

## UTILIZAÇÃO DA RADIOTERAPIA NA MEDICINA DE ANIMAIS SELVAGENS: UM ESTUDO FUNDAMENTADO EM CASOS OBTIDOS DA LITERATURA

Michel de Campos Vettorato<sup>1</sup>  
Marco Antonio Rodrigues Fernandes<sup>2</sup>  
Luis Carlos Vulcano<sup>3</sup>

### RESUMO

O câncer é uma neoplasia que acomete tanto humanos como animais e é responsável pelo maior número de casos de mortalidade no mundo. Em animais selvagens, o câncer é uma problemática encontrada na maioria das vezes em animais de zoológicos. Desse modo os veterinários oncologistas têm pesquisado e desenvolvido abordagens terapêuticas para muitos tipos de câncer ao longo dos anos em ambas as terapias curativas e paliativas, incluindo nelas a aplicação da radioterapia. O princípio básico da radioterapia é o efeito da radiação ionizante sobre as células tumorais, levando-as à morte. No entanto, a sua aplicação dentro da medicina veterinária para animais selvagens ainda não é muito relatada na literatura, especialmente no Brasil. Dessa forma, esse estudo teve objetivo de descrever e comparar algumas aplicações da radioterapia em diferentes espécies de animais selvagens procurando melhorar o conhecimento dela dentro da medicina veterinária por meio de uma breve pesquisa bibliográfica. Depois das descrições e comparações, conclui-se que apesar do número de casos avaliados no presente estudo, todos os casos mencionados tiveram resultados satisfatórios utilizando a radioterapia e forneceram informações relevantes que podem orientar futuros pesquisadores nessa área, melhorando assim o conhecimento sobre esta terapia além de melhorar a qualidade de vida dos animais.

**Palavras-chave:** radioterapia, animais selvagens, neoplasia.

### RADIATION THERAPY USING THE WILDLIFE MEDICINE: A REASONED OBTAINED STUDY IN CASES OF LITERATURE

### ABSTRACT

The cancer is the kind of tumor that affects both humans and animals and is responsible for more deaths worldwide. In wildlife, cancer is a problem found most often in zoo animals. Thus veterinary oncologists have researched and developed therapeutic approaches to many types of cancer over the years in both curative and palliative therapies including therein the application of radiation. The basic principle of radiotherapy is the effect of ionizing radiation on the tumor cells, causing them to death. However, its application in veterinary medicine for wildlife is not much reported in the literature, especially in Brazil. This study aims to describe and compare some of radiotherapy applications in different species of wildlife looking to improve her knowledge in veterinary medicine through a brief literature review. After the descriptions and comparisons, it is concluded that despite the number of cases taken for this study, all the cases mentioned had satisfactory results using radiation therapy and all the presented cases provided relevant information that can guide future researchers in this area, thus improving knowledge of this therapy and improve the quality of life of animals.

<sup>1</sup> Mestrando em Biotecnologia Animal pela Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu – FMVZ UNESP

<sup>2</sup> Docente do Departamento de Dermatologia e Radioterapia da Faculdade de Medicina da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” de Botucatu (Unesp).

<sup>3</sup> Docente da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu (FMVZ)

**Keywords:** radiotherapy, wildlife, neoplasia.

## **RADIOTERAPIA USO DE LA MEDICINA DE ANIMALES SALVAJES: UN ESTUDIO OBTENIDO EN CASOS DE LITERATURA**

### **RESUMEN**

El cáncer es el tipo de tumor que afecta a los seres humanos y animales y es responsable de más muertes en todo el mundo. En la vida silvestre, el cáncer es un problema encontrado con mayor frecuencia en los animales del zoológico. Por lo tanto los oncólogos veterinarios han investigado y desarrollado enfoques terapéuticos para muchos tipos de cáncer en los últimos años en terapias tanto curativa y paliativa, incluyendo en el mismo la aplicación de radiación. El principio básico de la radioterapia es el efecto de la radiación ionizante en las células tumorales, haciendo que la muerte. Sin embargo, su aplicación en la medicina veterinaria para la fauna no es mucho en la literatura, especialmente en Brasil, debido a esto, este estudio tiene como objetivo describir y comparar algunas de las aplicaciones de radioterapia en diferentes especies de vida silvestre que buscan mejorar su conocimiento en medicina veterinaria a través de una breve revisión de la literatura. Después de las descripciones y comparaciones, se concluye que a pesar del pequeño número de muestras tomadas para el levantamiento de este estudio todos los casos mencionados tenido resultados satisfactorios utilizando la terapia de radiación y todos los casos que se presentan como información pertinente que pueda guiar a los futuros investigadores en esta área, lo que mejora conocimiento de esta terapia y mejorar la calidad de vida de los animales.

