



Universidade de Évora - Escola de Ciências e Tecnologia

Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

Dissertação

**Maneio e Controlo Reprodutivo do Veado (*Cervus elaphus*)
em Cativeiro**

Ana Carolina Monteiro Lobo

Orientador(es) | Rita Payan-Carreira

João Vítor de Campos Roeder

Évora 2022





Universidade de Évora - Escola de Ciências e Tecnologia

Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

Dissertação

**Maneio e Controlo Reprodutivo do Veado (*Cervus elaphus*)
em Cativeiro**

Ana Carolina Monteiro Lobo

Orientador(es) | Rita Payan-Carreira

João Vítor de Campos Roeder

Évora 2022



A dissertação foi objeto de apreciação e discussão pública pelo seguinte júri nomeado pelo Diretor da Escola de Ciências e Tecnologia:

Presidente | Rui Ferreira (Universidade de Évora)

Vogais | Carla Monteiro () (Arguente)

Rita Payan-Carreira (Universidade de Évora) (Orientador)

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, amigos e todas as pessoas que cruzaram o meu caminho até aqui. Quero agradecer especialmente à professora Rita Payan por ter aceitado ser minha orientadora, pela sua disponibilidade e apoio durante a realização deste trabalho.

À enorme família que a Universidade de Évora me deu, Catarina Pacheco, Catarina Oliveira, Ana Tita, Ana Nassar, Mafalda, Raquel, Bruna Monteiro, Maria, Gui, Miguel Lourenço, Duarte, Filipa, Miguel Lopes, Luís, Brunando, Fábio, Alice, Nuno, Bruna Gaspar, Beatriz, Ana Marreiros, Melissa e muitos mais que não menciono para não tornar a lista interminável, pela amizade e companheirismo ao longo do meu percurso académico; sem eles teria sido mais triste e solitário.

Quero agradecer especialmente à minha colega de quarto, que também foi a minha primeira amiga em Évora, Márcia Morim, por me fazer rir, pelo arroz de feijão, por me obrigar a ir ao ginásio todos os dias e, principalmente, pelo apoio que me deu nos períodos de maior insegurança nestes cinco anos de convívio diário.

A toda a equipa do Zoo Beto Carrero World, SC (Brasil), principalmente aos médicos veterinários que me acompanharam no estágio, João Vitor Roeder e José Daniel Fedullo, e à bióloga Kátia Cassaro pela oportunidade que me deram, pela confiança que depositaram em mim e pelos ensinamentos profissionais e pessoais que me transmitiram; agradeço também aos meus amigos Ewerson e Andriely pelos longos dias de praia e noites no Pacífico e às melhores colegas de estágio que podia ter tido: Fernanda, Amanda e Anelise.

À equipa da Unidade de Estabilização de Animais Marinhos da Univali, em Penha, Santa Catarina (Brasil), pela oportunidade, carinho e conhecimentos transmitidos.

À D. Damaris e Sr. Eloy que me acolheram tão bem num lugar que rapidamente passou de desconhecido a casa.

Aos meus melhores e mais inesperados presentes de 2021, encontrados na floresta amazónica, Bruno e Heloisa, pela boa energia e alegria contagiante; sem eles esta viagem teria sido incompleta.

À minha madrinha e à minha tia Beta; aos meus amigos Vera e Tó por estarem sempre presentes e dispostos a ajudar em qualquer situação; à minha prima, amiga e irmã Joana dos Santos por acreditar sempre em mim e saber utilizar as palavras certas para me acalmar nos meus momentos mais dramáticos e ao meu primo adquirido, Tiago Cunha, por me fazer rir em qualquer situação e pelo seu apoio incondicional.

Por fim, dedico este trabalho às estrelas mais brilhantes do céu: mãe Teresa, pai Franklin e irmã de quatro patas, Daisy; mesmo não estando fisicamente presentes, são a minha força e inspiração para alcançar os meus objetivos e realizar todos os meus sonhos.

Management and Control of Reproductive Activity of Captive Red Deer (*Cervus elaphus*)

ABSTRACT

Deers are the largest herbivore of the Portuguese fauna. In wildlife, deer often aggregate into distinct males and females groups, only coming together in the breeding season. Conflicts are common observed between males throughout the year, but are particularly notorious during the breeding season. In captivity, these conflicts are more frequent due to the limited space.

This dissertation includes a section of literature review about the general and behavioral aspects of the species and the appropriate methods for deer reproductive control. Another section reports the results of a study intended to evaluate the effectiveness of applied strategies to control overpopulation and the aggressiveness of animals in captivity. This study suggests that the use of vasectomies to prevent overpopulation, performed in all the males' deer at the Zoo, was effective but insufficient to reduce aggressions.

Only after the antlers removal decreased conflict aggressiveness between the animals was recorded.

Keywords: Breeding; Deer; *Cervus elaphus*; Captive management; Wildlife

Maneio e Controlo Reprodutivo do Veado (*Cervus elaphus*) em Cativoiro

RESUMO

O veado é o maior herbívoro da fauna portuguesa. Em vida-livre, na maior parte do tempo, os veados agregam-se em grupos distintos de machos e fêmeas que apenas se juntam na época reprodutiva. Ao longo do ano, é frequente observar conflitos entre os machos da espécie, principalmente durante a época de reprodução. Em cativoiro, estes conflitos tornam-se mais frequentes devido à limitação do espaço.

A presente dissertação inclui uma revisão bibliográfica sobre as características gerais e comportamentais desta espécie e métodos adequados para o controlo da sua atividade reprodutiva, bem como um estudo que teve por objetivo avaliar a eficácia da aplicação de métodos de controlo da sobrepopulação e da agressividade destes animais em cativoiro.

Os resultados sugerem que a realização de vasectomias em todos os machos presentes no Zoo foi eficaz para controlo da sobrepopulação, mas só apenas após a remoção das hastes ocorreu diminuição da agressividade dos conflitos entre os mesmos.

Palavras-Chave: Reprodução; Veado; *Cervus elaphus*; Maneio em cativoiro; Selvagens

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	I
ABSTRACT	III
RESUMO	IV
ÍNDICE DE TABELAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE GRÁFICOS	IX
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	X
PREFÁCIO	XII
1. REVISÃO DE LITERATURA	1
1.1 Introdução	1
1.1.1 Enquadramento taxonómico.....	1
1.1.2 Distribuição geográfica	2
1.1.3 Caraterísticas morfológicas	3
1.1.4 Comportamento e organização social.....	4
1.1.5 Habitat e dieta.....	5
1.2 Reprodução	6
1.2.1 Anatomia do aparelho genital.....	6
1.2.2 Ciclo reprodutivo.....	7
1.3 Alterações morfológicas e comportamentais no macho	11
1.3.1 Hastes	12
1.3.2 Desenvolvimento de juba e musculatura do pescoço	17
1.3.3 Agressividade	17
1.4 Lesões e patologias associadas ao stresse	18
1.4.1 Miopatia de captura	20

1.5	Métodos de controlo da atividade reprodutiva.....	31
1.5.1	Métodos não-invasivos.....	31
1.5.2	Métodos invasivos.....	37
2.	MANEIO E CONTROLO REPRODUTIVO DO VEADO (<i>Cervus elaphus</i>) EM CATIVEIRO.....	39
2.1	Introdução.....	39
2.2	Materiais e métodos.....	40
2.2.1	Caracterização da amostra.....	40
2.2.2	Procedimentos de maneio implementados.....	41
2.2.3	Diagnóstico de miopatia de captura.....	44
2.2.4	Estatística.....	45
2.3	Resultados.....	46
2.3.1	Relação entre ocorrência de morte e idade dos animais.....	47
2.3.2	Causas de morte.....	47
2.3.3	Distribuição temporal de mortes por miopatia de captura e traumatismos.....	48
2.3.4	Distribuição de mortes ao longo dos meses.....	49
2.3.5	Relação entre ocorrência de óbitos e género.....	51
2.4	Discussão.....	52
2.5	Conclusão.....	55
	LISTA DE REFERÊNCIAS.....	57

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Mortes registadas na população de veados do Zoo Beto Carrero World entre Janeiro de 2019 e Outubro de 2021.....	46
Tabela 2: Distribuição das causas de morte na população por género entre Janeiro de 2019 e Outubro de 2021.....	47
Tabela 3: Comparação entre o número (N) e percentagem (%) de indivíduos que morreram antes e após a realização de intervenções.....	50
Tabela 5: Correlação entre género e época do ano em que ocorreu o óbito.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Exemplos da espécie <i>Cervus elaphus</i>	3
Figura 2: Trato reprodutivo de animais da família <i>Cervidae</i>	6
Figura 3: Efeito do fotoperíodo sobre a atividade reprodutiva nas fêmeas da espécie <i>Cervus elaphus</i>	7
Figura 4: Constituição das hastes em cervídeos.....	12
Figura 5: Ciclo de regeneração das hastes.....	14
Figura 6: Antleroma num veado macho castrado da espécie <i>Cervus elaphus</i>	16
Figura 7: Macho da espécie <i>Cervus elaphus</i> em cativeiro com MC devido a traumatismo e perseguições por outros indivíduos do mesmo grupo.....	20
Figura 8: Macho da espécie <i>Cervus elaphus</i> com MC suspenso por faixas de tecido para se manter em estação.....	29
Figura 9: Localização do cordão espermático e isolamento do canal deferente.....	42
Figura 10: Corte das hastes de um veado macho com serrote manual.....	44
Figura 11: Necrópsia de cadáver de veado da espécie <i>Cervus elaphus</i>	45

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Distribuição das mortes registadas nos anos de 2019, 2020 e 2021.....	48
Gráfico 2: Distribuição das mortes registadas ao longo dos meses nos anos de 2019, 2020 e 2021.....	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UICN – União Internacional para a Conservação da Natureza

ng/mL – Nanograma por mililitro

GnRH – Hormona libertadora de gonadotrofinas

FSH – Hormona foliculo-estimulante

LH – Hormona luteinizante

IGF-I – Fator de Crescimento semelhante à Insulina tipo I

SNC – Sistema Nervoso Central

MC – Miopatia de captura

SNS – Sistema Nervoso Simpático

CK – Creatina-quinase

AST - Aspartato aminotransferase

LDH – Desidrogenase láctica

AINEs – Anti-inflamatórios não esteroides

mEq/Kg – Miliequivalente por quilograma

AZA – Associação de Zoológicos e Aquários

CMR – Centro de manejo reprodutivo

MGA – Acetato de melengestrol

IM – Intramuscular

SC – Subcutânea

® – Marca registada

PZP – Zona pelúcida porcina

ZP – Zona pelúcida

IV – Intravenosa

SPSS – Statistical Package for the Social Sciences

N – Número

PREFÁCIO

A presente dissertação foi escrita após a realização do estágio curricular com uma duração de quatro meses e meio, com início a 1 de Dezembro de 2020 e término a 15 de Abril de 2021, no Zoo Beto Carrero World, na cidade de Penha, no estado de Santa Catarina (Brasil), e que permitiu o acompanhamento dos médicos veterinários João Vitor de Campos Roeder e José Daniel Luzes Fedullo, supervisores do estágio.

