

Mapeamento da taxa de dose em serviço de medicina nuclear veterinário

Sousa, C.H.S.¹; Raimundo, B.P.²; Oliveira, C.E.M.V²; Peixoto, J.G.P.¹

¹Instituto de Radioproteção e Radiometria – IRD/CNEN

²Horse Center Laboratório e Clínica Veterinária

INTRODUÇÃO

A medicina nuclear utiliza fontes radioativas não seladas para diagnóstico e tratamento. A administração de material radioativo em pacientes, diferentemente de outros procedimentos radiológicos, altera o status de radioproteção do indivíduo além de paciente como uma fonte radioativa com mobilidade e poder de dispersão.

Durante a realização dos procedimentos cintilográficos, os níveis radiométricos ambientais nas dependências do serviço variam em função do tempo e da distância entre os indivíduos ocupacionalmente expostos (IOE) e os pacientes.

A medicina nuclear equina é uma nova tecnologia diagnóstica incorporada à medicina veterinária brasileira, que não difere tecnicamente da medicina nuclear humana, no entanto, exige mais cuidado devido o nível de compreensão e cooperação dos pacientes somadas às atividades das doses administradas e aos tempos elevados de exames, que podem elevar as taxas de doses recebidas pelos IOE podendo exceder o limite normativo estabelecido [Norma CNEN: NN 3.01 Diretrizes básicas de radioproteção].

É consenso entre alguns autores que o protocolo cintilográfico seja realizado com uma atividade administrada entre $5,5E+6$ e $7,4E+6$, porém, os tempos de exame são muito diferentes, podendo alcançar até oito horas de procedimento. Ainda, não são encontradas recomendações de organizações internacionais independentes, como a International Commission on Radiological Protection- ICRP sobre as doses operacionais.

Sendo assim, este estudo mapeou as taxas de dose durante as cintilografias equinas e comparou com os valores das taxas de doses recomendados para a medicina nuclear humana. Por tratar-se de uma inovação para a medicina veterinária e ter sido implantada poucos meses antes da pandemia de SARS-CoVid-19, esta pesquisa utiliza a instrumentação de radioproteção da instalação e apresenta um número de procedimentos reduzidos, contudo, os resultados obtidos oferecem um panorama geral do mapeamento das taxas de dose da Instalação.

MATERIAL E MÉTODO

No levantamento radiométrico foi utilizado um monitor portátil tipo Geiger Müller, fabricado pela LUDLUM, modelo 14 C, com sonda de janela terminal (figura 1). Para a verificação da exatidão e da linearidade da resposta do instrumento de medição foram utilizadas uma fonte padrão-referência de cobalto-57 (^{57}Co) com atividade de 0,101 GBq e uma amostra de tecnécio-99m ($^{99\text{m}}\text{Tc}$) com 15,65 GBq, respectivamente (figura 2).

Foram estudados seis animais de quatro raças distintas e com características morfológicas e metabólicas diferentes, a contar dois da raça Brasileira de Hipismo (BH), dois da raça Puro Sangue Inglês (PSI), um da raça Quarto de Milha (QM) e um da raça Mangalarga Marchador (MLM).

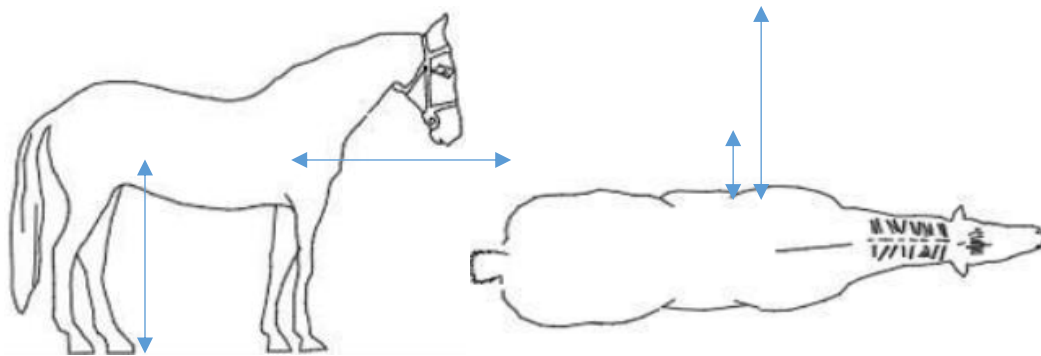


A verificação da exatidão do instrumento baseou-se na lei do inverso do quadrado da distância, onde a fonte padrão-referência de ^{57}Co foi medida à distâncias de 1, 2 e 3 metros, para verificar a coerência entre os valores experimentais e os valores verdadeiros convencionais calculados para a atividade.