**Palabras clave:** radioterapia, fauna, neoplasia.

### **INTRODUÇÃO**

Após a descoberta do raio-X em 1895, o físico francês Antonie Henri Becquerel descobriu a radioatividade que, desde então, passou a ser utilizada para fins terapêuticos e de diagnóstico (1).

Cem anos depois, a radioterapia tem sido firmemente estabelecida como um dos principais métodos de tratamento do câncer e é usada em mais de 50% de pacientes humanos com esta doença. Na medicina veterinária, o uso da radioterapia tem sido relativamente raro quando comparado com a cirurgia e quimioterapia. Porém, o uso limitado da radioterapia deve-se mais à falta de financiamentos e perícia do que a falta de indicação médica (2,3).

Animais selvagens em cativeiro tendem a viver muito mais tempo do que na própria natureza e como consequência disso, muitos zoológicos são considerados uma coleção de animais geriátricos. Como resultado, o câncer é um problema comum encontrado por veterinários de zoológicos (4). O câncer é uma neoplasia que acomete tanto humanos como os animais, sendo responsável por uma alta mortalidade (5).

Em uma pesquisa informal em um grande zoológico, observou-se que quase metade de todos os mamíferos que foram submetidos à necropsia apresentou algum tipo de câncer. Desse modo, os veterinários oncologistas têm pesquisado e desenvolvido abordagens terapêuticas para muitos tipos de câncer ao longo dos anos em ambas as terapias curativas e paliativas, incluindo nelas a aplicação da radioterapia (4).

A radioterapia é uma modalidade eficaz de tratamento do câncer em animais e seres humanos, entretanto a sua utilização na medicina veterinária ainda é limitada pelo pequeno número de centros de tratamento radioterápico no país (6).

O princípio básico da radioterapia é o efeito da radiação ionizante sobre as células, levando-as à morte. Há vários tipos de radioterapia, como a teleterapia (na qual a radiação é administrada por meio de um feixe externo) e a braquiterapia (em que uma fonte radioativa é implantada dentro ou próxima ao tumor) (7).

Na medicina veterinária, a radioterapia teve início no ano de 1927, desde então, essa modalidade oncológica vem crescendo pelo mundo (8). No entanto, a sua aplicação dentro da medicina veterinária para animais selvagens, tanto com intenções curativas quanto paliativas, ainda não é muito relatada na literatura. Esse estudo teve por objetivo descrever e comparar algumas aplicações da radioterapia em diferentes espécies de animais selvagens procurando melhorar o conhecimento dela dentro da medicina veterinária.

Foi realizada uma breve pesquisa bibliográfica utilizando-se sites de busca como Google Acadêmico e Scielo, abordando temas relacionados à área do estudo, localizados com as palavras-chave: radioterapia, animais selvagens, neoplasias.

Foram encontrados cinco tipos de casos em periódicos publicados recentemente, relatando sobre o uso de radioterapia em diferentes espécies e neoplasias. Foram selecionados dados relevantes para cada caso, comparados e discutidos posteriormente. As publicações são todas descritas em língua inglesa e de ocorrência fora do nosso território.

## DESCRIÇÃO DOS CASOS

O primeiro caso foi descrito por Stoskopf et al. (4). Trata-se de um gorila (*Nautilus*) de planície ocidental, fêmea, de 36 anos de idade. Ela foi examinada pelos veterinários no Parque Zoológico da Carolina do Norte por um sangramento vaginal intermitente, que ao exame radiográfico não se detectou alteração, porém, a vaginoscopia revelou mucosa vaginal espessa e na biópsia diagnosticou-se carcinoma de células escamosas diferenciado.