Neste período de tempo foi possível compreender o papel dos zoológicos na conservação de espécies em risco de extinção, acompanhar e participar ativamente na rotina diária de um zoológico e adquirir conhecimentos na área da medicina veterinária e da biologia de animais selvagens e silvestres que contribuíram para a aquisição e melhoria de competências na prática profissional, complementando a formação académica; foram também desenvolvidas algumas atividades no âmbito da medicina veterinária de equinos.

Os dados necessários para a realização deste estudo foram recolhidos durante o período de estágio e, posteriormente, organizados e analisados para a elaboração do presente trabalho.

1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Introdução

1.1.1 Enquadramento taxonómico

Ultimamente, a classificação taxonómica de cervídeos tem vindo a passar por algumas alterações. Estudos realizados na última década evidenciaram um parentesco entre as ordens *Artiodactyla* e *Cetacea*, sugerindo a sua junção numa nova ordem designada por *Cetartiodactyla* (Agnarsson e May-Collado, 2008). No entanto, a relação filogenética entre diversas espécies dos grupos que compõem os *Cetartiodactyla* (Bovinos, Caprinos, Cetáceos, Cervídeos, etc) permanecem por esclarecer (Wang e Yang, 2013). Assim, a classificação taxonómica adotada neste trabalho é, por enquanto, a mais frequentemente utilizada para a espécie *Cervus elaphus*.

CLASSE: *Mammalia*

SUPERORDEM: *Ungulata*

ORDEM: *Artiodactyla*

SUBORDEM: *Ruminantia*

FAMÍLIA: *Cervidae*

SUBFAMÍLIA: *Cervinae*

GÉNERO: *Cervus*

ESPÉCIE: *Cervus elaphus* (Linnaeus 1758)

1.1.2 Distribuição geográfica

O veado da espécie *Cervus elaphus* encontra-se amplamente distribuído pela Europa, algumas regiões do Norte de África, Ásia e América do Norte. Recentemente, foi introduzido com sucesso na América do Sul (Argentina e Chile), Austrália e Nova Zelândia (Mattioli *et al.*, 2015).

No continente europeu, nos últimos 50 anos, os registos mostram que as populações de veados têm vindo a aumentar de forma considerável (Milner *et al.*, 2006). Ainda assim, apesar da caça excessiva existente no passado e de uma elevada perda de habitats, associada à intensificação da atividade agrícola e urbanização de terrenos agrícolas, que levaram praticamente à extinção da espécie *Cervus elaphus*, encontram-se ainda pequenas populações em algumas regiões da Europa, como Albânia e Grécia, resultantes de programas de reintrodução da espécie (Mattioli *et al.*, 2015).

Também em Portugal os poucos indivíduos existentes desta espécie resultam de programas de reintrodução ou da expansão natural das populações transfronteiriças espanholas, também elas reintroduzidas (Mattioli *et al.*, 2015). As maiores populações de veados em Portugal localizam-se nas zonas centro e sul do país, maioritariamente nos distritos de Castelo Branco e Idanha-a-Nova, na região centro, e de Moura e Barrancos na região sul (Salazar, 2009). É ainda possível observar populações estáveis em áreas protegidas do Parque Natural de Montesinho e do Parque Natural do Tejo Internacional, próximo da fronteira com Espanha, e na Tapada Nacional de Mafra, Tapada Real de Vila Viçosa, e Serra da Lousã, onde ocorreram programas de reintrodução da espécie *Cervus elaphus* (Oliveira, 2013).

A União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN) classifica o veado da espécie *Cervus elaphus* como pouco preocupante na Lista Vermelha das espécies ameaçadas de extinção. Atualmente, a maior ameaça à sua conservação consiste na introdução de diversas espécies e subespécies provenientes de outras regiões e continentes, levando à hibridização das populações de veados e à propagação de doenças parasitárias (Mattioli *et al.*, 2015).

1.1.3 Características morfológicas

O veado é o segundo maior cervídeo europeu e o maior herbívoro da fauna portuguesa. A sua pelagem apresenta uma variação sazonal na tonalidade, na densidade e no brilho. No Verão, esta apresenta uma coloração castanha-avermelhada, tornando-se mais densa e escura no Inverno (figura 1A). Nos primeiros meses de vida, as crias apresentam manchas brancas dorsais (figura 1B) que favorecem a sua camuflagem na vegetação. A cauda é acastanhada e o escudo anal é mais claro com uma tonalidade amarelada (Baldwin, 2020^a; Bugalho, 2000^a).

Esta espécie exibe um dimorfismo sexual acentuado (figura 1), sendo os principais caracteres distintivos entre machos e fêmeas adultos a presença de hastes nos machos, as dimensões corporais, que são superiores nos machos quando comparados animais da mesma faixa etária e o diâmetro do pescoço que é mais largo nos machos e no qual, durante o Inverno, se desenvolve uma juba de pelagem comprida (Baldwin, 2020^a).

O peso vivo dos indivíduos é variável conforme as regiões onde se encontram. Na Europa-Central, os machos e fêmeas podem atingir até cerca de 350 e 150 kg, respetivamente (Bugalho, 2000^a). No Nordeste de Portugal, os machos pesam em média cerca de 180 Kg, podendo os mais corpulentos atingir os 250 Kg, enquanto as fêmeas apresentam valores médios próximos dos 100 Kg (Rosa e Barroso, 1999 referido por Santos, 2009).



Figura 1 – Exemplos da espécie *Cervus elaphus*. (A) Macho e fêmea adultos (B) Fêmea adulta e cria com menos de dois meses de idade (Baldwin, 2020).

1.1.4 Comportamento e organização social

O veado da espécie *Cervus elaphus* apresenta um comportamento moderadamente gregário e pode mostrar-se ativo durante as 24 horas do dia. No entanto, os períodos de maior atividade ocorrem ao amanhecer e ao entardecer. Em vida-livre, apresenta períodos sazonais de menor atividade, coincidindo com os últimos meses de Inverno, o que poderá refletir uma diminuição dos recursos alimentares disponíveis (Pépin, Morellet e Goulard, 2009; Torres-Porras e Carranza Almansa, 2017).

Em vida-livre, na maior parte do tempo, os veados agregam-se em grupos distintos de machos e fêmeas que apenas se juntam na época de reprodução. De entre as hipóteses levantadas para explicar a segregação sexual nesta espécie, a mais comumente aceite é esta separação ser ditada pela preferência por um certo tipo de alimento e habitat (Clutton-Brock, Iason e Guinness, 1987; Torres-Porras e Carranza Almansa, 2017).

Nos grupos de fêmeas, a organização é matriarcal. O grupo constitui-se em torno da fêmea matriarca, pelas suas filhas e as respetivas crias com menos de dois anos de idade. O grupo pode apresentar variações na sua composição e coexistirem várias unidades familiares no mesmo local. Por vezes, após conceberem a sua primeira cria, fêmeas jovens formam a sua própria unidade familiar. Embora haja separação, geralmente, estas continuam a ocupar a mesma área do grupo da matriarca. Por outro lado, os machos jovens abandonam o grupo da progenitora com idades compreendidas entre os dois a três anos, formando grupos com outros machos da mesma faixa etária (Torres-Porras e Carranza Almansa, 2017).

Os conflitos entre machos são frequentes na época de contra-estação e permitem aos machos estabelecer a sua posição na hierarquia do grupo. Estes conflitos variam em intensidade, indo desde ameaças a perseguições e lutas mais agressivas (Appleby, 1983). Embora existentes, os conflitos entre fêmeas são menos frequentes, uma vez que as posições sociais dos grupos de fêmeas são geralmente bem definidas (Bebié e McElligott, 2006; Thouless e Guinness, 1986).

No fim do Verão, os grupos de machos fragmentam-se e cada um pode defender individualmente um território onde mantém um grupo de fêmeas durante a época de reprodução, denominado por harém (Carranza, Alvarez e Redondo, 1990). Uma vez que

o pico da capacidade reprodutiva do veado macho se observa entre os sete e os dez anos de idade, animais com idade inferior a cinco anos, raramente são capazes de defender um harém. Idealmente, o território escolhido pelo macho para formação do harém consiste numa área com elevada disponibilidade e qualidade de alimento, de forma a atrair e manter as fêmeas ao longo da época de reprodução (Torres-Porras e Carranza Almansa, 2017).

Para garantir a oportunidade de copular, o macho passa a ter como atividade principal a vigilância e a defesa das fêmeas que compõem o seu harém, sendo desafiados frequentemente a lutar por ele através de vocalizações, conhecidas vulgarmente por bramidos (Clutton-Brock e Albon, 1979^b; Suttie, 1985). Este aumento de atividade associada à diminuição da quantidade de alimento ingerido causa uma redução de até 30% do seu peso vivo, somente recuperado na época de contra-estação, quando ocorre novamente a segregação sexual de machos e fêmeas (Asher *et al.*, 1994). Caso o macho se distraia, corre o risco de outro tentar copular com as fêmeas do local (Torres-Porras e Carranza Almansa, 2017).

Nicole Bebie e Alan McElligott nos Institutos de Zoologia das Universidades de Zurique e de Neuchâtel, na Suíça, demonstraram que também poderá existir uma competição pelo macho dominante entre fêmeas do mesmo harém e que a posição social das mesmas tem influência sobre a duração e número de ciclos éstricos por época reprodutiva (Bebié e McElligott, 2006; García *et al.*, 2002).

1.1.5 Habitat e dieta

Embora esteja presente numa grande diversidade de habitats, esta espécie utiliza preferencialmente zonas de transição entre áreas florestais ou de vegetação arbustiva e zonas abertas com vegetação herbácea. As áreas abertas com pastagens são usadas frequentemente para alimentação, enquanto as zonas florestais mais densas funcionam sobretudo como locais de descanso e de refúgio (Baldwin, 2020^b; Garin *et al.*, 2001).

O veado possui uma dieta predominantemente à base de erva durante parte do ano e de tipo arbustivo ou arbóreo durante o resto do tempo, em função da quantidade e qualidade de alimento vegetal disponível. Existem ainda diversos estudos que

demonstram que as fêmeas apresentam preferência pela qualidade do alimento e os machos pela quantidade do alimento (Baldwin, 2020^b; Garin *et al.*, 2001).

Esta flexibilidade permite ao animal manter-se no mesmo habitat ao longo do ano, adaptando-se às variações de disponibilidade de alimento (Baldwin, 2020^b).

