

RADIOTERAPIA APLICADA EM TUMORES DE PELE E TECIDOS MOLES EM PEQUENOS ANIMAIS**RADIATION THERAPY APPLIED IN SKIN AND SOFT TISSUE TUMORS IN SMALL ANIMALS**

Michel Campos Vettorato¹ Jéssica Leite Fogaça¹ Marco Antônio Rodrigues Fernandes²

RESUMO

A neoplasia é uma doença comum na rotina veterinária e com a melhoria de práticas e investigações, doenças em animais são cada vez mais diagnosticadas. A radioterapia utiliza radiação ionizante para destruir as células tumorais ou para conter a sua proliferação. Tendo em vista o destaque que a radioterapia vem ganhando na medicina veterinária no Brasil e no mundo, objetivou-se com este trabalho de revisão compilar e descrever as aplicações dessa técnica no tratamento de tumores de pele e de tecidos moles em pequenos animais. Pelas informações explanadas foi observado que as principais aplicações da radioterapia em pequenos animais ocorrem nos casos de melanoma, mastocitoma, carcinoma de células escamosas e que os relatos apresentados demonstram as qualidades desta prática terapêutica nas neoplasias assistidas.

Palavras-chave: Braquiterapia; Cães; Gatos; Neoplasia; Teleterapia.

ABSTRACT

Neoplasia is a common disease in veterinary routine and with improvement of practices and investigations, diseases in animals are increasingly diagnosed. Radiation therapy uses ionizing radiation to destroy tumor cells or to contain their proliferation. Owing to the importance that radiotherapy has been having within veterinary medicine, in Brazil and in the world, this paper aimed to compile and describe the applications of this technique in the treatment of skin and soft tissue tumors in small animals. From provided information it was observed that the main applications of radiotherapy in small animals occur in cases of melanoma, mastocytoma, squamous cell carcinoma and that presented reports demonstrated the qualities of this therapeutic practice in assisted neoplasms.

Key words: Brachytherapy; Dogs; Cats; Neoplasia; Teletherapy.

¹ Mestre em Biotecnologia Animal pela FMVZ/UNESP. Rua Prof. Dr. Walter Mauricio Correra, s/n - Rubião Junior, Botucatu - SP e mail: m_vettorato@hotmail.com

² Professor Livre Docente do Departamento de Dermatologia e Radioterapia da Faculdade de Medicina da UNESP de Botucatu

1. INTRODUÇÃO

A neoplasia é uma doença comum na prática veterinária e com a melhoria de práticas e investigações, doenças em animais são cada vez mais diagnosticadas. Embora os dados mostrem que a incidência de tumores em pequenos animais é baixa, estimativas sugerem que 1 entre 10 gatos ou cães irá desenvolver tumor durante sua vida natural. O manejo da doença tem como objetivo prolongar o tempo de vida e garantir a qualidade de vida do animal. Por isso, todos os tratamentos são ajustados para alcançar tal objetivo e caso algum paciente esteja sofrendo, o tratamento pode ser encerrado ou o animal pode ser sacrificado (MORRIS; DOBSON, 2007; NORTH; BANKS, 2009).

A anamnese, muitas vezes, pode esclarecer sobre a etiologia do tumor, fato importante para o conhecimento do médico veterinário, que poderá em seguida alertar os proprietários sobre a prevenção do uso de certos agentes etiológicos. Além do histórico do paciente oncológico, o exame físico é aliado à citologia, radiografia, ultrassonografia, tomografia computadorizada, ressonância magnética, cintilografia e à histologia, os quais definem o diagnóstico e, assim, fundamentam a terapia a ser instituída (SCHWARZ; SAUNDERS, 2011; MICHELON et al., 2012; WITHROW et al., 2013).

A procura por tratamento em animais com câncer vem aumentando consideravelmente. Os principais métodos de tratamento empregados pela medicina veterinária para o tratamento do câncer são a radioterapia, a quimioterapia e a cirurgia. Tais técnicas podem ser empregadas de forma exclusiva ou adjuvante (MORRIS; DOBSON, 2007; NORTH; BANKS, 2009; WITHROW et al., 2013).

A radioterapia utiliza radiação ionizante para destruir as células tumorais ou para conter a sua proliferação. Esta técnica possui duas modalidades de tratamento, a braquiterapia, em que a fonte radioativa é implantada no tumor ou próxima a ele, e a teleterapia, em que a radiação é administrada por uma fonte externa (HALPERIN et al., 2013; CUNHA, 2013ab).

Geralmente a radioterapia é usada para tumores não metastáticos, oferecendo um potencial de cura para alguns tumores localizados. Em outros casos, pode ser usada para o seu efeito paliativo. Mesmo quando o câncer não pode ser eliminado, a redução do volume tumoral pode melhorar a qualidade de vida do animal, reduzindo a compressão dos órgãos adjacentes, sangramento e dor (DOBSON; LASCELLES, 2003; MCENTEE, 2004). Quando utilizada com finalidade curativa, a radioterapia é dada em pequenas frações ao longo de 2 a 5 semanas, dependendo do tamanho e localização da neoplasia, estado geral de saúde do animal e do tipo da neoplasia. Já para finalidades paliativas, a radioterapia é dada em grandes

frações, geralmente uma vez por semana durante três semanas (MCENTEE, 2004; FOSTER; SMITH, 2015).