Na ultrassonografia abdominal, visibilizou-se massa hiperecótica de 7 cm de diâmetro na área do corpo do útero e as radiografias torácicas não mostraram evidências de metástases. Foi realizada tomografia computadorizada de abdômen, pélve, tórax com o paciente deitado em um dispositivo de posicionamento Vac-Lok para facilitar o posicionamento repetitivo (Figura 1a). A tomografia não distinguiu os ovários e revelou uma massa localmente invasiva envolvendo o corpo uterino e os cornos que se apresentavam distendidos caudalmente através do colo do útero e da vagina (Figura 1b). Não havia sinais de metástase e foi tomada a decisão de prosseguir com a radioterapia paliativa, usando um software de planejamento de tratamento computadorizado baseado no exame de tomografia (Figura 1c).

O primata foi anestesiado em cada tratamento. Uma dose total de 16 Gray (Gy), foi aplicada em quatro frações de 4 Gy, administradas duas vezes ao dia com intervalo de 6 horas, durante dois dias consecutivos. Após o tratamento, o animal apresentou diminuição do apetite e letargia por cerca de duas semanas, mas evoluiu de forma favorável. A reavaliação do tumor por análise da tomografia depois de oito semanas indicou uma pequena resposta à terapia e sem evidência de metástase. Optou-se por administrar novo esquema de radioterapia paliativa. O animal apresentou maior tolerância ao tratamento, ou seja, não apresentou sinais de inapetência ou de letargia. O animal viveu por alguns meses sem sinais clínicos e foi mantida exposição naturalista no parque, sendo monitorado diariamente pela qualidade de vida. Depois de vários meses, a condição do animal começou a deteriorar-se e foi eutanasiado.

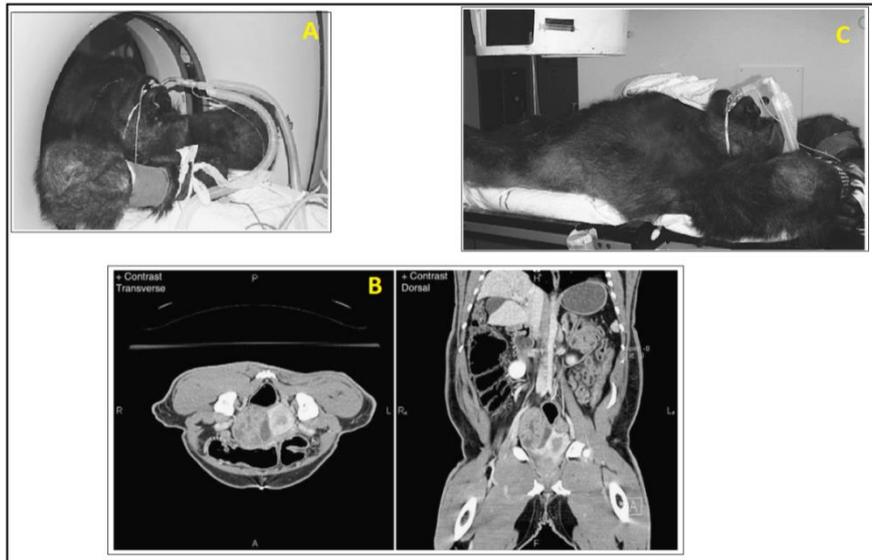


Figura 1. Ilustração do primata sendo posicionado antes da imagem para orientar o design de sua radioterapia (A), imagens de tomografia computadorizada do animal em corte transversal e dorsal com meio de contraste iodado (B), onde visibiliza-se uma massa cavitária se estende para a direita a partir do corpo uterino, a qual é invadida pelo tumor perto do colo do útero. O mesmo animal sendo posicionado para radioterapia (C) (4).

O segundo caso refere-se ao tratamento de um furão (*Mustela putorius*) com suspeita de adenocarcinoma no saco anal com realização de radioterapia localizada, descrito por Nakata et al. (9). Animal com sete anos, macho castrado, com peso 1-3 kg, foi encaminhado para o Centro Médico Veterinário da Universidade de Tóquio com massa perianal recorrente. Seis meses antes, tinha sido atendido por um médico veterinário local para investigação de uma massa ulcerada na região perianal direita (Figura 2), que não respondeu ao tratamento com antibióticos e foi removida cirurgicamente. No entanto, 3 a 5 meses mais tarde, a recorrência da massa no lado direito e uma nova massa no lado esquerdo foram notadas.