1.2 Reprodução

1.2.1 Anatomia do aparelho genital

Anatomicamente, o aparelho genital das fêmeas da família *Cervidae* é semelhante ao dos ruminantes domésticos, sendo constituído por dois ovários, dois ovidutos, um útero bipartido, uma cérvix, uma vagina e vestíbulo vaginal e vulva, conforme ilustrado na figura 2A (Duarte e Zanetti, 2014).

Também o sistema reprodutor do macho é semelhante ao dos ruminantes domésticos, sendo constituído por um pênis cuja porção livre se encontra resguardada no prepúcio, o escroto que aloja os testículos e epidídimos, um par de canais deferentes, e pelas glândulas acessórias que comportam vesículas seminais, próstata e glândulas bulbo-uretrais (figura 2B). O pênis é de tipo fibro-elástico e dispõem de uma flexura sigmoide que permite o alongamento do pênis durante a cópula (Duarte e Zanetti, 2014).

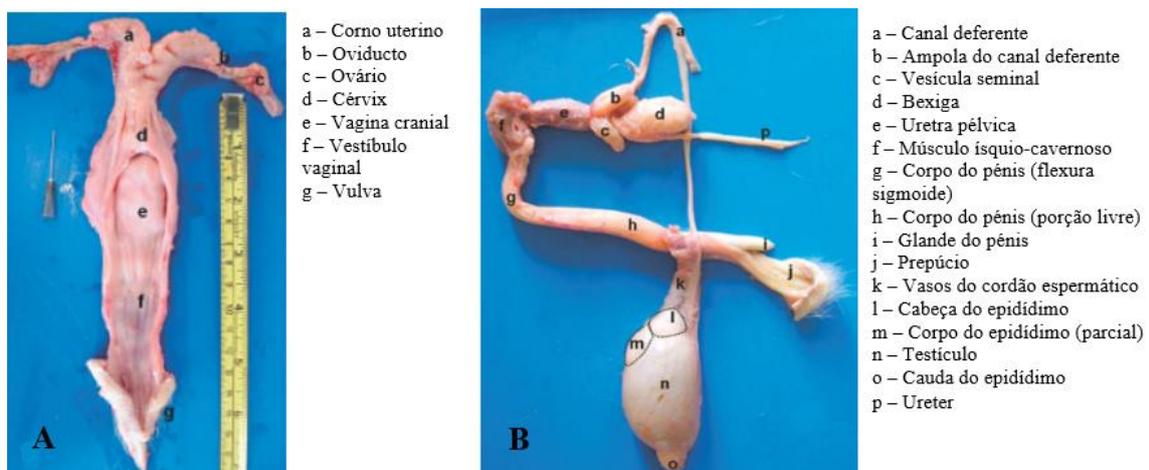


Figura 2 – Trato reprodutivo de animais da família *Cervidae*. (A) aparelho genital da fêmea (B) aparelho genital do macho (adaptado de Duarte e Zanetti, 2014).

1.2.2 Ciclo reprodutivo

1.2.2.1 Fêmea

A atividade reprodutiva dos indivíduos da espécie *Cervus elaphus* exibe um padrão sazonal, sendo esta fortemente influenciada por diversos fatores, como a condição corporal, o estado fisiológico, o clima e a latitude da região e, principalmente, pelo fotoperíodo cuja ação está esquematizada na figura 3. A época de reprodução desta espécie decorre nos meses de Outono e Inverno, quando os dias têm curta duração (Asher, 2011; Asher, Monfort e Wemmer, 1999; García *et al.*, 2002).

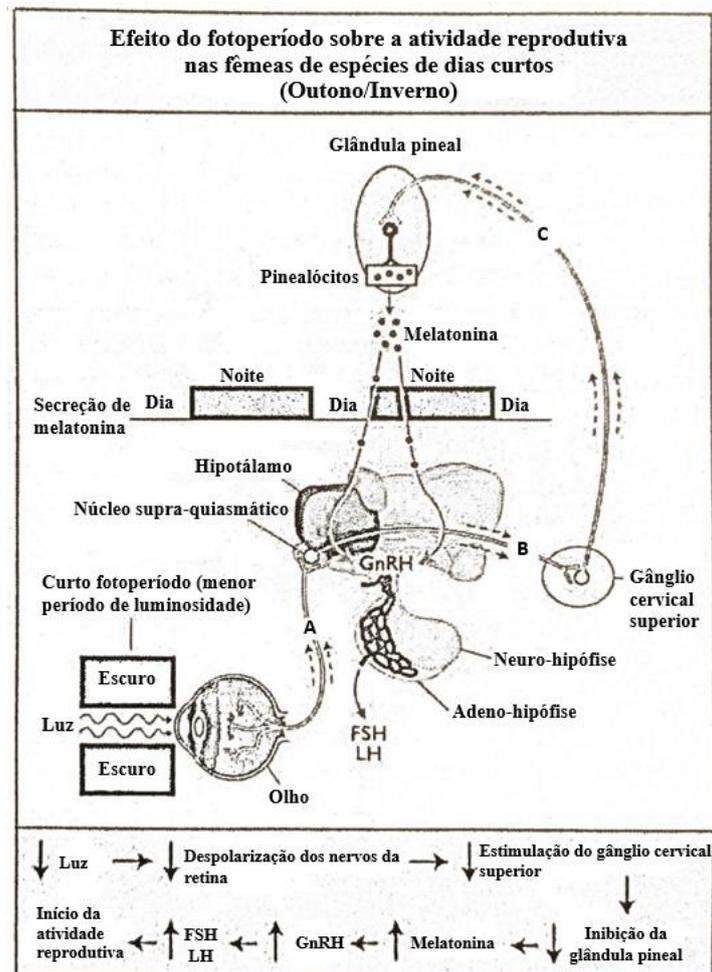


Figura 3 – Efeito do fotoperíodo sobre a atividade reprodutiva nas fêmeas da espécie *Cervus elaphus*. A – Passagem de informação luminosa da retina para o núcleo supra-quiásmático; B – Sinapse a nível do gânglio cervical superior; C – Estimulação da glândula pineal (adaptado de Senger, 2005).

O período de luminosidade controla o ritmo de secreção de melatonina pela glândula epífise através da informação luminosa recebida pela retina que é processada pelo núcleo supra-quiasmático e chega à epífise por via nervosa simpática (Senger, 2005).

A ação final da melatonina é a regulação da secreção hipotalâmica da hormona libertadora de gonadotrofinas (GnRH), que funciona como mediador da secreção de gonadotrofinas. Assim, nas fêmeas da espécie *Cervus elaphus*, em períodos de dias curtos e noites longas, a produção de melatonina durante a noite é superior, deixando de ocorrer inibição da secreção de GnRH e, em consequência, aumentando os níveis plasmáticos de gonadotrofinas, nomeadamente, das hormonas folículo-estimulante (FSH) e luteinizante (LH) (Asher, 2011; Senger, 2005).

É de salientar que a translocação desta espécie para regiões localizadas abaixo da linha do Equador leva à alteração da data de início do ciclo com uma diferença de aproximadamente seis meses (Asher, 2011; Asher, Monfort e Wemmer, 1999; García *et al.*, 2002).

As fêmeas desta espécie são consideradas poliéstricas sazonais de dias curtos. Após atingirem a puberdade, com idades compreendidas entre os dois e três anos, fêmeas não-gestantes podem apresentar entre quatro a nove ciclos éstricos contínuos por época até ficarem gestantes, cada um deles com uma duração aproximada de 17 a 19 dias. A fêmea é considerada monovulatória e apresenta entre duas a quatro ondas de folículos dominantes por cada ciclo (Asher, 2011). A época de reprodução dura entre três e seis meses, ocorrendo um anestro sazonal nos restantes meses do ano. Em anestro, a concentração de progesterona no plasma mantém-se em níveis basais, cerca de $0,14 \pm 0,01$ ng/mL (García *et al.*, 2002).

Regra geral, o período de transição da fase de anestro para o início da época reprodutiva é precedido por uma “ovulação silenciosa”, isto é, uma ovulação não acompanhada de expressão do comportamento de estro, e que origina um corpo lúteo de vida mais curta, com duração de oito a dez dias. Isso acontece pois, após um período de anestro longo, é necessária uma certa concentração plasmática de progesterona que

facilita a sensibilidade do eixo hipotálamo-hipófise aos estrogénios, originando um comportamento de estro mais evidente (Asher, 2011).

O início do estro coincide com o pico de LH pré-ovulatório que antecede a ovulação em 24 horas. No momento da ovulação a concentração plasmática de progesterona é ainda basal, apresentando valores próximos de $0,15 \pm 0,03$ ng/mL (García *et al.*, 2002).

Geralmente, a primeira indicação de que a fêmea se encontra no estro é a pouca distância a que se encontra do macho (entre dez a quinze metros) (Guinness, Lincoln e Short, 1971).

A fêmea apresenta um corrimento vaginal sero-mucoso fluido com um odor penetrante que evolui ao longo do ciclo para um corrimento mais espesso e viscoso. Este odor atrai o macho, que a persegue e estica o pescoço para cheirar e lambe a vulva exibindo em reação, e sempre que a fêmea urina, o reflexo de *Flehmen*. Após várias tentativas de monta por parte do macho, a fêmea torna-se cada vez mais recetiva até finalmente ocorrer a cópula. Por norma, após uma cópula bem-sucedida, esta fase do ciclo termina; no entanto, o cio pode ter uma duração total de até 24 horas (Asher, 2011; Guinness, Lincoln e Short, 1971).

Após a ovulação, a formação do corpo lúteo está associada ao aumento da secreção de progesterona. A concentração plasmática máxima de progesterona ocorre entre o dia dez e o dia dezasseis do ciclo éstrico (dia zero, correspondendo ao dia da ovulação), quando esta atinge valores máximos próximos de 1,8 ng/mL (Asher, 2011; García *et al.*, 2002).

Em fêmeas não gestantes, o corpo lúteo regride rapidamente, no espaço de um a três dias; a concentração de progesterona regressa a níveis basais e a fêmea entra novamente em estro (Asher, 2011; García *et al.*, 2002). Alguns estudos sugerem que, em fêmeas gestantes, é o corpo lúteo que suporta a gestação através da secreção de progesterona, que se mantém em concentrações plasmáticas elevadas até um a dois dias antes da data do parto (Asher, 2011).