A radioterapia curativa é empregada na esterilização das margens do campo de um sarcoma ou carcinoma no pós-operatório, para tumores nasais e faciais e para alguns tumores cerebrais. Além disso, atua no controle local dos tumores orais, no pré-operatório de sarcoma de tecidos moles, para reduzir o volume e a viabilidade tumorais, e como terapia intraoperatória para esterilizar tumores abertos ou intracavitários. A radioterapia curativa também pode ser empregada como parte do protocolo de indução para determinados linfomas (MARCINOWSKA; DOBSON, 2015ab; VILLALOBOS; KAPLAN, 2017).

A radioterapia paliativa é recomendada para reduzir a dor do câncer e crescimento do tumor também pode ser empregada para diminuir o sangramento nasal e facial, para reduzir massas orais e faríngeas, para tratar tumores cerebrais inoperáveis, para reduzir massas do mediastino e nódulos linfáticos grandes no linfoma resistente e para reduzir o tamanho de grandes lesões primárias ou metastáticas (MARCINOWSKA; DOBSON, 2015ab; VILLALOBOS; KAPLAN, 2017).

Tendo em vista o destaque que a radioterapia vem ganhando na medicina veterinária no Brasil e no mundo (MCENTEE, 2004; FERNANDES et al., 2010; FARRELLY; MCENTEEM, 2014; VETTORATO et al., 2017), objetivou-se com este trabalho de revisão compilar e descrever as aplicações dessa técnica no tratamento de tumores de pele e de tecidos moles em pequenos animais.

2. DESENVOLVIMENTO

A pele é o maior órgão do corpo e, dessa forma, tumores de pele e de tecidos moles compõem a maioria das neoplasias em cães e gatos. Tumores cutâneos representam pelo menos um terço de todos os tumores em pequenos animais. O carcinoma de células escamosas é um dos tumores cutâneos mais comuns. Uma das causas principais é a exposição prolongada aos raios ultravioleta, o que implica o desenvolvimento de tumores de células escamosas e basais em pele não protegida, não pigmentada e de pelagem clara, podendo ocorrer em qualquer local da pele, tronco, pernas, escroto e lábios em cães, e plano nasal, pálpebras e lábios em gatos (MORRIS; DOBSON, 2007; CUNHA et al., 2014; GASYSOVA et al., 2017).

2.1 Melanoma

Melanomas são tumores relativamente incomuns em cães e gatos, representando entre 4 a 6% de todos os tumores cutâneos caninos e de 1 a 2% em felinos, afetando em ambos principalmente animais mais velhos. O tumor tem sua origem nos melanócitos, os quais se localizam entre as células basais da epiderme na junção ou dentro da derme. O tratamento é a excisão cirúrgica, radioterapia ou quimioterapia, mas a eficiência destes tratamentos é muito pequena e o prognóstico de sobrevivência por mais de um ano é de 10% (BENITES; MELVILLE, 2003; MORRIS; DOBSON, 2007; TUOHY et al., 2014; DAVIES et al., 2017).

Os protocolos radioterápicos para melanoma são semelhantes aos mencionados por Mcentee (2004) os quais são realizados uma vez por semana, nos dias 0, 7 e 21 ou nos dias 0, 7, 21 e 28 duas vezes semanais. A dose por fração varia entre 4 a 9 Gy, sendo três a seis frações para uma dose total de 24 a 42 Gy.

Melanoma é comumente tratado com grandes frações de doses de radiação nos casos paliativos. O melanoma é um tipo de tumor mais radiosensível a grandes doses fracionais, por causa da capacidade de acumular os danos da radiação subletal. Assim, a utilização do protocolo de hipofracionamento, com frações de doses de radiação nos dias 0, 7 e 21 é realmente uma terapia definitiva. O protocolo 0-7-21 usando frações de 8 Gray (Gy) foi avaliado para o tratamento de melanoma oral em cães. Os resultados foram uma taxa de resposta completa de 53% e uma taxa de resposta parcial de 30% com sobrevida de 7,9 meses. Com esses resultados, a radioterapia com poucas frações (hipofracionada) pode ser utilizada para fornecer o controle local definitivo dos melanomas orais (SIEGEL; CRONIN, 1997).

2.2 Mastocitoma

Os mastocitomas são os tumores mais comuns de pele em cães, representando até 20% de todos os tumores cutâneos caninos e tendem a afetar animais mais velhos, no entanto podem ocorrer em qualquer idade. Para o tratamento, a cirurgia é utilizada para remover a doença macroscópica, em seguida, a utilização da radioterapia pode ser uma estratégia muito bem sucedida (DOBSON; LASCELLES, 2003; DOBSON; SCASE, 2007; MORRIS; DOBSON, 2007; CARLSTEN et al., 2012; WITHROW et al., 2013).

Em um estudo que envolveu 35 cães com mastocitomas em região de cabeça e membros, os quais foram tratados com prednisolona 40 mg/m² diariamente durante 10 a 14 dias antes da radioterapia hipofracionada, ao qual foi realizada com frações de 8 Gy uma vez

por semana (dias 0,7,14,21), totalizando uma dose de 32 Gy em 4 semanas, utilizando um equipamento do tipo AL de 4 megavolts (MV). O protocolo de dose adotado resultou em uma taxa de resposta ao tratamento de 88,5% (DOBSON et al. 2004).