As massas foram removidas cirurgicamente, mas novamente a excisão completa não foi alcançada devido a um sangramento excessivo. O diagnóstico por meio de exame histopatológico da massa tumoral resultou adenoma no saco anal.

Dada à rápida recidiva das massas e a associação íntima com o reto, concluiu-se que a excisão cirúrgica completa poderia impactar negativamente a função do esfíncter anal. Desta forma, optou-se pela utilização da radioterapia, que foi iniciada em um protocolo único para reduzir o volume da massa. Foram agendadas doses de irradiação de 4 Gy duas vezes por semana (com um total de 48Gy) usando uma unidade de ortovoltagem (MS-320R-2; Hitachi Medical) centrando-se sobre as massas. O furão foi mantido sedado para a radioterapia, utilizando-se a dose de 30  $\mu\text{g}/\text{kg}$  medetomidine e 3  $\text{mg}/\text{kg}$  de midazolam, por via intramuscular.

A sedação foi revertida por injeção intramuscular de 120  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de atipamezole imediatamente após a irradiação. O animal foi observado em um período de três dias após a primeira irradiação. Quando completo, no sexto dia da irradiação (dose total de 24 Gy), as massas já não eram externamente visíveis, mas eram palpáveis, com 1 cm de diâmetro (Figura 2). Os sinais clínicos também melhoraram e não foram observados efeitos adversos da irradiação ou sedação repetida.

No entanto, dois dias após o sexto dia de irradiação, ocorreram súbita perda de apetite, sinais de dispnéia e tosse. A radiografia torácica revelou efusão pleural sem metástase pulmonar e o furão foi medicado novamente. Sua condição clínica melhorou com estes tratamentos.

No quinquagésimo dia, após a primeira admissão, reapareceram sinais de disquesia e derrame pleural e abdominal. Foi administrado 1 mg/kg de furosemida, 1 mg/kg de prednisolona, 20 mg/kg cefaloxin e misoprostol por via oral a cada 12 horas. No quinquagésimo sétimo dia, foram realizadas irradiação localizada (6 Gy) e remoção de derrame pleural (15 ml) e abdominal (35 ml), sob anestesia utilizando-se o mesmo protocolo. As citologias do líquido pleural e abdominal revelaram mesotelioma. Os sinais clínicos permaneceram inalterados durante 10 dias, apesar do tamanho do tumor estável. A irradiação foi interrompida devido ao risco de desconforto respiratório sob sedação. O animal morreu em casa no septuagésimo dia e a necropsia não pôde ser realizada.



Figura 2. Aparência das lesões perianal, sendo a primeira imagem identificada na parte ventral (\*) e na dorsal (seta) regiões perianal e superfícies ulceradas (A) e após o sexto dia da radioterapia, a massa não pôde ser reconhecido macroscopicamente (B) (9).

O terceiro caso, descrito por Goodnight et al. (10), trata-se de um cuscus da terra (*Phalanger gymnotis*), de um zoológico da cidade Oakland no estado da Califórnia (EUA), com 15 anos, com aproximadamente 3,7 kg, que desenvolveu uma lesão aguda de pele de 2 cm de diâmetro, 1 mm de espessura no tórax lateral direito sentido caudal até o cotovelo. Inicialmente, foi diagnosticada como lesão traumática e tratada com antisséptico tópico uma vez por dia. Embora clinicamente o animal se apresentava estável, a lesão progrediu. Por volta do décimo segundo dia, a lesão era de aproximadamente 3 cm de diâmetro, profundamente ulcerada, expondo tecido muscular esquelético (Figura 3), no qual foi colhido amostras para a biópsia e também sangue para o hemograma.

Três radiografias foram feitas e não revelaram evidências de neoplasia disseminada. Contudo o exame histopatológico revelou tecido linfóide neoplásico com infiltração presente em toda a derme, interpretados dessa forma como possível malignidade linfóide (epitheliotropic) e a quimioterapia foi realizada no animal. Quatro meses após o diagnóstico inicial, várias amostras de biópsia da pele foram colhidas no local do tumor original e o animal não demonstrou sinais de doenças associadas. O exame histopatológico forneceu o diagnóstico de linfoma cutâneo persistente. O animal foi submetido a quimioterapia e após à radioterapia.