Nesta espécie, não ocorre diapausa embrionária e a gestação tem uma duração média de 233 dias (Fenelon e Renfree, 2018; Scott *et al.*, 2008). Contudo, em animais de

vida-livre, para que os partos ocorram na época mais favorável à sobrevivência dos neonatos, parece existir um mecanismo compensatório, originando uma correlação negativa entre a data de concepção e a duração da gestação. Assim, fêmeas que ficam gestantes muito cedo ou mais tarde na época reprodutiva apresentam gestações com duração mais longa e mais curta, respetivamente. Um estudo realizado na Nova Zelândia em 2008 demonstrou que para cada dez dias de avanço na data de concepção ocorria um avanço na data do parto de cerca de seis a oito dias (Scott *et al.*, 2008).

Num trabalho publicado posteriormente, Scott e colaboradores (2015) verificaram que o estado nutricional da fêmea no terceiro trimestre de gestação é um dos principais fatores interveniente a este mecanismo compensatório que permite que os partos ocorram na época mais favorável à sobrevivência dos neonatos. Neste estudo foi comparada a duração da gestação em fêmeas que, com a mesma data de concepção, foram alimentadas *ad libitum* ou submetidas a restrição alimentar. Estas últimas apresentaram gestações mais longas que as fêmeas alimentadas *ad libitum*. Este mecanismo só é eficiente na compensação de atrasos no desenvolvimento fetal na situação de fêmeas com nível nutricional bom a moderado (Scott *et al.*, 2015).

1.2.2.2 Macho

À semelhança do que se observa nas fêmeas, após atingirem a puberdade, também os machos desta espécie apresentam modificações sazonais significativas na sua fertilidade, morfologia e comportamento. Estas modificações são acompanhadas pela alteração do volume e atividade testicular que se encontram sob controlo das gonadotrofinas. Em particular, a amplitude e frequência da secreção de LH são mais baixas na fase de quiescência reprodutiva e aumentam à medida que ocorre a diminuição do fotoperíodo, promovendo o início da atividade reprodutiva nos machos desta espécie (Asher, Monfort e Wemmer, 1999).

O aumento do tamanho testicular ao longo da época reprodutiva é acompanhado pela estimulação concomitante da espermatogénese e do aumento da secreção de testosterona. A atividade testicular permanece ao longo de todo o inverno com uma moderada a elevada secreção de testosterona e elevada produção de espermatozoides (Asher *et al.*, 1994).

O aumento dos níveis de testosterona circulantes leva à manifestação mais exuberante de caracteres sexuais secundários, como a mineralização das hastes, alteração da pelagem, hipertrofia da musculatura do pescoço, e ao aumento da agressividade dos machos nesta época, tornando-os intolerantes à presença de outros. O ciclo de regeneração anual das hastes está diretamente relacionado com as variações na concentração plasmática de testosterona. A mineralização das hastes ocorre quando a concentração plasmática de testosterona é elevada, na estação reprodutiva; posteriormente, a sua queda está associada à diminuição brusca de testosterona, quando esta estação termina (Asher *et al.*, 1994).

No fim da época de reprodução, a secreção de LH começa a diminuir e as gónadas masculinas regridem em tamanho. Nesta fase, a secreção de testosterona decresce rapidamente e a espermatogénese suspende-se por completo após o fim desta época. Em consequência do decréscimo dos níveis de testosterona, os machos perdem as hastes e perdem fertilidade por aproximadamente dois meses, voltando a adquirir gradualmente capacidade de fecundação até ao fim do Verão (Asher *et al.*, 1994; Asher, Monfort e Wemmer, 1999).

Embora a puberdade ocorra em média entre os seis e os dez meses de idade, em vida-livre, os machos só atingem a maturidade sexual aproximadamente aos dois anos de idade, quando os caracteres sexuais secundários se tornam evidentes (Baldwin, 2020^c).

1.3 Alterações morfológicas e comportamentais no macho

As variações sazonais na secreção de androgénios no macho afetam a expressão de diversas características sexuais secundárias, nomeadamente o ciclo de desenvolvimento e queda das hastes, o som das vocalizações emitidas, a pelagem, o odor e o seu comportamento, que se torna mais agressivo durante a época de reprodução (Malo *et al.*, 2009; Thornton *et al.*, 2001).

1.3.1 Hastes

As hastes são consideradas estruturas peculiares pela sua capacidade de regeneração anual e estão presentes somente nos cervídeos. O seu crescimento ocorre através de uma ossificação endocondral das células-tronco com origem no perióstio de uma protuberância anatomicamente distinta do osso frontal, denominada por pedículo (Fletcher *et al.*, 2016; Kuzmova, 2011). O desenvolvimento dos pedículos ocorre ainda durante a vida fetal do macho da espécie *Cervus elaphus*. No entanto regridem na fase final da gestação, voltando a crescer somente quando o macho atinge a puberdade (Kuzmova, 2011). Nos primeiros anos, devido ao elevado número de células-tronco presentes no perióstio, os pedículos são mais longos, diminuindo progressivamente de comprimento a cada ano, podendo estar ausentes em animais mais velhos. Especificamente, nos machos da espécie *Cervus elaphus*, os pedículos podem apresentar, cada um, até cinco centímetros de comprimento. Na Figura 4 estão ilustradas as duas frações que compõem cada haste; uma delas é permanente (o pedículo), isto é, conservada mesmo após a queda da haste, e a outra é cíclica, sendo regenerada anualmente e composta por um ramo principal com várias projeções laterais cujo número parece variar conforme a idade do animal (Li, Pearson e McMahon, 2013).



Figura 4 – Constituição das hastes em cervídeos. Cada haste é composta por uma fração permanente (Pe – Pedículo) e outra cíclica (An). Nesta última estão presentes, em cada ramificação, os centros de crescimento (GC). Na fração permanente encontram-se células-tronco no perióstio que envolve o pedículo (PP), que permitem a regeneração anual das hastes. Apenas a fração cíclica é revestida por uma pele aveludada durante a sua fase de crescimento (adaptado de Li, Pearson e McMahon, 2013).

1.3.1.1 Ciclo de regeneração anual

Na espécie *Cervus elaphus*, as hastes fazem parte dos caracteres sexuais secundários. Apenas estão presentes nos machos e o seu ciclo de desenvolvimento encontra-se, como já mencionado, sob influência de concentrações plasmáticas de testosterona, devido à presença de recetores de androgénios nas células-tronco do perióstio pedicular. Ainda assim, as hormonas que respondem às alterações de fotoperíodo, como as hormonas da tiroide, o cortisol e a prolactina, poderão ter efeito sobre o ciclo de crescimento das hastes; no entanto o seu papel permanece pouco claro. Também o Fator de Crescimento semelhante à Insulina tipo I (IGF-1), pelo seu efeito mitogénico dose-dependente, parece desempenhar um papel importante na fase de crescimento, na época de contra-estação, quando a concentração plasmática de testosterona é mínima; no entanto a sua função só foi comprovada em estudos *in vitro* (Bartos, Schams e Bubenik, 2009; Kuzmova, 2011; Li, Pearson e McMahon, 2013).

Quando ocorre um decréscimo rápido e acentuado na concentração plasmática de testosterona, logo após o fim da época reprodutiva, surge um aumento da atividade osteoclástica no pedículo distal que conduz à queda das hastes, surgindo imediatamente o início da formação de um novo par com origem nas células-tronco no perióstio que envolve o pedículo (Kuzmova, 2011; Li *et al.*, 2003; Munk *et al.*, 2015).

Com uma concentração plasmática de testosterona mínima, ainda na época de contra-estação, as hastes crescem rapidamente, atingindo uma taxa de crescimento superior a um centímetro por dia. Nesta fase, as hastes são cartilagosas e estão revestidas por uma pele aveludada. Esta tem origem na pele que reveste o pedículo que sofre alterações que incluem espessamento da epiderme, perda dos músculos eretores dos pelos e de glândulas sudoríparas, aumento do número e tamanho de glândulas sebáceas multilobadas e neogénese de folículos pilosos. Esta pele apresenta ainda inúmeros vasos sanguíneos e terminações nervosas (Fletcher *et al.*, 2016; Li, Pearson e McMahon, 2013).

Estudos anatómicos mostraram que o suprimento sanguíneo das hastes em crescimento tem a sua origem na artéria carótida externa e que a sua inervação é feita através de ramos nervosos com origem nos nervos cranianos trigémeo (V) e facial (VII) (Nieto-Diaz *et al.*, 2012). A presença de terminações nervosas tornam as hastes extremamente sensíveis, impedindo que os machos as usem como arma durante as lutas

pela posição hierárquica no grupo, durante a época de contra-estação (Fletcher *et al.*, 2016; Kuzmova, 2011).

Com o aproximar da época de reprodução, à medida que a concentração plasmática de testosterona aumenta, as hastes mineralizam e o suprimento sanguíneo da pele que as reveste diminui gradualmente até ocorrer necrose vascular, levando à queda da pele aveludada de revestimento. Este processo demora aproximadamente duas semanas após a mineralização completa das hastes e é acelerado pela raspagem voluntária das hastes contra árvores e arbustos associado ao prurido causado pelo início do desprendimento desta pele (Fletcher *et al.*, 2016; Nieto-Diaz *et al.*, 2012; Scott *et al.*, 2015). A figura 5 ilustra as diversas fases do ciclo de regeneração das hastes.



Figura 5 – Ciclo de regeneração das hastes. (a) Início da formação de um novo par de hastes logo após a queda do anterior; (b) Por vezes, as hastes caem com alguns dias de diferença uma da outra; (c) As hastes crescem rapidamente a uma taxa de crescimento superior a um cm por dia; (d) Hastes ramificadas cobertas por pele aveludada; (e) Três meses após o início do ciclo; (f) Perda da pele aveludada e início da mineralização das hastes. (adaptado de Fletcher *et al.*, 2016; *Britannica Online Encyclopedia*, [s.d.]).

O período em que os machos permanecem com as hastes mineralizadas e, por conseguinte, dessensibilizadas pela perda de inervação, coincide com a época de reprodução desta espécie, permitindo que estas assumam um papel fundamental nos conflitos que ocorrem nesta fase (Kuzmova, 2011).

Assim que os níveis de testosterona voltam a diminuir, após o fim da época de reprodução, as hastes mineralizadas caem, iniciando-se um novo ciclo (Kuzmova, 2011). Machos com níveis circulantes de testosterona mais elevados durante a atividade reprodutiva, geralmente machos dominantes, são os primeiros a perder as hastes, podendo nessa altura existir um corrompimento da hierarquia dos grupos, na medida em que machos anteriormente subordinados passam a ser dominantes. Tal fenómeno apenas se mantém até que todos se encontrem no início de um novo ciclo de crescimento das hastes, permitindo que machos outrora dominantes recuperem a sua posição (Bartos e Bubenik, 2011; Hall, 1983; Lincoln, 1972^a).

