidos dos animais que consumiam dietas com menor quantidade do elemento, ou seja, maior atividade de incorporação e mobilização do elemento.

A AE relativa (Tabela 6) não mostrou efeito significativo ( $P > 0,05$ ) com o consumo de P da dieta em todos os tecidos. A ordem dos valores nos diversos tecidos analisados foi idêntica à da AE padronizada. A correlação inversa entre AE relativa com a retenção do radiotraçador ou o teor de P nos tecidos (Tabela 7) evidencia que o osso, apesar de reter maior quantidade do radiotraçador, mostrou acréscimo em sua AE mais lentamente, devido, provavelmente, ao seu maior conteúdo de P. Os tecidos do coração, fígado e rins apresentaram atividade metabólica de P elevada, pois, em virtude de seu menor conteúdo de P, o intercâmbio foi efetuado mais rapidamente. O músculo mostrou valores inferiores aos demais tecidos moles e evidencia o pequeno intercâmbio existente em suas células.

Depreende-se deste estudo que o P do plasma e, portanto, dos fluidos extracelulares apresenta-se em intercâmbio com as células dos tecidos, sendo variável conforme o tecido. As células dos tecidos apresentam-se como compartimentos de acúmulo e doação de P para os fluidos extracelulares, sendo a atividade metabólica do P determinada, além de outros fatores, pelo consumo de P. Assim, as células dos tecidos parecem estar sujeitas a um mecanismo hormonal que determina sua permeabilidade ao íon fosfato, fazendo com que, em caso de menor consumo do elemento, a sua permeabilidade seja aumentada e maior quantidade seja captada dos fluidos extracelulares. Todavia, parece também ocorrer um aumento da mobilização do P intracelular, que é perdido em maior quantidade, evidenciado pelo decréscimo no teor de P em alguns tecidos.

**TABELA 5. Valores de atividade específica padronizada em tecidos de caprinos.**

Tratamento	Coração	Fígado	Músculo	Rins	Osso
0	1,22 ± 0,13	0,96 ± 0,07	0,30 ± 0,06	1,25 ± 0,13	0,116 ± 0,011
1	0,81 ± 0,06	0,62 ± 0,06	0,21 ± 0,01	0,84 ± 0,08	0,090 ± 0,011
2	0,63 ± 0,06	0,52 ± 0,10	0,15 ± 0,03	0,61 ± 0,04	0,063 ± 0,007
Média <sup>1</sup>	0,88 ± 0,28a	0,70 ± 0,21a	0,23 ± 0,08b	0,90 ± 0,29a	0,09 ± 0,02b
Regressão	**	**	**	**	**
r	0,93	0,90	0,91	0,93	0,93
Eq. regressão <sup>2</sup>	Y=1,44 - 0,01X	Y=1,11 - 0,0073X	Y= 0,38 - 0,0027X	Y= 1,48 - 0,01X	Y=0,139 - 0,0009X

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente (P<0,01).

<sup>2</sup> X: mg P/kg de peso vivo; Y: variável dependente.

\*\* Significativo a 5% de probabilidade.

**TABELA 6. Valores de atividade específica relativa em tecidos de caprinos.**

Tratamento	Coração	Fígado	Músculo	Rins	Osso
0	0,34 ± 0,09	0,27 ± 0,09	0,091 ± 0,043	0,34 ± 0,09	0,032 ± 0,011
1	0,26 ± 0,03	0,20 ± 0,02	0,069 ± 0,002	0,26 ± 0,03	0,029 ± 0,003
2	0,28 ± 0,03	0,24 ± 0,04	0,067 ± 0,018	0,30 ± 0,08	0,030 ± 0,004
Média <sup>1</sup>	0,29 ± 0,06a	0,23 ± 0,06a	0,075 ± 0,026b	0,30 ± 0,07a	0,030 ± 0,006b
Regressão	ns	ns	ns	ns	ns
r	0,38	0,21	0,38	0,25	0,16

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente (P<0,01).

**TABELA 7. Correlação entre algumas variáveis.**

Variáveis	%P dos tecidos	Retenção <sup>32</sup> P	AE padronizada
Retenção <sup>32</sup> P	0,84**	1	
AE padronizada	-0,59**	-0,23 NS	
AE relativa	-0,62**	-0,32 *	0,89**

\* e \*\* Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

O tecido ósseo apresenta grande intercâmbio de P com os fluidos extracelulares, captando e mobilizando grandes quantidades do elemento, apesar da sua menor atividade metabólica do P. O que provavelmente é devido ao fato de ser o P componente estrutural das células (hidroxiapatita), determinando uma lenta renovação de P intracelular. Os músculos representam grande massa em relação ao organismo

animal. Todavia, seu menor teor de P e sua menor atividade metabólica evidenciam um menor papel como compartimento de acúmulo e reserva deste elemento. Assim o P presente nesses tecidos parece estar sob forma menos intercambiável, provavelmente compostos de alta energia necessários para seu funcionamento. O fígado e rins apresentam importância intermediária na homeocinese do P, pois, apesar de menor tamanho relativo, possuem considerável atividade metabólica do P, movimentando razoáveis quantidades do elemento. O coração, com seu menor teor de P e pequeno tamanho, não apresenta importância como reserva do elemento, apesar de possuir elevada atividade metabólica.