Em uma pesquisa publicada por Carlsten et al. (2012), 17 cães com mastocitomas foram submetidos à radioterapia hipofracionada após 7 dias do início da administração da dosagem do toceranibe (2,75 mg/kg). Os cães foram tratadas com um total de 24 Gy, distribuídos em 3 frações de 8 Gy nos dias 0, 7, 21 ou em 4 frações de 6 Gy nos dias 0, 7, 14, 21. A radiação foi efetuada no alvo de 6 a 8 horas após dosagem do toceranibe e como resultado, a taxa de resposta ao tratamento foi de 76,4%, sendo que 58,8% dos cães obtiveram resposta completa e 17,6% uma resposta parcial ao tratamento.

2.3 Carcinoma de células escamosas

O carcinoma de células escamosas, também conhecido como carcinoma epidermoide, carcinoma espinocelular e carcinoma escamocelular, é o tumor de pele mais frequente em felinos, e está intimamente ligado ao clima da região e exposição dos animais aos raios solares. Essa neoplasia é mais comum na face, sendo a região nasal a mais afetada, seguida pelas pálpebras e, raramente, os dígitos, a cauda e o períneo. Várias modalidades de tratamento têm sido utilizadas para o carcinoma epidermoide, entre elas a radioterapia é a mais escolhida, principalmente em casos avançados, em que a cirurgia é pouco efetiva (CUNHA et al., 2007; DIAS et al., 2015; SANTOS et al., 2018; MELO et al., 2018).

Os principais sintomas do carcinoma de células escamosas são a presença de massa, espessamento ou ulceração da pele e posteriormente inflamação e linfonodos aumentados. A radioterapia está entre as principais opções terapêuticas para o carcinoma de células escamosas, sendo mais eficaz que outros métodos de tratamento, como a cirurgia, a quimioterapia e a terapia fotodinâmica, principalmente nos casos mais avançados (MORETTO; CORRÊA, 2013; CUNHA et al., 2014; GIULIANO et al., 2017).

No relato de Poirier et al. (2013) sobre carcinoma de células escamosas orais em gatos, todos foram tratados com radiação de megavoltagem por um acelerador linear (AL) emitindo feixes de elétrons de 9 a 16 megaeletronvolts (MeV) ou por uma unidade de telecobalto utilizando fótons de 1,25 MV. O protocolo foi de hipofracionamento e consistia de 10 frações, de segunda a sexta-feira, uma vez por dia, sendo uma dose diária de 4,8 Gy e total de 48 Gy, totalizando em 10 dias.

Os trabalhos realizados por Cunha (2013ab) e Cunha et al. (2014) avaliaram a efetividade de dois protocolos radioterápicos (hipofracionamento e o fracionamento padrão) em carcinoma de células escamosas cutâneo em 35 gatos. O grupo 1 recebeu o protocolo hipofracionado (4-5 frações semanais de 7,6 a 12 Gy) por um AL (Clinac 2100), com energia de 4 MeV para as lesões superficiais e 6 MeV nas lesões profundas, a distância foco-superfície (DFS) de 100 cm. No grupo 2, recebeu o protocolo de fracionamento padrão (12 frações de 4 Gy três vezes por semana) por um equipamento de ortovoltagem (Stabilipan), com energia de 120 quilovolts (kV), 15 miliampère (mA) e filtro de cobre de 2 mm para lesões com profundidade menor que 2 cm e 140 kV, 15 mA e filtro de cobre 0,5 mm em lesões com profundidade maior que 2 cm, os cones utilizados foram de 6 x 8 cm ou de 8 a 10 cm com uma DFS de 30 cm. O campo incluiu a lesão mais uma margem de 2 cm e lençóis de chumbo foram utilizados para proteger as áreas sadias ao redor do tumor e para cada animal foi confeccionada uma máscara a partir do lençol, de maneira que apenas o volume alvo fosse irradiado. Lembrando que os animais foram anestesiados em cada fração e o protocolo de fracionamento padrão demonstrou melhores resultados levando em consideração os efeitos colaterais de cada caso.

Em um outro estudo de Cunha et al. (2007), o protocolo radioterápico utilizado em um gato com carcinoma epidermoide nasal e palpebral foi uma aplicação semanal de 7,6 Gy (em cada sessão) durante quatro semanas. Para o procedimento, o animal foi anestesiado, o que permitiu o correto posicionamento em todas as sessões. O equipamento utilizado foi um AL (modelo Clinac 2100), e a energia utilizada foi de 6 MeV de elétrons. Os efeitos colaterais observados foram conjuntivite do olho irradiado, dermatite, e epilação do plano nasal e pálpebra esquerda, a partir da segunda semana de tratamento, no entanto, todos apresentaram recorrência do tumor.

Em um outro estudo realizado por Théon et al. (1995) e citado por Ferreira et al. (2006), utilizou-se a radioterapia de ortovoltagem em 90 gatos com carcinoma de células escamosas do plano nasal. Foram utilizadas DFS de 50 cm e dose de radiação de 40 Gy, administrada em 10 frações de 4 Gy em três semanas e meia. Os resultados do estudo indicaram que os gatos com carcinoma de células escamosas do plano nasal tiveram benefício com a radioterapia e que o tratamento pode ser melhorado pelo aumento da dose da radiação, bem como alterar o esquema de dose-fracionamento.