Lincoln (1972) e, mais recentemente, Bartos (2011) demonstraram a existência de relação entre a posição hierárquica, a presença e a fase de desenvolvimento das hastes. Ambos referem que a presença de hastes é um fator fundamental para o estabelecimento da posição hierárquica no grupo e que para além da sua função como arma, estas exercem um efeito visual, denotando a força, o vigor e o estatuto social do indivíduo, (Bartos e Bubenik, 2011; Lincoln, 1972^a).

1.3.1.2 Influência da testosterona sobre o ciclo de regeneração anual das hastes

Como referido anteriormente, a testosterona tem um papel fundamental no controlo do ciclo de desenvolvimento e queda das hastes (Malo *et al.*, 2009).

Na castração de machos da espécie *Cervus elaphus*, a ausência de testosterona provoca a queda prematura das hastes, independentemente da época do ano, impedindo a sua maturação final. Após a queda do par de hastes imaturo, surge o início da formação de um novo par que mantém a pele aveludada permanentemente e nunca ossifica. A castração poderá ainda resultar no surgimento de formações aberrantes com origem nos

tecidos que constituem as hastes, afetando o tecido ósseo e a pele aveludada, situações que se podem nomear como antleromas, "peruca de hastes" ou "cato de hastes" (Munk *et al.*, 2015).

O termo antleroma designa crescimentos neoplásicos fibrocartilagosos de pele em hastes de cervídeos castrados. Este termo é associado a uma neoplasia relatada em várias espécies de cervídeos de vida-livre e cativo, que parece estar associada a níveis anormais de testosterona circulante, como em casos de hipogonadismo, criptorquidismo, castração, toxinas e outros agentes que causem uma desregulação do sistema endócrino (Howerth, Nemeth e Ryser-Degiorgis, 2018; Munk *et al.*, 2015). A figura 6 ilustra um caso de antleroma num macho castrado da espécie *Cervus elaphus*. Os casos registados em animais de vida-livre são raros, sendo que algumas subpopulações poderão ter uma maior incidência pela sua variabilidade genética limitada ou por aumento da exposição a toxinas que desencadeiam o desenvolvimento destas formações tumorais (Munk *et al.*, 2015).

A sua apresentação é variável e consiste na distorção de um ou mais ramos das hastes. Tumores de maior dimensão podem projetar-se internamente e comprimir o tecido cerebral, conduzindo à morte do animal (Howerth, Nemeth e Ryser-Degiorgis, 2018). Apesar de serem consideradas benignas, estas estruturas podem tornar-se massivas, originando graves consequências caso se tornem uma fonte de infeção ou se a sua dimensão interferir com a visão ou mastigação do indivíduo (Goss, 1983).



Figura 6 - Antleroma num veado macho castrado da espécie *Cervus elaphus* (Fletcher *et al.*, 2016).

Embora não existam casos reportados de transformações malignas destas estruturas, um veado-de-cauda-branca em vida-livre diagnosticado com um antleroma morreu devido à invasão extrema e destruição dos tecidos constituintes do crânio e compressão do Sistema Nervoso Central (SNC) (Kierdorf *et al.*, 2004; Munk *et al.*, 2015).

Nestes casos, o tratamento instituído passa pela administração de testosterona exógena, a remoção cirúrgica dos antleromas ou conjugação destes dois procedimentos (Fletcher *et al.*, 2016).

1.3.2 Desenvolvimento de juba e musculatura do pescoço

Durante a época de reprodução, em machos adultos, desenvolve-se uma juba cujo comprimento pode atingir até duas vezes o comprimento da restante pelagem de inverno. Este crescimento é testosterona-dependente e está associado à presença de recetores de androgénios nas células da papila dérmica dos folículos pilosos localizadas na derme do pescoço, desencadeando a expressão de genes associados ao surgimento desta juba (Li, Pearson e McMahon, 2013; Thornton *et al.*, 2001).

Além da juba, ocorre também hipertrofia da musculatura do pescoço e laríngea e, por consequência, alteração do som das vocalizações – ou bramidos – emitidos pelos machos. Estes são muito frequentes na época de reprodução e, aparentemente, têm como função publicitar a presença e o vigor do macho que os emite aos seus adversários na competição pelo harém (Clutton-Brock e Albon, 1979^b; Suttie, 1985).

1.3.3 Agressividade

Na época de reprodução, devido à elevada concentração plasmática de testosterona, de forma a proteger o seu harém e garantir a possibilidade de copular com o maior número de fêmeas, os machos tornam-se extremamente agressivos entre si (Lincoln, Guinness e Short, 1972^b). Nas lutas decorrentes nesta fase do ano, é frequente observar os machos seguirem até um dado local onde entrelaçam as suas hastes, já

mineralizadas, e se empurram mutuamente, tentando causar o desequilíbrio e lesão ao adversário (Malo *et al.*, 2009). Estes conflitos podem provocar graves lesões, muitas vezes irreversíveis, que tornam o animal incapacitado para a atividade reprodutiva, e que podem mesmo ser fatais (Clutton-Brock *et al.*, 1979^a; Kuzmova, 2011).

Como mencionado anteriormente, na época de contra-estação também é possível observar conflitos entre machos de forma a estabelecer a sua posição na hierarquia do grupo; no entanto, as lesões causadas no decorrer destes conflitos não apresentam um nível de gravidade tão elevado como as provocadas durante os confrontos da época de reprodução. Esta situação pode dever-se ao facto das hastes ainda estarem cobertas por veludo, pelo que são muito sensíveis e, conseqüentemente, não são utilizadas como arma na época de contra-estação (Kuzmova, 2011), como já mencionando. Assim, nas lutas pela posição hierárquica é comum observar os indivíduos apoiados somente nos membros posteriores a empurrarem-se mutuamente com os membros anteriores. Estas agressões são acompanhadas por outros comportamentos como ranger dos dentes, levantamento do lábio e inclinação da cabeça para trás (Appleby, 1983).

No seu habitat natural, em vida-livre, estes animais são capazes de percorrer longas distâncias para se adaptarem às alterações sazonais das condições climáticas e da disponibilidade de alimentos, quer para evitar conflitos sociais, em particular durante a época de reprodução quando os machos se tornam intolerantes à presença de outros machos (Pépin, Morellet e Goulard, 2009). Em cativeiro há uma limitação do espaço que não permite o afastamento destes animais, e postos específicos de alimentação, favorecendo o aumento da frequência de conflitos entre os mesmos ao longo do ano. Além disso, não ocorre segregação sexual na época de contra-estação, sendo os grupos mistos, ou seja, independentes do género dos indivíduos, e organizados por faixa etária e posição hierárquica (Bartos, 1986; Bartos e Bubenik, 2011; Pépin, Morellet e Goulard, 2009).

1.4 Lesões e patologias associadas ao stresse

Os animais da espécie *Cervus elaphus* sofrem frequentemente lesões traumáticas. Sobretudo durante a época de reprodução, os machos apresentam feridas perfurantes

resultantes das lutas que ocorrem nesta fase. No entanto, outras lesões poderão surgir ao longo ano devido a conflitos sociais, inclusive entre fêmeas (Masters e Flach, 2015).

De acordo com o estudo realizado em 1979 por Clutton-Brock e colaboradores, no Centro de investigação de King's College, em Cambridge, anualmente mais de seis por cento (%) dos veados machos de vida-livre em atividade reprodutiva da ilha de Rùm, na Escócia, apresentam lesões permanentes resultantes dos conflitos que ocorrem nesta época (Clutton-Brock *et al.*, 1979^a).

Embora a literatura disponível sobre lesões associadas a conflitos entre animais em cativeiro seja escassa, é possível estimar que, considerando a limitação do espaço, os confrontos existentes entre estes animais sejam em maior número e, por conseguinte, a percentagem de lesões por eles apresentadas, seja também maior. Acresce a este tipo de lesões a ocorrência também de lesões associadas ao embate contra a vedação do território onde se encontram confinados. Geralmente, em cativeiro, estes embates ocorrem na sequência de tentativas de fuga em perseguições realizadas por animais no mesmo local ou por métodos de captura inadequados que induzam uma resposta de stresse no animal (Masters e Flach, 2015).

Enquanto presas, os cervídeos são extremamente sensíveis a situações que possam desencadear uma resposta de stresse. Esta resposta ocorre no seguimento de um estímulo nocivo externo como a predação, alterações climáticas e do habitat, distúrbios antropogénicos e traumatismos, que desencadeiam uma série de reações em cascata que envolvem o eixo hipotálamo-hipófise-adrenocortical e o sistema simpático-adrenomedular. A ativação destes mecanismos fisiológicos provoca um acréscimo da secreção de glucocorticoides e catecolaminas e, em situações extremas, podem mesmo causar o gasto excessivo das reservas energéticas do animal (Bateson e Bradshaw, 2000; Vilela *et al.*, 2020). Na sequência destes eventos tem sido frequentemente associado, em animais da espécie *Cervus elaphus*, o desenvolvimento de hipertermia e de uma síndrome designada por miopatia de captura (Ashraf *et al.*, 2019; Caulkett e Arnemo, 2014; Paterson, 2014).

1.4.1 Miopatia de captura

A miopatia de captura (MC) é uma doença metabólica, não-infecciosa e musculodegenerativa que afeta diversas espécies em cativeiro e em vida-livre, em particular ungulados, com taxas de morbidade e mortalidade significativas. Esta condição é frequentemente associada a situações de stresse e esforço físico intenso, como perseguições, capturas, contenção e transporte de animais, podendo também ser secundário a outras doenças e traumatismos (Bateson e Bradshaw, 2000; Paterson, 2014). A figura 7 ilustra uma situação de MC num macho da espécie *Cervus elaphus* como consequência de perseguições e agressões por outros indivíduos do grupo em cativeiro.



Figura 7 – Macho da espécie *Cervus elaphus* em cativeiro com MC devido a traumatismo e perseguições por outros indivíduos do mesmo grupo.

A miopatia de captura diferencia-se de outros tipos de rbdomiólise que ocorrem em animais domésticos, pois para além do tecido muscular esquelético também poderá ocorrer afeção do tecido muscular cardíaco em resposta a situações de stresse extremo e esforço físico intenso (Paterson, 2014).

Os sinais clínicos associados a esta condição incluem rigidez muscular, dor muscular intensa, ataxia, paresia, torcicolo, prostração e paralisia. A morte dos animais afetados pode ocorrer após um período variável de tempo, entre alguns minutos, horas, dias ou até semanas após o evento inicial (Paterson, 2014).

A evolução da miopatia de captura é altamente imprevisível e as manifestações da doença variam entre espécies e indivíduos. Em geral, o tratamento tem uma baixa taxa de sucesso e o seu prognóstico é sempre reservado, sendo fundamental a aplicação de medidas de prevenção desta doença (Cubas, Ramos Silva e Catão-Dias, 2014; Paterson, 2014).