Para o teste de linearidade, a amostra de $^{99\text{m}}\text{Tc}$ foi medida ao longo de 188 minutos à uma distância fixa de 1 metro, verificando a resposta do detector às trocas de escala durante o decaimento da fonte. Esta fonte foi preparada na Instalação e medida em ativímetro aferido e em funcionamento no laboratório de manipulação e estoque de fontes.

Durante os procedimentos cintilográficos o detector foi posicionado a 1 metro de distância do paciente à altura de 1 metro solo e foram definidos oito pontos de medição ao redor do paciente, sendo, anterior (ANT), oblíqua anterior direita (OAD), lateral direita (LD), oblíqua posterior direita (OPD), posterior (POST), oblíqua posterior esquerda (OPE) lateral esquerda (LE) e oblíqua anterior esquerda (OAE).

A distância foi definida em referência à distância média entre o animal e os IOE. Foram adicionados dois pontos extras de verificação posicionados à 20 centímetros de ambos os lados do abdome, sendo lateral direita e esquerda 20 cm, definidas graficamente como LD20 e LE20, respectivamente (figura 3).



As medições foram concomitantes aos procedimentos cintilográficos. Inicialmente, foi obtido um acesso venoso para a indução anestésica e administração do radiofármaco (figura 3). O procedimento cintilográfico de um equíno tem duração de aproximadamente quatro horas e envolve, pelo menos, três profissionais treinados em medicina nuclear e medicina veterinária de grande porte.

O público alvo da clínica são os equídeos, no entanto, a grande maioria dos pacientes são atletas de alto rendimento de provas de salto, corrida ou tambores, atividades consideradas de alto impacto sobre o esqueleto do animal. Logo, o exame mais realizado é a cintilografia óssea devido às lesões osteo-articulares.

O radiofármaco utilizado foi o metilenodifosfonato (MDP) marcado com o radionuclídeo ^{99m}Tc . O protocolo utilizado para as atividades administradas considerou o tipo e o peso do animal. A atividade específica definida para este estudo variou entre 0,015 GBq e 0,021 GBq (tabela 1).

Com relação ao tipo do animal, explicamos que raças mais ativas como o Puro Sangue Inglês, o Árabe ou o Lusitano possuem um metabolismo mais alto e são conhecidos como raças de sangue quente. Outras raças, como o Brasileiro de Hipismo e o Mangalarga Marchador, embora também sejam bastante ágeis, são considerados de sangue morno devido a uma metabolização mais lenta. Esta consideração foi feita para informar que animais de sangue morno necessitam ser “aquecidos” através de exercícios para aumentar o metabolismo e consequentemente reduzir o tempo de metabolização do fosfato pela matriz óssea (tabela 1).

tipo	raça	peso	atividade	Atividade específica (A/kg)
SM	BH 1	573	318,3	0,56
SM	BH 2	518	296	0,57
SQ	PSI 1	435	195,4	0,45
SQ	PSI 2	555	297	0,54
SQ	QM 1	457	187	0,41
SM	MLM 1	347	144,2	0,42

Após a administração endovenosa do radiotraçador, é realizada a fase arterial com a aquisição de imagens dinâmicas de locais selecionados. Ao final da primeira etapa de rastreamento os animais retornaram para as baias aguardando o tempo de metabolização do radiotraçador.

Por serem as baias locais de dimensões reduzidas, a sedação não ser contínua e os animais não estarem sondados foi decidido em nome da segurança e proteção radiológica, não realizar as medições de volume e atividade das excretas.