Kinzel et al. (2003) descreveram um hipofracionamento em carcinomas espinocelulares e melanoma em cães e gatos. A dose total foi de 32 a 48 Gy, distribuídas uma vez por semana em frações de 8 Gy. Não houve efeitos colaterais significativos, pois os efeitos

secundários tardios não ocorreram. Cerca de 88% dos proprietários ficaram satisfeitos com a escolha desse tipo de tratamento.

Fernandes et al. (2003) relataram a utilização da braquiterapia com folhas de Ouro-198 (^{198}Au) em tumores de pele de um cão com carcinoma celular cutâneo. Neste relato, o tamanho da lesão era de 20 cm² e o animal foi anestesiado para a teleterapia e, posteriormente, para braquiterapia. Na teleterapia, foi usado o telecobalto, onde foi administrada uma dose de radiação de 500 centigrays (cGy) em 0,5 cm de profundidade por sessão, sendo no total 4 sessões, sendo que as duas primeiras foram realizadas em dias consecutivos e, as duas últimas, 7 dias após uma dose total de 2000 cGy. A braquiterapia foi executada após a quarta sessão da teleterapia e foi utilizado um molde radiativo de ^{198}Au em forma de disco de 2,76 cm fixado no paciente em um período de 55 horas. Devido à diferença de atividade interna e externa do molde, a braquiterapia foi repetida após 4 meses.

2.4 Sarcoma

Os sarcomas de tecidos moles constituem cerca de 15% dos tumores em cães e 7% de toda a pele subcutânea em gatos. Os sarcomas de tecidos moles em cães incluem o fibrossarcoma, tumores da bainha dos nervos (neurofibrossarcoma), histiocitoma fibroso, hemangiopericitoma, mixossarcoma eliposarcoma. A radioterapia torna-se necessária quando a ressecção completa é impossível ou quando o procedimento cirúrgico necessário para completar a ressecção é recusado pelo proprietário. O sarcoma de tecidos moles tem baixo potencial metastático e uma decisão para a amputação geralmente pode ser realizada caso a radioterapia falhe (MCKNIGHT et al., 2000; WITHROW et al., 2013).

Em uma pesquisa concretizada por Théon et al. (1994), 16 gatos com tumores malignos (10 carcinomas e 6 sarcomas) de cavidade nasal e dos seios paranasais foram submetidos à radioterapia curativa. A irradiação foi realizada com uma unidade de telecobalto em 13 gatos e uma unidade de ortovoltagem em três, em que 14 dos animais foram tratados apenas com a radioterapia e os outros dois com ressecção cirúrgica incompleta antes da radioterapia. A dose foi de 48 Gy (dose mínima de tumor), administrado em 4 Gy por fração, 3 dias por semana (2^a, 4^a e 6^a feira). O tratamento demonstrou eficácia e foram observadas complicações oculares crônicas em apenas três gatos.

Quando na cirurgia, as margens da ressecção são incompletas, suspeita-se que a doença ainda permanece no paciente microscopicamente, a teleterapia pode ser considerado um método adjuvante. As taxas de recorrência após a ressecção têm sido relatadas entre 17% e

60%, e a radiação de megavoltagem tem mostrado um resultado favorável de 70% a 80% no controle tumoral e os efeitos colaterais na maioria destes pacientes são relativamente superficiais e transitórios (DERNELL et al., 1998).

Segundo Mauldin (1997), para qualquer paciente com um sarcoma de tecidos moles, no *Medical Animal Center*, cirurgia tem que ter algum tipo de marcador da radioterapia colocado no tempo da ressecção definitiva. Estes geralmente são suturas de hemoclips ou de aço inoxidável, os quais permitem que o radioterapeuta identifique o volume do tumor após o paciente se recuperar de cirurgia, isso se deve porque, muitas vezes, algumas técnicas resultam em má representação da localização e do volume original do tumor o que não é colaborativo para o radioterapeuta.

Em cães, a radioterapia foi utilizada no tratamento nos sarcomas de tecidos moles de cães, com uma dose total de 50 Gy, com intenções curativas e para os casos paliativos foram 6 a 8 Gy por frações semanais para uma dose total de 24-32 Gy (KUNG et al., 2014). O protocolo foi o de hipofraciamento, administrado por um AL (Mevatron Digital, Siemens, Japão), com feixes de elétrons de 6 a 14 MeV em um único campo. A radiação consistiu em 4 a 5 frações semanais (6 a 8 Gy) a uma dose total de 24 a 32 Gy. O volume foi calculado pela utilização de um modelo cúbico simples (comprimento x largura x altura). Foram confeccionados blocos de cerrobend para tamanhos específicos (quadrado e retângulo) para moldar o campo necessário. Os feixes de elétrons foram selecionados com base na profundidade da lesão, do órgão em risco e do tamanho do campo. Dependendo da clínica, os campos variaram de 6x6 cm para 25x25 cm conforme o paciente.

Mcknight et al. (2000) realizaram a radioterapia em 48 cães adultos com sarcomas de tecidos moles duas a três semanas após a cirurgia. Os cães anestesiados foram tratados em uma unidade de telecolbaldo, a dose total de 63 Gy em 21 frações, distribuídas em 3 dias por semana (2ª, 4ª e 6ª feira), sendo 3 Gy por fração. Este estudo demonstrou a efetividade da radioterapia pós-operatória baseado na sobrevida dos animais.