1.4.1.1 Etiologia e fatores predisponentes

Em 1982, Chalmers e Barrett sugeriram que o stresse gerado pelo medo e ansiedade eram os mecanismos que desencadeavam a MC e que o desenvolvimento desta doença poderá ser influenciado por predisposições genéticas ou adquiridas (Chalmers e Barrett, 1982 citado por Paterson, 2014).

Os procedimentos de captura em dias de temperatura elevada, um esforço físico intenso e prolongado e métodos de contenção e transporte inadequados parecem agir como fatores predisponentes ao desenvolvimento de MC (Mirian, Alhami e Hamidieh, 2011; Paterson, 2014).

O uso de alguns fármacos, sobretudo opióides, com efeitos colaterais como excitação, rigidez muscular, hipoventilação, secreção de catecolaminas e hipertermia, juntamente com situações de hipoxemia e elevada perda de fluidos podem aumentar significativamente o risco de desenvolvimento de MC. Outros fatores que poderão ser predisponentes ao desenvolvimento desta doença são as doenças pré-existentes que tornem o animal mais debilitado, deficiências em vitamina E e selênio, idade e gênero (Breed *et al.*, 2020; Paterson, 2014).

1.4.1.2 Patofisiologia

A MC é um processo dinâmico e complexo que envolve pelo menos três componentes: percepção do medo, interação entre o Sistema Nervoso Simpático (SNS) e adrenal e atividade muscular (Spraker, 1993 citado por Paterson, 2014).

A atividade muscular é ativada pela resposta ao medo. O medo da perseguição e captura é assimilado pelo animal e integrados ao nível do tálamo, resultando na ativação do córtex motor (Spraker, 1993 citado por Paterson 2014).

Na MC, por exaustão do SNS e adrenal e pelo gasto excessivo das reservas energéticas do animal, parece ocorrer uma alteração do fluxo sanguíneo que, por consequência, induz uma redução do oxigênio e nutrientes que chegam às células e da eliminação das moléculas resultantes do metabolismo celular. Quando as reservas de oxigênio são insuficientes a atividade muscular pode ser sustentada, por um curto período, pelo recurso à glicólise anaeróbica, de que resulta a acumulação de ácido láctico nos músculos, causando fadiga. A associação da acidose gerada pela acumulação de ácido láctico, a hipoxia e acumulação de calor decorrente da atividade muscular induzem necrose das células musculares. Um mecanismo semelhante poderá ocorrer no miocárdio (Duarte, 2014; Spraker, 1993 citado por Paterson, 2014).

A necrose dos miócitos acompanha-se do extravasamento de mioglobina e potássio para o interstício celular, que são captados pela circulação sanguínea e distribuídos por todo o corpo (Duarte, 2014). A mioglobina libertada pelas células afetadas resulta em necrose tubular e insuficiência renal aguda (Vanholder *et al.*, 2000).

Em paralelo, o acréscimo de potássio reduz o potencial elétrico das membranas das fibras cardíacas e impede a sua repolarização, contribuindo para o desenvolvimento de fibrilação ventricular e insuficiência cardíaca aguda (Duarte, 2014).

1.4.1.3 Síndromes clínicas e patológicas

A necrose das fibras musculares conduz à saída do conteúdo intracelular, incluindo a creatina-quinase (CK) e mioglobina para a corrente sanguínea. Assim, a miopatia de captura pode manifestar-se de diferentes formas e com sequelas variáveis, dependendo da espécie, do indivíduo e das circunstâncias. De acordo com a apresentação

clínica, é possível diferenciar quatro síndromes primárias de MC: a Síndrome hiperaguda ou choque de captura, a Síndrome aguda ou ataxia mioglobinúrica, a Síndrome subaguda ou de rutura muscular e a Síndrome aguda retardada ou debilidade crónica (Spraker, 1993 citado por Breed *et al.*, 2020). É importante salientar que o desenvolvimento da miopatia de captura é contínuo e, conseqüentemente, alguns indivíduos poderão apresentar sinais que se sobrepõem a várias síndromes (Paterson, 2014).

Síndrome hiperaguda ou choque de captura

Esta síndrome pode desencadear-se durante um estímulo nocivo ou na captura, e a morte do animal ocorrer até seis horas após o estímulo inicial. Os sinais clínicos incluem taquipneia, taquicardia, pulso fraco, hipertermia, letargia e morte. Nos achados bioquímicos observa-se o aumento das enzimas aspartato aminotransferase (AST), desidrogenase láctica (LDH) e CK (Breed *et al.*, 2020).

As lesões *post mortem* mais frequentes são a congestão severa no intestino delgado, fígado e pulmões e o edema pulmonar. Por vezes, pode encontrar-se sangue no lúmen do intestino delgado. Os achados histopatológicos podem incluir áreas multifocais de necrose no tecido muscular esquelético, cérebro, fígado, coração, glândulas adrenais, linfonodos, baço, pâncreas e túbulos renais; as lesões são mais pronunciadas em animais que apresentaram hipertermia. Ocasionalmente, observam-se pequenos trombos nos capilares de vários órgãos (Breed *et al.*, 2020; Paterson, 2014).

Síndrome aguda ou de ataxia mioglobinúrica

Na literatura disponível esta é a síndrome considerada como a forma mais frequente de MC. Esta pode tornar-se evidente várias horas ou até alguns dias após o evento inicial. Os sinais clínicos podem incluir ataxia, torcicolo e mioglobinúria. Os níveis séricos das enzimas AST, LDH, CK e da ureia encontram-se elevados. Os animais que manifestam sinais ligeiros têm maior probabilidade de sobrevivência do que os indivíduos que demonstram sinais moderados a severos (Breed *et al.*, 2020; Paterson, 2014).

Algumas lesões renais e do tecido muscular esquelético podem ser observadas a olho nu, como o aumento de tamanho e uma coloração escurecida. Regra geral, a bexiga encontra-se vazia ou com pequenas quantidades de urina de coloração acastanhada. Os músculos da zona cervical e lombar, assim como os extensores e flexores dos membros, contêm zonas multifocais pálidas com pequenos focos brancos num padrão linear. As lesões são bilaterais e não simétricas, sendo mais subtis em animais que morrem um a dois dias após a captura. Nos casos crónicos, os indivíduos poderão apresentar pequenas roturas de tecido muscular necrosado (Breed *et al.*, 2020; Paterson, 2014).

As lesões histopatológicas encontram-se localizadas, sobretudo, no córtex renal e no tecido muscular esquelético. As lesões renais são caracterizadas pela dilatação dos túbulos e necrose moderada a grave. As lesões musculares são caracterizadas por rbdomiólise aguda, pela presença de miócitos aumentados de tamanho e com perda de estriação e pela fragmentação das miofibrilas. Nesta síndrome o tecido cardíaco também é severamente afetado, sendo por isso nomeada por alguns autores como cardiomiopatia induzida por captura (Breed *et al.*, 2020; Paterson, 2014).

Síndrome subaguda ou de rutura muscular

O surgimento de sinais clínicos nesta síndrome é mais demorado, não se manifestando senão passadas 24 a 48 horas após o evento inicial. No exame físico é possível observar hiperflexão do jarrete devido a rutura bilateral dos músculos gastrocnémios. Frequentemente, animais afetados com esta síndrome são incapazes de se manter em estação, apresentando tetraplegia e torcicolo, por afeção dos músculos cervicais, no exame físico (Breed *et al.*, 2020).

Os níveis séricos das enzimas AST, LDH e CK encontram-se muito elevados. Em geral, a maior parte dos animais que sofrem desta síndrome morrem um a dois dias após a captura. No entanto, alguns poderão sobreviver durante algumas semanas (Paterson, 2014).

No momento da necrópsia é frequente observarem-se extensas hemorragias subcutâneas nos membros posteriores, e lesões multifocais pálidas, e de tamanho variável nos membros anteriores e posteriores, diafragma, músculos cervicais e lombares. As

lesões musculares apresentadas são semelhantes às descritas na síndrome de ataxia mioglobinúrica, mas, neste caso, mais extensas e graves (Breed *et al.*, 2020; Paterson, 2014).

Múltiplas ruturas de tamanho variável são observadas em tecido muscular necrótico. Os músculos gastrocnémio, subescapular, glúteo médio e profundo, semitendinoso e semimembranoso apresentam-se frequentemente raturados. As lesões histológicas encontram-se localizadas, sobretudo, no tecido muscular esquelético e são caracterizadas por necrose severa e difusa (Paterson, 2014).

Síndrome aguda retardada ou debilidade crónica

Embora rara, esta síndrome pode ser observada nas primeiras 24 horas em animais em cativeiro. Os indivíduos aparentam estar normais até receberem um estímulo que induza uma resposta de stresse aguda. Quando se encontram sob stresse, tentam escapar, correm e param abruptamente, ficando em posição estática. Nesta fase, verifica-se midríase e a morte do animal em alguns minutos por fibrilação ventricular. Curiosamente, a maioria dos indivíduos afetados por esta síndrome apresentam na sua história clínica pelo menos um evento que tenha induzido stresse, como a captura, anteriormente (Breed *et al.*, 2020). Segundo Montané e colaboradores, esta síndrome é consequência de um pico de adrenalina que, associada à hipercalémia, causa fibrilação ventricular do miocárdio e, por consequência, a morte do animal.

As enzimas AST, LDH e CK encontram-se em concentrações plasmáticas elevadas (Paterson, 2014). Geralmente, não se verificam alterações histopatológicas; muito raramente encontram-se pequenos focos pálidos no tecido muscular esquelético. Quando presentes, as lesões histopatológicas são caracterizadas por rabdomiólise do tecido muscular esquelético, sobretudo nos membros posteriores. O tecido cardíaco também pode estar afetado, apresentando áreas de fibrose intersticial (Breed *et al.*, 2020; Paterson, 2014).

1.4.1.4 Tratamento

O tratamento da miopatia de captura é, na maior parte dos casos, ineficaz (Breed *et al.*, 2020; Paterson, 2014). Por consequência, a maioria dos protocolos propostos para o tratamento desta doença em animais selvagens não apresentam dados que comprovem a sua eficácia. Além disso, o tratamento de mamíferos de grande porte com esta afeção, como é o caso dos cervídeos, é frequentemente realizado a campo, tornando-o ainda mais desafiador.

A maioria dos tratamentos sugeridos visa o controlo da dor, o relaxamento muscular, a correção da desidratação, de desequilíbrios eletrolíticos e da hipoperfusão tecidual e, redução da temperatura corporal. O suporte nutricional e a fisioterapia também poderão contribuir para o sucesso do tratamento (Breed *et al.*, 2020).

Analgesia

Animais que sofrem de miopatia de captura podem apresentar dores musculares intensas e, por consequência, um aumento do stresse e ansiedade, dificultando o tratamento da doença (Paterson, 2014).