RESULTADOS

A radiação de fundo média registrada pelo detector foi de $0,26 \pm 0,04 \mu\text{Sv/h}$. Este valor foi subtraído de todas as medições de fontes ou pacientes. O resultado do teste de desempenho para exatidão do MP com a sonda EWGM demonstrou um desvio progressivo em função da distância, porém, o resultado obtido para a distância de 1 metro mostrou que o instrumento realiza medições com desvio dentro do intervalo do limite normativo (tabela21).

Distância (m)	VVC (μSv/h)	\bar{X} , (μSv/h)	Desvio %
1m	0,69	0,75	8,69
2m	0,17	0,19	11,76
3m	0,07	0,09	28,57

As medições da amostra de ^{99m}Tc à 1 metro evidenciaram medições e desvios coerentes com o valor do teste de exatidão para a distância de 1 metro, demonstrando que o detector é linear para a faixa de atividade administrada nos animais estudados (tabela 3).

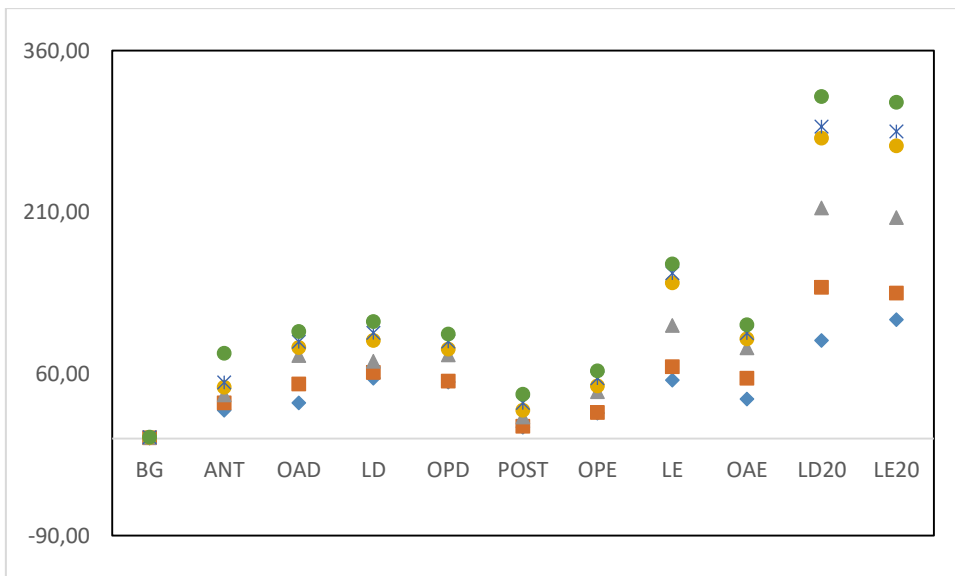
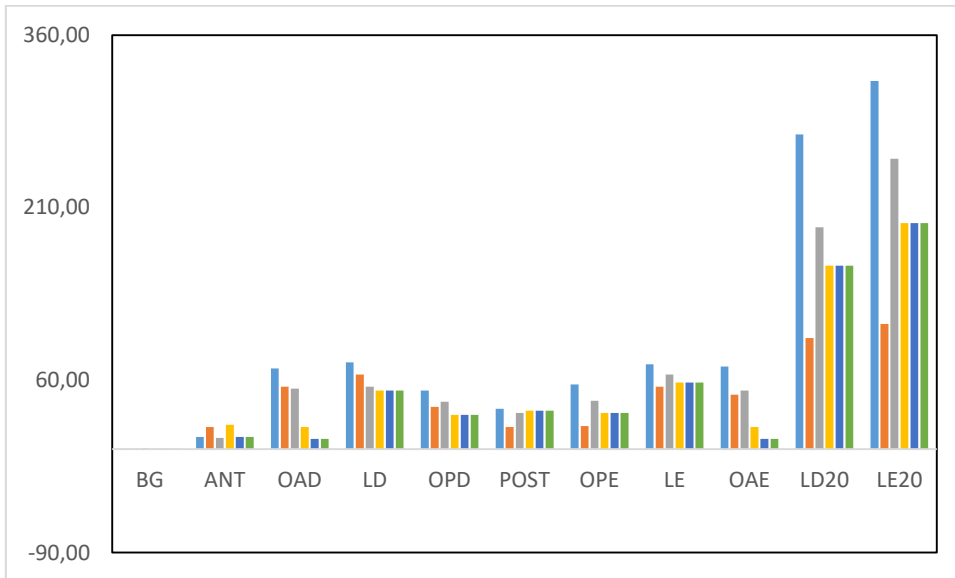
Temo (min)	Atividade (Bq)	VVC (μSv/h)	\bar{X} (μSv/h)	Desvio %
0	1,1E=04	237,50	224,5 ± 0,91	5,47
54	1,0E=04	214,20	199,9 ± 1,12	6,65
89	9,5E=03	199,90	189,4 ± 0,66	5,24
148	8,5E=03	178,80	168,3 ± 0,50	5,83
188	7,9E=03	165,60	154,3 ± 0,91	6,79