Em outro estudo feito por Forrest et al. (2000) envolvendo 35 cães com fibrosarcoma e hemangiopericitoma, a radioterapia pós-operatória foi realizada em uma margem de 3 cm em torno da cicatriz cirúrgica usando uma unidade de telecobaldo. A dose total prescrita variou de 42 a 57 Gy em frações diárias de 3 a 4,2 Gy de 2ª a 6ª feira. A quantidade de frações de dose variou, sendo que para 10 frações a dose total foi de 42 Gy, ou seja, 4,2 Gy para cada fração diária de 2ª a 6ª feira, totalizando em uma dose de 48 Gy em 15 frações. Para 3 frações por semana, a dose total foi de 57 Gy e todos os casos tiveram resultados positivos da radioterapia.

A natureza agressiva de sarcomas de tecidos moles em gatos, especialmente aqueles que ocorrem após a vacinação, sugerem a investigação de novas terapias. O protocolo atual para gatos no tratamento de sarcomas pós-vacinal no *Medical Animal Center* é a ressecção cirúrgica seguida da radioterapia (63 Gy, sendo 3 Gy por fração de 2^a, 4^a e 6^a feira) e quimioterapia carboplatina (MAULDIN, 1997). A Tabela 1 ilustra um resumo da pesquisa de Mauldin (1997) sobre os resultados da radioterapia de sarcoma de tecidos moles em cães e gatos.

Tabela 1 - Resumo dos resultados da radioterapia para o tratamento de sarcoma de tecidos moles em cães e gatos.

Tipo de tumor e localização	Espécies	Dose acumulativa e Fracionamento	Resultados
Fibrossarcoma (lugar não identificado)	26 Cães	35-45 Gy em 10 frações (2 ^a , 4 ^a e 6 ^a feira)	Repostas da dose 27% em 1 ano
Sarcoma de tecidos moles (extremidade de cabeça e pescoço)	73 Cães	35-50 Gy ou 40-55 Gy em 10 frações (2 ^a , 4 ^a e 6 ^a feira)	50 % em 1 ano em ambos os modos
Hemangiopericitoma (tronco e extremidade)	20 Cães	40-50 Gy em 10 frações (2 ^a , 4 ^a e 6 ^a feira)	Sobrevida da doença em meio ano (81,8%), 1 (59,1%) e 2 anos (40,4%)
Hemangiopericitoma (tronco e extremidade)	8 Cães	40-45 Gy em 10 frações (2 ^a , 4 ^a e 6 ^a feira)	Media de sobrevida em 13,5 meses
Hemangiopericitoma (lugar não identificado)	5 Cães	24-40 Gy, sendo 4 Gy por fração	60% de residência, sem dados de sobrevida
Sarcoma de tecidos moles (várias extremidades)	42 Cães	35-50 Gy em 10 frações (2 ^a , 4 ^a e 6 ^a feira)	Resposta de dose em média a 1 ano, 45,3 Gy para controle de 1 ano
Sarcoma de tecidos moles (extremidades, tronco, cabeça e pescoço)	18 Cães	48-52,2 Gy, sendo 3,2-3,4 Gy por fração (2 ^a , 4 ^a e 6 ^a feira)	Intervalo da doença 50% em 1 ano
Sarcoma de tecidos moles (extremidade e tronco)	21 Cães	63 Gy em 3 Gy por fração (2 ^a , 4 ^a e 6 ^a feira)	Controle em anos: 1 (95%), 2, 3 (91%) e 4 (86%)
Fibrossarcoma (lugar não definido)	37 Gatos	45,6-57 Gy, 12-19 frações (somente radioterapia e radioterapia seguida da cirurgia)	Somente com a radioterapia (sobrevida em 137 dias) e com radioterapia acompanhada da cirurgia (sobrevida de 280 dias)
Fibrosarcoma (tronco e extremidade)	9 Gatos	63 Gy, sendo 3 Gy por fração (2 ^a , 4 ^a e 6 ^a feira)	Sobrevida média de 343 dias e intervalo de doença de 256 dias

Fonte: Adaptado de MAULDIN, 1997.

Em tumores da cavidade nasal, pele e de tecidos subcutâneo em pequenos animais, a braquiterapia utiliza a aplicação do Iridio-192 (¹⁹²Ir). Em cães, os implantes tumorais nasais posteriores à citorredução cirúrgica geralmente consistem de 2 a 4 fitas de ¹⁹²Ir, colocados na

cavidade nasal em forma de arco. O padrão de implante destas fitas de sementes produz uma distribuição de dose não uniforme, no entanto, uma elevada dose de radiação existe na maior parte da cavidade nasal durante o procedimento. Em gatos, os implantes de ^{192}Ir estão sendo usados em alguns casos de fibrossarcoma de tecido subcutâneo. Os implante tumorais têm sido um pouco frustrante devido ao tamanho grande do campo necessário para a implantação no momento em que estes animais são apresentados para o oncologista (WALKER, 1997; ANDRADE; FERNANDES, 2015).

O Estrôncio-90 (^{90}Sr) tem uma aplicação limitada no tratamento de carcinoma nasal e é muito pequena no tratamento de células escamosas superficiais e de mastocitomas superficiais no gato. As unidades de braquiterapia estão comercialmente disponíveis, que irá, sem dúvida, encontrar aplicação crescente de pacientes veterinários (THOMPSON et al, 1992; TURREL et al., 2006; ANDRADE; FERNANDES, 2015).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível identificar pelas informações explanadas as principais aplicações da radioterapia nos casos de melanoma, mastocitoma, carcinoma de células escamosas e nos sarcomas de pequenos animais. Os relatos apresentados no decorrer desta revisão demonstraram as qualidades desta prática terapêutica nas neoplasias assistidas.