A radioterapia foi iniciada seguindo como base o protocolo padrão para cães e gatos domésticos. A lesão foi irradiada a 8 Gy até uma profundidade de 12 mm, foi utilizado fótons de elétrons a 5 mega-elétron volts (MeV) em um campo de 10x10 cm, realizados com um equipamento acelerador linear da Siemens. Esta dose foi administrada a cada sete dias para um total de quatro tratamentos resultando em uma dose total de 32 Gy.

Houve mudanças na lesão durante a radioterapia após 85 dias da dose inicial. Apesar de não haver evidência da lesão no local inicial, uma nova lesão maior apareceu na parte ventral do abdômen aproximadamente 120 dias após a radiação. Neste momento, o animal tornou-se

letárgico, a lesão passou a ser mais agressiva e a disseminação sistêmica foi considerada provável. O animal não respondia corretamente a quimioterapia e por consequência aos fatos acontecidos, o animal foi eutanasiado.

O animal viveu mais de oito meses com boa qualidade de vida, conforme evidenciado pela falta de mudanças comportamentais, bom apetite, e manutenção do peso. Quando a lesão voltou agressivamente e foi considerado refratário aos medicamentos, a radioterapia levou à segunda lesão. Apesar da neoplasia responder pobremente aos tratamentos, não houve efeito adverso sistêmico importante para o animal.

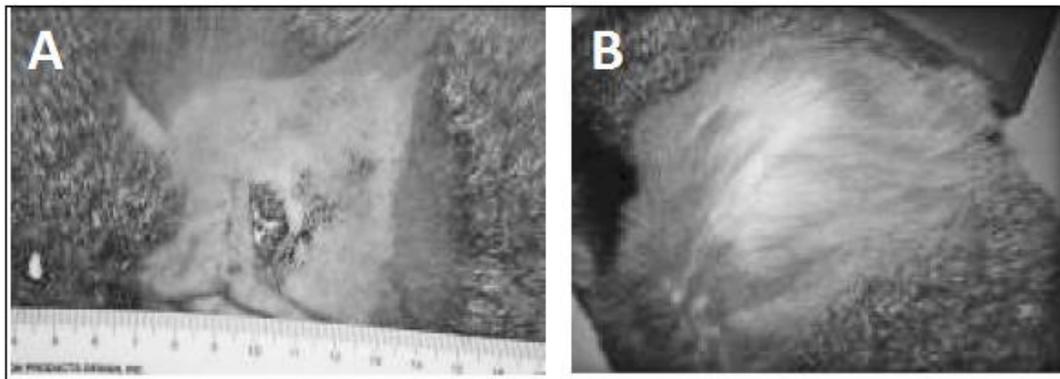


Figura 3. Alterações na lesão cutânea no linfoma do cuscus da terra, sendo no pré-tratamento (A) e oitenta e cinco dias após a radioterapia inicial (B) (10).

O quarto caso se refere a um urso malaio fêmea (*Helarctos malayanus*) selvagem, capturado, de 45 kg com aproximadamente seis anos de idade, descrito por Mylniczenko et al. (11). Foi recebido no Lincoln Park Zoo, na cidade de Chicago, estado de Illinois (EUA), apresentando em janeiro de 2001, um aumento de volume na gengiva ao longo da superfície lingual dos incisivos inferiores, com um diâmetro de dois centímetros, vermelho e liso. A suspeita inicial foi de uma lesão inflamatória secundária causada por uma lasca de madeira. Nas semanas seguintes, o aumento de volume ficou 50% maior e se seguiu de ptialismo.

O animal foi anestesiado e mantido com inalatória para avaliar a massa, a qual foi localizada em uma área da língua e da mandíbula, era friável e sangrava facilmente. Media 5 cm de comprimento e se estendia por toda a superfície lingual da mandíbula. Os incisivos adjacentes à massa foram extraídos, pois estavam soltos.

Ao exame radiográfico, foi observado osteólise severa da porção rostral da mandíbula e amostras foram tiradas para exame citológico e histopatológico. A citologia sugeriu uma reação inflamatória com resposta neutrofílica degenerativa e a suspeita de adenocarcinoma. A histopatologia confirmou carcinoma de células escamosas, e diagnosticou como sendo a ressecção cirúrgica incompleta. As radiografias de tórax não revelaram qualquer evidência de doença metastática.