A administração de anti-inflamatórios não esteroides (AINEs) pode ser uma opção, desde que não haja administração concomitante de anti-inflamatórios esteroides ou sinais que indiquem a existência de lesão renal. O uso de opióides também pode ser considerado; no entanto é importante ter em conta os possíveis efeitos colaterais associados ao seu uso como a excitação, a rigidez muscular, a hipoventilação, o aumento da secreção de catecolaminas e a hipertermia, como anteriormente mencionados, que podem favorecer ainda mais o desenvolvimento da doença, e a inexistência de estudos que comprovem a sua eficácia no tratamento da miopatia de captura (Breed *et al.*, 2020; Paterson, 2014).

O recurso a anti-inflamatórios esteroides pode aliviar a dor e ajuda na preservação de lisossomas e na integridade dos capilares mas devem ser utilizados com moderação, pela sua ação imunodepressora (Duarte, 2014; Paterson, 2014).

Relaxamento muscular

Benzodiazepinas, como diazepam, midazolam e zolazepam, atuam sobre o SNC e apresentam efeito ansiolítico, miorelaxante e anticonvulsivo, podendo ser úteis no tratamento de animais com MC, apesar da sua eficácia não estar comprovada (Breed *et al.*, 2020; Paterson, 2014).

O metocarbamol é um relaxante muscular, com ação sobre o SNC e efeito antiespasmódico indicado como adjuvante em processos inflamatórios agudos e condições traumáticas do tecido músculo-esquelético de forma a reduzir os espasmos musculares. No entanto, este não apresenta efeito miorelaxante direto e o seu mecanismo de ação exato é desconhecido (Dowling, 2021; Paterson, 2014). Ainda assim, existem relatos do seu uso no tratamento de MC, mesmo sem eficácia comprovada (Paterson, 2014).

O dantroleno de sódio é um análogo da hidantoína lipossolúvel utilizado no tratamento e prevenção da hipertermia maligna em humanos e rabdomiólise por esforço em cavalos (McKenzie *et al.*, 2004). O dantroleno atua diretamente sobre os recetores de rianodina, inibindo a secreção de cálcio pelo retículo sarcoplasmático, promovendo o relaxamento muscular (Krause *et al.*, 2004). Como efeitos indesejáveis apresenta alterações neurológicas, fraqueza muscular e hepatotoxicidade (McKenzie *et al.*, 2004). No entanto, não há relatos de administração de dantroleno para o tratamento de MC em animais selvagens. Além disso, o uso do mesmo seria impraticável em tratamentos realizados a campo devido à sua sensibilidade à luz, insolubilidade e custo elevado (Breed *et al.*, 2020; Paterson, 2014).

Correção de desequilíbrios eletrolíticos

As soluções salinas ou lactato de Ringer favorecem a expansão do volume intravascular e o tratamento de acidose metabólica, hipercalémia, desidratação e mioglobínúria. A fluidoterapia endovenosa pode ainda ajudar na compensação da hipotensão que ocorre em alguns casos de MC e parece ser eficaz no tratamento de MC em algumas espécies (Breed *et al.*, 2020; Paterson, 2014).

As infusões de bicarbonato de sódio e solução salina podem ser utilizadas para o tratamento da acidose metabólica, hipercalémia e mioglobínúria. A alcalinização da urina pode reduzir o risco de obstrução tubular devido à mioglobina, se bem que não anula o seu efeito nefrotóxico (Lane e Phillips, 2003). Idealmente, o pH do sangue deve ser medido para titular esta infusão, pois a administração excessiva de bicarbonato de sódio pode causar alcalose metabólica ou acidose do líquido cefalorraquidiano (Paterson, 2014). A administração de cerca de 4 mEq / kg de bicarbonato de sódio por via intravenosa foi bem-sucedido na correção de acidose metabólica, recuperação imediata da disfunção cardíaca e da dispneia em animais da espécie *Equus zebra* com MC (Harthoorn e Young, 1974; Paterson, 2014). No entanto, não existem outros casos de MC que sustentem a eficácia da aplicação desta terapia e a sua execução a campo é limitada (Breed *et al.*, 2020; Paterson, 2014).

Suporte nutricional

Situações de stresse e esforço físico intenso exigem um aumento do metabolismo celular, levando ao aumento concomitante da produção de radicais livres. O excesso de radicais livres provoca a inibição da fosforilação oxidativa mitocondrial, conduzindo ao aumento da produção de calor, que por sua vez pode desencadear dano e morte celular, que frequentemente se observa em casos de MC. O uso de antioxidantes que podem auxiliar como cofatores de enzimas na redução destes radicais livres, minimizando os efeitos exercidos por estes sobre as células musculares, pode ser uma vantagem no tratamento de síndromes de MC (Breed *et al.*, 2020).

A vitamina E e o selénio são antioxidantes biológicos frequentemente administrados no tratamento e profilaxia de MC, embora a sua eficácia não esteja comprovada (Breed *et al.*, 2020).

Sendo dois cofatores críticos na produção de energia celular, também a Coenzima Q10 e L-carnitina poderão também auxiliar na recuperação de MC. A coenzima Q10 também exerce função de antioxidante. No entanto, não existe informação disponível acerca do seu uso em protocolos de tratamento de MC (Breed *et al.*, 2020; Paterson, 2014).

Fisioterapia

A fisioterapia é fundamental para restaurar a coordenação, força e função neuromuscular no tratamento de MC (Fiel de Carvalho, 2014). Embora a maior parte das técnicas de fisioterapia em animais de pequeno porte sejam relativamente fáceis de realizar, em espécies de grande porte pode ser bastante desafiador (Paterson, 2014). A figura 8 ilustra a execução de um procedimento fisioterapêutico cujo objetivo é a recuperação da força muscular e estímulo da locomoção de um macho da espécie *Cervus elaphus* com MC através do suporte do seu peso corporal.



Figura 8 – Macho da espécie *Cervus elaphus* com MC suspenso por faixas de tecido para se manter em estação.

Outros tratamentos

O oxigênio hiperbárico tem sido usado em humanos como um adjuvante terapêutico em situações de rabdomiólise grave e insuficiência renal aguda (Abdullah *et al.*, 2006). O oxigênio hiperbárico induz o aumento da pressão parcial de oxigênio em todos os tecidos, inibe a formação de toxinas e promove a cicatrização de feridas (Abdullah *et al.*, 2006; Braswell e Crowe, 2012). A popularidade desta abordagem

terapêutica em medicina veterinária tem vindo a aumentar e poderá tornar-se mais acessível no futuro (Braswell e Crowe, 2012).

1.4.1.5 Medidas de Prevenção

A prevenção da miopatia de captura assenta sobretudo na minimização das situações de stresse a que o animal é sujeito (Duarte, 2014; Paterson, 2014).

Em cativeiro, é fundamental facultar a estes animais o livre acesso à maior área possível, evitar situações de sobrepopulação, de forma a reduzir o stresse diário, e colocar múltiplos postos de alimentação espalhados pelo local, minimizando os conflitos entre os animais que conduzem, muitas vezes, ao desenvolvimento de MC (Suttie, 1985).

Caso haja necessidade de realizar uma captura, devem ser consideradas as limitações do terreno onde se irá realizar a mesma, a temperatura ambiente e o estado do animal. O manuseamento e transporte destes animais deve ser realizado com a maior brevidade possível por uma equipa experiente num ambiente calmo e fresco. Após a imobilização, é fundamental o controlo da temperatura corporal e do estado de hidratação do paciente durante todo o período de contenção (Duarte, 2014).

Idealmente, os fármacos escolhidos para a imobilização devem ser de rápida indução e recuperação e, para minimizar o stresse, devem ser administrados à distância, ou seja, com recurso a sistemas de injeção remota como a zarabatana ou sistema de projeção de dardos (Duarte, 2014; Horta, 2012). Além disso, poderá recorrer-se ao uso prévio de neurolépticos como azaperona e haloperidol para minimizar o stresse e a intolerância à presença humana aquando da manipulação do animal, considerando sempre os possíveis efeitos secundários associados ao uso deste tipo de fármacos (Duarte, 2014; Mentaberre *et al.*, 2010).

Apesar de serem mencionados por alguns autores, a administração profilática de vitamina E e selénio no momento da captura não tem eficácia comprovada (Breed *et al.*, 2020; Duarte, 2014; Paterson, 2014).

1.5 Métodos de controlo da atividade reprodutiva

O desenvolvimento de métodos eficazes de manutenção e criação de animais em cativeiro, nomeadamente em zoológicos, torna cada vez mais importante o controlo da reprodução de espécies não ameaçadas e a reprodução seletiva de espécies em risco de extinção (Raphael *et al.*, 2003). Além disso, tem-se vindo a observar um aumento da consanguinidade entre animais mantidos em cativeiro, com consequente perda de variabilidade genética, em consequência da disponibilidade de recursos e da limitação do espaço e indivíduos, que leva à reprodução de animais da mesma subpopulação.

Em 1989, a Associação de Zoológicos e Aquários (AZA) aprovou o primeiro estudo sobre o uso de anticoncecionais em zoológicos. Em 1999, esta iniciativa levou à criação do Centro de Contraceção de Vida Selvagem da AZA, sediada no Zoológico de Saint Louis no estado do Missouri (Estados Unidos da América), tendo sido renomeado em 2015 para Centro de Maneio Reprodutivo (CMR). O CMR detém cerca de 40 000 registos na sua base de dados, que integra os resultados obtidos por zoológicos, a nível mundial, da aplicação de métodos contraceptivos nas espécies que alojam. Os possíveis efeitos colaterais são controlados através do CMR em parceria com o Programa de Vigilância da Saúde Reprodutiva da Escola de Medicina Veterinária da Universidade Estadual de Michigan (Saint Louis Zoo - AZA Reproductive Management Center).

Os métodos contraceptivos apresentados em seguida constam na lista de métodos recomendados pelo CMR para indivíduos da ordem *Artiodactyla*. Na sua maioria são indicados apenas para o tratamento de fêmeas, sendo exceção a vacina de análogo de GnRH (Improvac®) que pode ser administrada para o controlo reprodutivo em ambos os sexos (Saint Louis Zoo - Artiodactyls).

1.5.1 Métodos não-invasivos

1.5.1.1 Derivados sintéticos de progesterona

Os progestagénios sintéticos são eficazes na maioria das espécies de mamíferos nas quais foram testadas. Além de desencadearem efeitos como o espessamento do muco cervical que comprometem a progressão dos espermatozoides, a interrupção do transporte

do óvulo e impedirem a implantação, podem ainda prevenir a ovulação por retroação negativa sobre a secreção de LH quando administrados em doses mais elevadas (Saint Louis Zoo - Artiodactyls; Asa e Agnew, 2015).