Além disso, os estudos encontrados na literatura consultada poderão direcionar pesquisadores nesta área, auxiliando na rotina clínica, tendo em vista que a radioterapia na medicina veterinária está em crescimento no Brasil.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. L.; FERNANDES, M. A. R. **Braquiterapia em Medicina Veterinária**. In: JERICÓ, M. M.; NETO, A. J. P.; KOGIKA, M. M. Tratado de Medicina Interna de Cães e Gatos, v. 2. São Paulo: Roca, 2015. p. 560-583.

BENITES, N. R.; MELVILLE, P. A. Tratamento homeopático de melanoma maligno em cadela. **Cultura Homeopática**, v. 2, n. 5, p. 68-72, 2003. Disponível em <<https://highdilution.org/index.php/ijhdr/article/view/91/82>> Acesso em: 18 de nov. 2018.

CARLSTEN, K.S.; LONDON, C. A.; HANEY, S.; BRUNETT, R.; AVERY, A. C.; THAMM, D. H. Multicenter prospective trial of hypofractionated radiation treatment, toceranib, and prednisone for measurable canine mast cell tumours. **Journal Veterinary Internal Medicine**, v. 26, n. 1, p. 135-141. 2012. Disponível em <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1939-1676.2011.00851.x>> Acesso em: 4 de nov. 2018.

CUNHA, S. C. S. Radioterapia: As radiações do bem. Revista Pulo do Gato, Campinas, 2013b. Disponível em: <<http://www.revistapulodogato.com.br/materias/ler-materia/70/radioterapia-as-radiacoes-do-bem>> Acesso em: 22 dez. 2018.

CUNHA, S. C. S.; CARVALHO, L. A. V.; CORGOZINHO, K. B.; HOLGUIN, P. G.; FERREIRA, A. M. R. A utilização da radioterapia no tratamento do carcinoma de células escamosas cutâneo felino avançado. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 1, p. 7-14, 2014. Disponível em <<https://www.ingentaconnect.com/content/doi/01020935/2014/00000066/00000001/art00002>> Acesso em: 19 de nov. 2018.

CUNHA, S. C. S.; CARVALHO, L. A. V.; CANARY, P. C.; REISNER, M.; PEREIRA, A. N.; CORGOZINHO, K. B.; SOUZA, H. J. M.; FERREIRA, A. M. R. Aplicação da radioterapia em felino portador de Carcinoma Epidermóide nasal e palpebral utilizando Protocolo de Hipofracionamento. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 35, n. 2, p. 239-243, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em <<https://www.redalyc.org/html/2890/289021845016/>> Acesso em: 15 de dez. 2018.

CUNHA, S. C. S.; **Radioterapia em gatos domésticos com carcinoma de células escamosas cutâneo: avaliação dos protocolos de hipofracionamento e fracionamento padrão.** 142f. Dissertação de doutorado em medicina veterinária. Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2013a.

DAVIES, O. et al. Intranasal melanoma treated with radiation therapy in three dogs. **Veterinary Quarterly**, v. 37, n. 1, p. 274-281, 2017. Disponível em <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01652176.2017.1387828>> Acesso em: 24 de jan. 2019.

DERNELL, W. S.; WITHROW, S. J.; KUNTZ, C. A.; POWERS, B. E. Principles of Treatment for Soft Tissue Sarcoma. **Clinical Techniques in Small Animal Practice**, v. 13, n. 1, p. 59-64, 1998. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1096286798800297>> Acesso em: 3 de dez. 2018.

DIAS, F.; DIAS, L.; PEREIRA, L.; CABRINI, T.; ROCHA, J. Neoplasias orais nos animais de companhia–Revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v. 20, n. 1, p. 1-9, 2015. Disponível em <http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/ncCoaIIH79a8X7H_2013-6-21-16-12-48.pdf> Acesso em: 3 de dez. 2018.

DOBSON, J. M.; SCASE, T. J. Advances in the diagnosis and management of cutaneous mast cell tumours in dogs. **Journal of Small Animal Practice**, v. 48, n. 8, p. 424-431, 2007. Disponível em <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1748-5827.2007.00366.x>> Acesso em: 3 de dez. 2018.

DOBSON, J.; COHEN, S.; GOULD, S. Treatment of canine mast cell tumours with prednisolone and radiotherapy. **Veterinary and Comparative Oncology**, v. 2, n. 3, p. 132-141, 2004. Disponível em <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1476-5810.2004.00048.x>> Acesso em: 3 de dez. 2018.

DOBSON, J.; LASCELLES, B. D. X. **BSAVA manual of canine and feline oncology**. 2nd ed. British Small Animal Veterinary Association, 2003. 344p.

FARRELLY, J.; MCENTEEM.C. A survey of veterinary radiation facilities in 2010. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v.55, n.6, p.638-643, 2014. Disponível em <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/vru.12161>> Acesso em: 3 de set. 2018.

FERNANDES, M. A. R.; ANDRADE, A. L.; LUVIZOTO, M. C. R.; PIERÔ, J. R.; CIARLINI, L. D. R. P. Radioterapia em Medicina Veterinária Princípios e Perspectivas. **Revista Brasileira de Física Médica**, Natal, v. 4, n. 2, p. 11- 14, 2010. Disponível em <<http://www.rbfm.org.br/rbfm/article/view/69>> Acesso em: 3 de fev. 2019.