O tratamento inicial foi projetado para limitar os eventos da doença, portanto, a cirurgia radical e quimioterapia foram consideradas mais adequadas para a situação. A recuperação do urso foi notável dentro de 24 horas após a cirurgia. E como a ressecção cirúrgica não foi eficiente, associou-se quimioterapia e radioterapia, que começaram duas semanas após.

A imobilização e os procedimentos de monitoramento foram semelhantes aos usados na cirurgia. A radioterapia da mandíbula foi realizada utilizando um acelerador linear (Varian Clinac 2500) a 4 Gy (2 Gy em áreas paralelas opostas) para uma dose total de 8 Gy com as laterais esquerda e direita, usando fótons de 6 Megavolts (Mv). O tamanho do campo foi de 6 x 6 cm com rotação colimador. Três sessões de radioterapia adicionais foram realizadas em intervalos de uma semana. As complicações incluíram uma miosite suave que desenvolveu

uma rânula por via sublingual no local da mandibulectomia logo após o segundo tratamento com radiação.

Seis meses após o diagnóstico inicial, foi realizada uma avaliação geral. As radiografias torácicas e das mandíbulas não mostraram evidência de lise óssea. Parâmetros sanguíneos e de urina estavam dentro dos limites da normalidade e a citologia dos linfonodos submandibular também estavam normais. O animal foi avaliado periodicamente pelo exame oral voluntário utilizando técnicas de condicionamento operante e os resultados foram satisfatórios.

O quinto caso se refere a um ouriço de Madagascar conhecido como Tenrec (*Echinops telfairi*) de 15 anos, macho que apresentava uma massa caudal na orelha direita, relatado por Harrison et al. (12). Animal do zoológico Potter Park, no sul da Pensilvânia (EUA). Foi realizada a citologia a qual mostrou características de sarcoma, após isso, foi feita a tentativa de remoção cirúrgica da massa. Após a remoção, a histologia foi consistente com sarcoma de tecidos moles.

Após 331 dias à cirurgia, a massa retornou e foi iniciada a radioterapia. A tomografia computadorizada foi utilizada para armazenamento temporário em conjunto com software de planejamento de tratamento tridimensional computadorizado, para permitir a localização precisa da lesão e poupar os tecidos normais adjacentes. Em seguida, foi distribuída uma dose total de 6480 cGy, administrada em 24 frações ao longo de 46 dias. Durante o decorrer da radioterapia houve o desenvolvimento de uma paresia transitória nos membros pélvicos, mas foi resolvida após sete dias de tratamento com prednisona.

Os efeitos da radiação aguda foram mínimos e a massa respondeu com uma redução de 90% do volume. O animal teve uma sobrevida de 266 dias a partir do início do segundo tratamento. Na necropsia, uma pequena massa com tecidos granulados foi encontrada no local da neoplasia inicial, indicando um bom controle regional do tumor; no entanto, extensas metástases no fígado e baço estavam presentes. O diagnóstico final foi melanoma amelanótico metastático.

A Tabela 1 resume os dados relevantes para cada caso de radioterapia descrito a partir dos dados da literatura. Alguns dados não são mencionados nas publicações o que está representado na tabela como “ND” (não descrito).

Tabela 1. Apresentação resumida dos cinco casos descritos que utilizaram a radioterapia, com o número de informações.