Os resultados das tabela X apresentam as medições por raça e posição de referência no mapa.

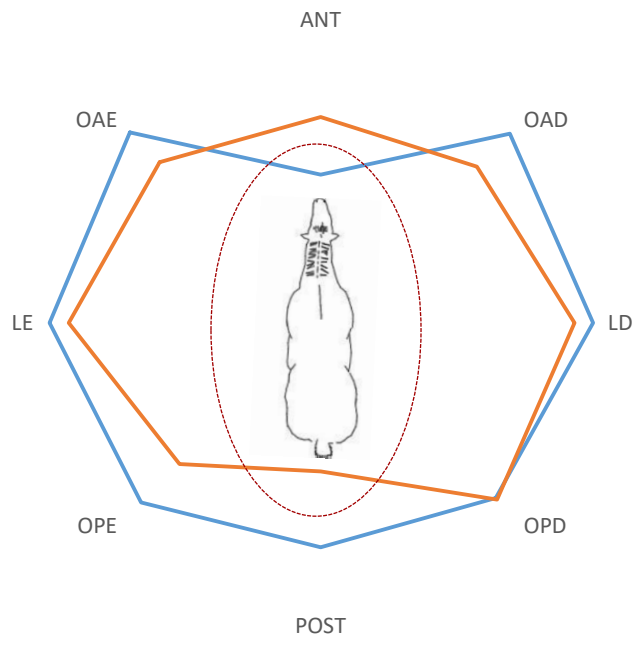
IMEDIATA μS/h								
	BH 1	BH2	PSI1	PSI2	QM	MLM	MEDIA	SD
ANT	10,52	19,29	9,65	21,05	10,52	9,65	13,45	5,25
OAD	70,16	54,37	52,62	19,29	8,77	7,02	35,37	26,98
LD	75,42	64,90	54,37	51,74	50,87	41,22	56,42	12,01
OPD	50,87	36,83	41,22	36,83	29,82	30,70	37,71	7,73
POST	35,08	19,29	31,57	33,33	33,33	32,80	30,90	5,80
OPE	56,13	20,17	42,10	29,82	31,57	25,43	34,20	12,98
LE	73,67	54,37	64,90	54,37	57,88	53,50	59,78	8,01
OAE	71,91	47,36	50,87	19,29	8,77	10,52	34,79	25,69
MEDIA	55,47	39,57	43,41	33,22	28,94	26,35		
SD	22,91	18,31	16,94	13,89	18,89	16,57		

TARDIA μS/h								
	BH 1	BH2	PSI1	PSI2	QM	MLM	MEDIA	SD
ANT	26,31	7,02	7,37	7,02	27,19	4,39	13,21	10,54
OAD	33,33	17,54	26,31	7,37	9,65	5,26	16,58	11,29
LD	56,13	5,26	10,52	19,29	10,52	7,02	18,12	19,24
OPD	52,62	0,70	24,56	5,26	7,02	6,14	16,05	19,71
POST	10,52	0,88	8,77	6,14	7,89	7,02	6,87	3,30
OPE	23,68	0,70	19,29	5,26	7,02	7,89	10,64	8,87

LE	54,37	12,28	38,59	39,47	8,77	10,52	27,33	19,28
OAE	36,83	19,29	28,06	8,42	7,89	5,26	17,63	12,75
MEDIA	36,72	7,96	20,43	12,28	10,74	6,69		
SD	16,55	7,58	10,99	11,90	6,76	1,93		



O mapa de distribuição de taxas de doses



Conclusão

Referências