FERNANDES; M. A. R.; ANDRADE, A. L.; BIAZZONO, L.; LUVIZOTTO, M. C. R.; SANTOS, A.; CORREA, C. Gold (¹⁹⁸Au) fiuks brachytherapy use on canine skin tumor. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 40, n. 5, p. 321-327, 2003. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-95962003000500002&script=sci_arttext> Acesso em: 3 de fev. 2019.

FORREST, L. J.; CHUN, R.; ADAMS, W. M.; COOLEY, A. J.; VAIL, D. M. Postoperative radiotherapy for canine soft tissue sarcoma. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 14, p. 578-582, 2000. Disponível em <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1939-1676.2000.tb02279.x>> Acesso em: 3 de fev. 2019.

FOSTER; SMITH **Radiation Therapy in Dogs, Cats and Other Small Animals**. Veterinary & Aquatic Services Department, 2015 Disponível em <<http://www.peteducation.com/article.cfm?c=2+2087&aid=2607>> Acesso em 5 jan. 2019.

GASYMOVA, E. et al. Retrospective clinical study on outcome in cats with nasal planum squamous cell carcinoma treated with an accelerated radiation protocol. **BMC veterinary research**, v. 13, n. 1, p. 86, 2017. Disponível em <<https://bmcvetres.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12917-017-1018-3>> Acesso em: 3 de fev. 2019.

GIULIANO, A.; DOBSON, J.; MASON, S. Complete resolution of a recurrent canine anal sac squamous cell carcinoma with palliative radiotherapy and carboplatin chemotherapy. **Veterinary sciences**, v. 4, n. 3, p. 45, 2017. Disponível em <<https://www.mdpi.com/2306-7381/4/3/45>> Acesso em: 3 de fev. 2019.

HALPERIN, E. C.; WAZER, D. E.; PEREZ, C. A.; BRADY, L. W. **Perez and Brady's Principles and Practice of Radiation Oncology**. 6^a Ed. Lippincott Williams & Wilkins: 2013. 1936p.

KINZEL, S.; HEIN, S.; KOCH, J. Hypofractionated radiation therapy for the treatment of malignant melanoma and squamous cell carcinoma in dogs and cats. **Berliner und Munchener Tierarztliche Wochenschrift**, v.116, n 3-4, p. 134-138, 2003. Disponível em <<https://europepmc.org/abstract/med/12680280>> Acesso em: 3 de fev. 2019.

KUNG, M. B. J.; POIRIER, V. J.; DENNIS, M. M.; VAIL, D. M.; STRAW, R. C. Hypofractionated radiation therapy for the treatment of microscopic canine soft tissue sarcoma. **Veterinary and Comparative Oncology**, p. 1 – 11, 2014. Disponível em <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/vco.12121>> Acesso em: 3 de fev. 2019.

MARCINOWSKA, A.; DOBSON, J. Radiotherapy and tumours in veterinary practice: part one. **Veterinary Times**, 2015a. Disponível em: <<http://www.vettimes.co.uk/article/radiotherapy-and-tumours-in-veterinary-practice-part-one/>> Acesso em: 18 dez. 2018.

MARCINOWSKA, A.; DOBSON, J. Radiotherapy in practice – part 2: uses and outcomes. **Veterinary Times**, 2015b. Disponível em: <<http://www.vettimes.co.uk/article/radiotherapy-in-practice-part-2-uses-and-outcomes/>> Acesso em: 18 dez. 2018.

MAULDIN, G. N. Soft Tissue Sarcomas. **Veterinary Clinics or North America: Small Animal Practice**, v. 27, n. 1, p.139-148, 1997. Disponível em <[https://www.vetsmall.theclinics.com/article/S0195-5616\(97\)50012-X/abstract](https://www.vetsmall.theclinics.com/article/S0195-5616(97)50012-X/abstract)> Acesso em: 3 de fev. 2019.

MCENTEE, M. C. A survey of veterinary radiation facilities in the United States during 2001. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 45, n. 5, p. 476-479, 2004. Disponível em <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1740-8261.2004.04082.x>> Acesso em: 15 de jan. 2019.

MCKNIGHT, J. A.; MAULDIN, G. N.; MCENTEE, M. C.; MELEO, K. A.; PATNAIK, A. K. Radiation treatment for incompletely resected soft-tissue sarcomas in dogs. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 217, n. 2, p. 205-210, 2000. Disponível em <<https://avmajournals.avma.org/doi/abs/10.2460/javma.2000.217.205>> Acesso em: 3 de fev. 2019.

MELO, A. M. C. et al. Carcinoma de células escamosas: relato de caso. **PUBVET**, v. 12, p. 133, 2018. Disponível em <<http://www.pubvet.com.br/artigo/5049/carcinoma-de-ceacutelulas-escamosas-relato-de-caso>> Acesso em: 3 de fev. 2019.

MICHELON, E.; COLENCI, B.; PAULA, V. Diferenças entre os exames de tomografia computadorizada realizados para fins diagnósticos e para planejamento radioterápico. **Disciplinarum Scientia**. Série: Ciências Naturais e Tecnológicas, v. 13, n. 1, p.81-91, 2012. Disponível em: <<https://www.periodicos.ufn.edu.br/index.php/disciplinarumNT/article/view/1295>> Acesso em: 16 de out. 2018.