CASOS DESCRITOS	1 (4)	2 (9)	3 (10)	4 (11)	5 (12)
Animal	<i>Nautilus</i>	<i>Mustela putorius</i>	<i>Phalanger gymnotis</i>	<i>Helarctos malayanus</i>	<i>Echinops telfairi</i>
Espécie	Mamífero	Mamífero	Mamífero	Mamífero	Mamífero
Sexo	Fêmea	Macho	ND	Fêmea	Macho
Idade	36 anos	7 anos	15 anos	6 anos	15 anos
Tipo de câncer	Carcinoma de células escamosas (diferenciado)	Adenocarcinoma no saco anal	Linfoma cutâneo (persistente)	Carcinoma de células escamosas (mandibular)	Melanoma amelanótico metastático
Tratamento	Radioterapia paliativa	Cirurgia, quimioterapia e radioterapia paliativa	Quimioterapia e radioterapia paliativa	Cirurgia, quimioterapia e radioterapia curativa	Cirurgia, quimioterapia e radioterapia paliativa
Planejamento	Tomografia computadorizada em conjunto com software de planejamento	ND	Protocolo padrão para cães e gatos	ND	Tomografia computadorizada em conjunto com um software de planejamento tridimensional
Dose total	16 Gy	48 Gy	32 Gy	16 Gy (8 Gy em cada lado da mandíbula)	6480 cGy
Dose diária	4 Gy	4 Gy	8 Gy	4 Gy (2 Gy em cada lado da mandíbula)	270 cGy
Fracionamento (seções)	4 frações, duas por dia a cada 6 horas	Dois vezes por semana	4 frações administrada a cada 7 dias	ND, associada a três sessões de radioterapia adicionais realizadas em intervalos de uma semana	24 frações ao longo de 48 dias
Tamanho do campo	ND	ND	10 x10 cm	6 x 6 cm	ND
Equipamento	ND	Unidade de ortovoltagem	Acelerador linear	Acelerador linear	ND
Tipo de energia	ND	Raio X	Fótons de elétrons (5 MeV)	Fótons (6 MV)	ND
Imobilização	Sedação e anestesia geral	Sedação e anestesia geral	Sedação e anestesia geral	Sedação e anestesia geral	Uso de sedação e anestesia geral
Local (país)	Estados Unidos	Japão	Estados Unidos	Estados Unidos	Estados Unidos
TOTAL DE INFORMAÇÕES	12	13	13	13	12

## DISCUSSÃO

Na comparação dos dados obtidos, cada caso refere-se a diferentes animais selvagens, sendo todos mamíferos, o que não significa que na medicina de animais selvagens a radioterapia é empregada apenas em mamíferos, pelo contrário, segundo Filippich (7), essa modalidade tem muita aplicação em aves.

A radioterapia demonstrou ser uma ferramenta utilizada em associação à cirurgia e à quimioterapia no tratamento das neoplasias citadas em quase todos os casos. Nota-se também que a radioterapia é mais utilizada de forma paliativa do que curativa. Isso se deve ao fato de todos os animais selecionados pertencerem a zoológicos e, de acordo com Stoskopf (4), animais de zoológicos que vivem em cativeiro tendem a viver muito mais tempo do que soltos na natureza. Nota-se também que, na maioria dos casos, os animais são geriátricos, o que predispõem ainda mais as chances do desenvolvimento de alguma neoplasia.

Percebe-se que a maioria dos casos é dos Estados Unidos e que todos os animais foram sedados e anestesiados para os procedimentos. Contudo, não é possível dizer por esse estudo se os Estados Unidos tem o maior número de animais selvagens tratados por radioterapia, ou se apresenta o maior número de neoplasias do que os outros países.

Observa-se que a dose total nos casos tratados varia de 16 a 48 Gy e que a dose diária é de 2 a 8 Gy, sendo os limites das doses diárias bem próximos e os limites da dose total bastante dispersos. Sobre as seções de tratamento, na maioria dos casos relatados, utilizou-se o hipofracionamento de dose, ou seja, foram empregadas altas doses diárias, com poucas seções de tratamento, aproximadamente de dois a cinco dias por semana, com alguns intervalos entre as seções, reduzindo assim o número de aplicações da sedação e da anestesia durante os procedimentos.

Quanto à ausência de informação, percebe-se que alguns autores não mencionam o tipo de planejamento do tratamento (casos: 2, 3 e 4), o tipo de equipamento utilizado (casos: 1 e 5), o tipo de energia utilizada (casos: 1 e 5) e o tamanho do campo tratado (casos: 1, 2 e 5). Somente em dois casos foi mencionado o uso da tomografia computadorizada combinado com um software específico para o planejamento do tratamento (casos: 1 e 5), apenas três descrevem o tipo de equipamento utilizado (casos: 2, 3 e 4), apenas três mencionam o tipo de energia utilizada (casos: 2, 3 e 4) e somente dois descrevem o tamanho do campo utilizado no tratamento (casos 3 e 4), dificultando a replicação do método para empregá-los em outros casos.