A idade dos animais pode ser também um fator determinante na taxa metabólica do elemento (Annenkov, 1982), uma vez que em animais mais velhos verifica-se menor quantidade de P como reservas rapidamente metabolizáveis e, assim, menor

quantidade estaria disponível para ser intercambiada com os fluidos intersticiais. Os animais deste estudo, embora estivessem com um ano de idade, ainda possuíam grande quantidade de P como reservas lábeis.

### CONCLUSÕES

1. O consumo de P determina sua concentração em alguns tecidos, assim como a quantidade e velocidade de intercâmbio do elemento entre o plasma e a célula.

2. Os rins, coração e fígado possuem rápido intercâmbio de P com o plasma.

3. O osso possui intercâmbio mais lento de P com o plasma, todavia movimenta grande quantidade do elemento.

### AGRADECIMENTOS

Aos Pesquisadores da Seção de Ovinos e Caprinos do Instituto de Zootecnia - Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, pelo fornecimento dos animais experimentais.

### REFERÊNCIAS

- ABOU-HUSSEIN, E.R.M.; RAAFAT, M.A.; EL GINDI, I.M.; SAMY, M.S.S. Metabolism of  $P^{32}$  in sheep. *Pakistan Journal of Scientific Research*, Halore, v.20, n.1/2, p.28-33, Jan./Apr. 1968.
- ANNENKOV, B.V. Kinetics of mineral metabolism in organs and tissues. In: GEORGIEVSKII, V.I.; ANNENKOV, B.N.; SAMOKHIN, V.T. *Mineral nutrition of animals*. London: Butterworths, 1982. p.257-271.
- ARRINGTON, L.R.; OUTLER, J.C.; AMMERMAN, C.B.; DAVIS, G.K. Absorption, retention and tissue deposition of labeled inorganic phosphate by cattle. *Journal of Animal Science*, Albany, v.22, p.940-942, 1963.
- FISKE, C.H.; SUBARROW, Y. The colorimetric determination of phosphorus. *Journal of Biological Chemistry*, Baltimore, v.66, n.2, p.375-400, Nov. 1925.
- GEORGIEVSKII, V.I. The physiological role of macroelements. In: GEORGIEVSKII, V.I.; ANNENKOV, B.N.; SAMOKHIN, V.T. *Mineral nutrition of animals*. London: Butterworths, 1982. p.91-170.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. *Laboratory training manual on the use of nuclear techniques in animal research*. Vienna, 1979. 299p. (IAEA. Technical Reports Series, 193).
- LOBÃO, A.O.; CROCOMO, O.J. Retenção de fósforo radioativo ( $^{32}P$ ) em tecidos de ovinos. *Boletim da Indústria Animal*, Nova Odessa, v.31, n.2, p.261-291, jul./dez. 1974.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient requirement of goat: angora, dairy and meat goat in temperate and tropical countries*. Washington, DC: National Academic Press, 1981. 87p.
- PARK, Y.W. Effect of breed, sex and tissue on concentration of macromineral in goat meat. *Journal of Food Science*, Champaign, v.55, n.2, p.308-311, 1990.
- SMITH, A.H.; KLEIBER, M.; BLACK, A.L.; EDICK, M.; ROBSON, R.R.; HETMAN JUNIOR, H. Distribution of intravenously injected radioactive phosphorus ( $P^{32}$ ) among swine tissue. *Journal of Animal Science*, Albany, v.10, p.893-901, 1951.
- SMITH, A.H.; KLEIBER, M.; BLACK, A.L.; LUICK, J.R.; LARSON, R.F.; WEIR, W.C. Distribution of intravenously injected radioactive phosphorus ( $P^{32}$ ) among sheep tissue. *Journal of Animal Science*, Albany, v.11, p.638-645, Nov. 1952.
- VITTI, D.M.S.S.; ABDALLA, A.L.; MEIRELLES, C.F. Cinética do fósforo em ovinos suplementados com diferentes fontes fosfatadas através da técnica de diluição isotópica. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v.44, n.3, p.227-233, jul. 1992.