MORETTO, A. J. G.; CORRÊA, F. G. Radioterapia para carcinomas em animais domésticos. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, Garça, n. 20, 2013. Disponível em <http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/mcMIQhIjR6ueiY8_2013-6-21-15-37-39.pdf> Acesso em: 3 de fev. 2019.

MORRIS, J.; DOBSON, J. **Oncologia de pequenos Animais**. Ed Roca, p. 55-56, 2007.

NORTH, S.; BANKS, T. **Small Animal Oncology: An Introduction**. Philadelphia: Elsevier, 2009. 298p.

POIRIER, V. J.; HOTZ, B. K.; VAIL, D. M.; STRAW, R. C. Efficacy and toxicity of an accelerated hypofractionated radiation therapy protocol in cats with oral squamous cell carcinoma. **Veterinary Radiology Ultrasound**, v. 54, n. 1, p. 81-88, 2013. Disponível em <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1740-8261.2012.01970.x>> Acesso em: 3 de fev. 2019.

SANTOS, N. N. et al. Carcinoma de células escamosas em felino: relato de caso. **PUBVET**, v. 12, p. 138, 2018. Disponível em <<http://www.pubvet.com.br/artigo/5019/carcinoma-de-ceacutelulas-escamosas-em-felino-relato-de-caso>> Acesso em: 3 de fev. 2019.

SCHWARZ, T.; SAUNDERS, J. **Veterinary computed tomography**. John Wiley & Sons, 2011. 575p.

SIEGEL, S.; CRONIN, K. L. Palliative Radiotherapy. **Veterinary Clinics or North America: Small Animal Practice**, v. 27, n. 1, p. 149-155, 1997. Disponível em <[https://www.vetsmall.theclinics.com/article/S0195-5616\(97\)50013-1/abstract](https://www.vetsmall.theclinics.com/article/S0195-5616(97)50013-1/abstract)> Acesso em: 3 de fev. 2019.

THÉON, A. P.; MADEWELL, B. R.; SHEARN, V. I.; MOULTON, J. E. Prognostic factors associated with radiotherapy of squamous cell carcinoma of the nasal plane in cats. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 206, n. 7, p. 991-996, 1995. Disponível em <<https://europepmc.org/abstract/med/7768722>> Acesso em: 3 de fev. 2019.

THÉON, A. P.; PEASTON, A. E.; MADEWELL, B. R.; DUNGWORTH, D. L. Irradiation of nonlymphoproliferative neoplasms of the nasal cavity and paranasal sinuses in 16 cats. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 204, n. 1, p. 78-83, 1994. Disponível em <<https://europepmc.org/abstract/med/8125825>> Acesso em: 3 de fev. 2019.

THOMPSON, J. P.; ACKERMAN, N.; BELLAH, J. R.; BEALE, B. S.; ELLISON, G. W. ¹⁹²Iridium brachytherapy, using an intracavitary afterload device, for treatment of intranasal neoplasms in dog. **American Journal of Veterinary Research**. v. 53, n. 4, p. 617-622, 1992. Disponível em <https://www.researchgate.net/profile/Gary_Ellison/publication/21569770_192iridium_brachytherapy_using_an_intracavitary_afterload_device_for_treatment_of_intranasal_neoplasms_in_dogs/links/5a316c03a6fdcc9b2d3ab8f0/192iridium-brachytherapy-using-an-intracavitary-afterload-device-for-treatment-of-intranasal-neoplasms-in-dogs.pdf> Acesso em: 3 de fev. 2019.

TUOHY, Joanne L. et al. Outcome following curative-intent surgery for oral melanoma in dogs: 70 cases (1998–2011). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 245, n. 11, p. 1266-1273, 2014. Disponível em <<https://avmajournals.avma.org/doi/abs/10.2460/javma.245.11.1266>> Acesso em: 3 de fev. 2019.

TURREL, J. M.; FARRELLY, J. PAGE, R. L; MCENTEE, M. C. Evaluation of strontium 90 irradiation in treatment of cutaneous mast cell tumors in the cats: 35 cases (1992-2002).

Journal of the American Veterinary Medical Association. v. 228, n. 6, p. 898-901, 2006. Disponível em <<https://avmajournals.avma.org/doi/abs/10.2460/javma.228.6.898>> Acesso em: 3 de fev. 2019.

VETTORATO, M. C. et al. Principais avanços e aplicações da radioterapia na medicina veterinária. **Tekhne e Logos**, v. 8, n. 1, p. 103-118, 2017. Disponível em <<http://fatecbt.edu.br/seer/index.php/tl/article/view/455>> Acesso em: 16 de nov. 2018.

VILLALOBOS, A.; KAPLAN, L. **Canine and Feline Geriatric Oncology: Honoring the Human-Animal Bond.** 2ª Ed. Blackwell: USA, 2017. 520p.

WALKER, M. A. Interstitial implant brachytherapy in small animals. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice.** v. 27, n. 1, p. 59-71, 1997. Disponível em <[https://www.vetsmall.theclinics.com/article/S0195-5616\(97\)50006-4/abstract](https://www.vetsmall.theclinics.com/article/S0195-5616(97)50006-4/abstract)> Acesso em: 03 de fev. 2019.

WITHROW, S. J.; VAIL, D. M.; PAGE, R. **Withrow and MacEwen's Small Animal Clinical Oncology.** 5ª Ed. Elsevier Saunders, 2013. 768p.