Considerando o número de informações conforme a Tabela 1, os autores dos casos 2, 3 e 4 forneceram maior número de informações do que os autores dos casos 1 e 5, que demonstraram restringir as informações em suas publicações. É importante salientar que esses dados são relevantes e precisam ser mencionados em qualquer trabalho científico, pois pode servir como base inicial a outros pesquisadores em estudos futuros.

## COMENTÁRIOS FINAIS

Como animais geriátricos são predominantes em zoológicos, tem-se a ocorrência de aumento de neoplasias em muitas espécies e alternativas para tratamentos paliativos precisam ser avaliadas. A quimioterapia minimamente invasiva e a radioterapia adjuvante foram as opções de tratamento viáveis e devem ser consideradas para o tratamento de neoplasias em outras espécies animais.

Apesar do pequeno número de casos avaliados no levantamento desse estudo bibliográfico, todos eles apresentaram resultados satisfatórios utilizando a radioterapia na medicina de animais selvagens, e forneceram informações relevantes que podem orientar inicialmente futuros pesquisadores nessa área, melhorando assim o conhecimento sobre o tema como também a qualidade de vida dos animais.

## REFERÊNCIAS

1. Okuno E, Yoshimura EM. Físicas das radiações. In: Okuno E, Yoshimura EM. Desintegração nuclear [Internet]. São Paulo: Oficina de textos; 2010 [citado 2015 Sep 23]. p.69-74. Available from: [http://www.ofitexto.com.br/conteudo/deg\\_418789.pdf](http://www.ofitexto.com.br/conteudo/deg_418789.pdf).
2. Andrade LA, Fernandes MR. Braquiterapia em medicina veterinária. In: Jericó MM, Neto AJP, Kogika MM. Tratado de medicina interna de cães e gatos. São Paulo: Roca; 2014. p.560-83.
3. McNiel E. Introduction to radiation therapy [Internet]. East Lansing, Michigan: Michigan State University; 2009 [citado 2015 Sep 23]. p.126-9. Available from: <http://landofpuregold.com/cancer/thePDFs/intro-radiationtherapy.pdf>.
4. Stoskopf MK, Brown J, Devoe R. Imaging in zoological medicine practice. *J Radiol Nurs*. 2012;31(3):81-90.
5. Moretto AJG, Corrêa FG. Radioterapia para carcinomas em animais domésticos. *Rev Cient Eletrônica Med Vet, Garça* [Internet]. 2013 [citado 2015 Oct 6];11(20). Available from: [http://faef.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/mcMIQhIjR6u eiY8\\_2013-6-21-15-37-39.pdf](http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/mcMIQhIjR6u eiY8_2013-6-21-15-37-39.pdf).

6. Cunha SCS. Radioterapia: as radiações do bem. Revista Pulo do Gato [Internet]. 2013 [citado 2015 Oct 6]. Available from: <http://www.revistapulodogato.com.br/materias/ler-materia/70/radioterapiaas-radiacoes-do-bem>.
7. Filippich LJ. Tumor control in birds. *Sem Avian Exotic Pet Med*. 2004;13(1):25-43.
8. Burk RL, King GK. *The Veterinay Clinics of North America – Small Animal Praticce – Radiation Oncology*. Philadelphia: WB Saunders Company;1997.
9. Nakata M, Miwa Y, Nakayamaz H, Sakai T, Sasaki TN. Localised radiotherapy for a ferret with possible anal sac apocrine adenocarcinoma. *J Small Anim Pract*. 2008;49(1):447-76.
10. Goodnight AL, Couto CG, Green E, Barrie M, Myers G. Chemotherapy and radiotherapy for treatment of cutaneous lymphoma in a ground cuscus (*phalanger gymnotis*). *J Zoo Wildl Med*. 2008;39(3):472-5.
11. Mylniczenko ND, Manharth AL, Clayton LA, Feinmehl R, Robbins M. Successful treatment of mandibular squamous cell carcinoma in a malayan sun bear (*helarctos malayanus*). *J Zoo Wildl Med*. 2005;36(2):346-8.
12. Harrison TM, Dominguez P, Hanzlik K, Sikarskie JG, Agnew D, Bergin I, et al. Treatment of an amelanotic melanoma using radiation therapy in a Lesser Madagascar Hedgehog Tenrec (*Echinops telfairi*). *J Zoo Wildl Med*. 2010;41(1):152-7.

**Recebido em: 15/01/2016**

**Aceito em: 16/01/2017**