O seu uso pode estar associado a alguns efeitos indesejáveis como o aumento do peso vivo e alterações do tecido mamário e uterino, e frequentemente induzindo também situações de endometrite, hidrometra e piómetra. Enquanto reprodutores sazonais, o tratamento com progestinas sintéticas nas fêmeas da espécie *Cervus elaphus* deve ser iniciado pelo menos um mês antes da data prevista de início da época de reprodução (Saint Louis Zoo - Artiodactyls).

O derivado sintético de progesterona utilizado com mais frequência em zoológicos é o acetato de melengestrol (MGA) na forma de implante. O MGA também pode ser encontrado no mercado incorporado em rações específicas ou na forma líquida, podendo ser adicionado posteriormente à dieta dos animais (Saint Louis Zoo - Artiodactyls; Asa e Agnew, 2015).

O implante de MGA deverá ser colocado na região subescapular. Embora possam existir variações individuais, os valores plasmáticos da hormona necessários para que ocorra a contraceção são atingidos entre um a três dias após a inserção intramuscular (IM) do implante ou uma semana após a inserção subcutânea (SC) do mesmo. A duração da eficácia dos implantes de MGA pode variar de entre dois a cinco anos. Por isso estipula-se que sejam substituídos a cada dois anos para garantir a eficácia da contraceção. A dose recomendada para fêmeas da espécie *Cervus elaphus* é 0,07 g/Kg (Saint Louis Zoo - Artiodactyls).

A administração de progestagénios sintéticos é utilizada há décadas em fêmeas de espécies bovinas, sem efeitos colaterais significativos associados ao seu uso, sendo considerado seguro para ruminantes domésticos. No entanto, em espécies selvagens, há ainda que confirmar a segurança do seu uso (Asa e Agnew, 2015). Este poderá ser administrado individualmente ou em grupos de animais, por via oral, pela sua adição à dieta regular ou pela aquisição de uma ração formulada que incorpore MGA. A duração da sua eficácia por via oral é cerca de um dia, sendo necessária a administração diária de 0,5 mg/animal em fêmeas da espécie *Cervus elaphus* para que a contraceção seja eficiente (Saint Louis Zoo - Artiodactyls).

O uso de MGA via oral apresenta desvantagens adicionais como a necessidade de separação dos locais de alimentação de machos e fêmeas, uma vez que a administração em machos da espécie *Cervus elaphus* poderá causar alterações no ciclo de regeneração das hastes, como malformações, desprendimento precoce e total da pele aveludada e, ocasionalmente, antleromas e quebra das hastes (Saint Louis Zoo - Artiodactyls). Outra desvantagem é a dificuldade de confirmar que o animal consome a dose diária necessária para que haja contraceção eficiente. No caso da espécie *Cervus elaphus*, cujos grupos apresentam posições hierárquicas bem definidas, interferindo na ordem e quantidade de alimentação, é provável que animais dominantes e subordinados consumam uma dose diária superior e inferior de MGA, respectivamente, à necessária para uma contraceção eficiente (Asa e Agnew, 2015).

O acetato de medroxiprogesterona (Depo-Provera®) na forma injetável é o segundo derivado sintético de progesterona mais frequentemente utilizado em zoológicos, pela sua facilidade de administração, sendo particularmente útil em espécies cuja sedação para a inserção do implante de MGA possa ser problemática, como acontece com animais da espécie *Cervus elaphus* (Asa e Agnew, 2015).

A dose recomendada pelo CMR varia entre 2,5 a 5 mg/Kg de peso vivo do animal a cada dois meses. Após a interrupção do tratamento com injeções de acetato de medroxiprogesterona, as fêmeas recuperam a fertilidade num período variável, de entre quatro semanas a dois anos após a última injeção (Saint Louis Zoo - Artiodactyls).

Para além dos efeitos indesejáveis associados ao uso de progestagénios sintéticos, o uso deste composto em fêmeas poderá ainda originar uma masculinização das características sexuais secundárias e o aumento da agressividade. O tratamento a longo prazo pode estar associado à perda de densidade de massa óssea, que poderá ser irreversível, mesmo após a interrupção do tratamento. Além disso, o acetato de medroxiprogesterona só deve ser aplicado em fêmeas não gestantes, pois pode também causar supressão das contrações uterinas (Saint Louis Zoo - Artiodactyls; Asa e Agnew, 2015).

1.5.1.2 Imunocontraceção

Vacina de zona pelúcida porcina (PZP)

A zona pelúcida (ZP) é uma das camadas que envolve o oócito após a ovulação, sendo constituída por três tipos de glicoproteínas principais: ZP1, ZP2 e ZP3. A ZP1 e ZP2 são proteínas estruturais que asseguram a integridade da zona pelúcida. A ZP3 é responsável pela ligação do espermatozoide ao oócito e pelo início da reação acrossômica (Naz e Saver, 2016).

As fêmeas podem ser imunizadas contra as suas próprias proteínas ZP através da administração de proteínas ZP semelhantes obtidas de outra espécie, que sejam capazes de estimular uma resposta imunitária e a formação de anticorpos circulantes que impeçam a ligação do espermatozoide à zona pelúcida e, portanto, a fecundação (Green, 2019; Naz e Saver, 2016).

A ZP porcina (PZP) é frequentemente utilizada para a produção de vacinas ZP devido à sua disponibilidade e eficiência na maioria das espécies. Os anticorpos contra a ZP apresentam elevada especificidade sobre o local de atuação, não sendo frequente desenvolverem efeitos colaterais noutros tecidos (Green, 2019; Naz e Saver, 2016).

Uma vez que a vacina PZP impede somente a fecundação, os ciclos éstricos não são interrompidos e as fêmeas continuam a exibir comportamento de estro. No caso das fêmeas da espécie *Cervus elaphus* que são poliéstricas sazonais, a falha em conceber leva ao prolongamento da época de reprodução. Esta situação pode ser considerada uma desvantagem, tendo em conta o aumento de agressividade e conflitos que decorrem naturalmente durante a época de reprodução destes indivíduos (Saint Louis Zoo - Artiodactyls; Asa e Agnew, 2015; Green, 2019).

A vacina PZP só é eficaz após a administração de pelo menos duas doses iniciais separadas entre si por um intervalo de duas a quatro semanas, dependendo da espécie e do adjuvante. Após a primeira administração devem ser realizados reforços anuais no caso de espécies sazonais e o tratamento deve ser iniciado pelo menos dois meses antes do início previsto da época de reprodução (Saint Louis Zoo - Artiodactyls; Asa e Agnew, 2015).

Não está recomendado o uso da vacina PZP por mais de três anos consecutivos em indivíduos cuja atividade reprodutiva possa ser desejável futuramente, uma vez que

pode causar infertilidade irreversível do animal (Saint Louis Zoo - Artiodactyls; Asa e Agnew, 2015).

Análogo de GnRH (Improvac®)

A vacina Improvac® produzida pela Zoetis, conjuga um peptídeo sintético análogo da GnRH com um toxoide diftérico (Saint Louis Zoo - Artiodactyls; Zoetis Portugal). Esta induz a formação de anticorpos contra a GnRH, que por sua vez impedem a sua ligação aos recetores de GnRH presentes nos gonadotrofos hipofisários, impedindo a secreção de LH e FSH; em consequência não há estimulação da espermatogénese no macho, nem do desenvolvimento folicular e ovulação em fêmeas; também a secreção de esteróides sexuais está comprometida (Saint Louis Zoo - Artiodactyls; Naz e Saver, 2016).

Embora a Zoetis não recomende o uso desta vacina em fêmeas, de acordo com as recomendações do CMR, esta vacina pode ser administrada para o controlo reprodutivo em fêmeas e machos da ordem *Artiodactyla* (Saint Louis Zoo - Artiodactyls; Zoetis Portugal).

Os efeitos observados após a administração da vacina Improvac® são semelhantes, por um tempo limitado, aos da gonadectomia. Por isso, é necessário ter em conta os possíveis efeitos colaterais associados ao uso deste método contraceptivo, tais como o desenvolvimento de antleromas associado à alteração dos níveis circulantes de testosterona nos machos da espécie *Cervus elaphus* (Saint Louis Zoo - Artiodactyls).

Ao contrário do que ocorre quando se administra um agonista de GnRH, esta vacina não induz um estro inicial em fêmeas e os ciclos devem cessar logo após a administração da segunda dose (Saint Louis Zoo - Artiodactyls).

De acordo com as recomendações da Zoetis para animais domésticos, deverão ser administradas duas doses de 400 µg (2 mL) com um mês de intervalo, sendo necessário a realização de reforços subsequentes a cada quatro a seis meses (Zoetis Portugal). No entanto, os dados relativos à duração da eficácia desta vacina em espécies selvagens são extremamente limitados (Asa e Agnew, 2015).

Uma vez que animais da espécie *Cervus elaphus* são reprodutores sazonais, a vacinação de machos e fêmeas deverá estar concluída antes do início época de reprodução (Saint Louis Zoo - Artiodactyls).

1.5.1.3 Agonistas da GnRH

Os agonistas da GnRH têm ação contraceptiva em fêmeas da ordem *Artiodactyla* através da supressão temporária do sistema endócrino reprodutivo, prevenindo a secreção de hormonas hipofisárias, nomeadamente FSH e LH (Saint Louis Zoo - Artiodactyls).

Tal como o nome indica, os agonistas da GnRH apresentam um efeito semelhante aos da hormona nos tecidos-alvo. Por isso, poderá ocorrer uma fase de estimulação aguda da hipófise, desencadeando inicialmente um estro e ovulação. No entanto, em protocolos de tratamento contínuo de ação prolongada, por retroação negativa, a estimulação da secreção de FSH e LH pela hipófise deixa de ocorrer, resultando numa contraceção eficiente (Asa e Agnew, 2015).

A fase de estimulação aguda da hipófise pode ser prevenida pelo tratamento com derivados sintéticos de progesterona de ação curta, administrados durante 15 dias, com início uma semana antes do tratamento com o agonista da GnRH. Caso este procedimento não seja realizado, é importante separar as fêmeas tratadas com o agonista da GnRH dos indivíduos do sexo oposto durante cerca de três semanas após o início do tratamento (Saint Louis Zoo - Artiodactyls; Asa e Agnew, 2015).

Os efeitos observados na fêmea tratada são semelhantes aos da ovariectomia e são revertidos após o esgotamento do conteúdo hormonal do implante ou pela sua remoção (Asa e Agnew, 2015). Os agonistas de GnRH não devem ser usados em fêmeas gestantes, pois podem causar aborto e podem interferir na lactação (Saint Louis Zoo - Artiodactyls).

Estão disponíveis no mercado internacional vários agonistas da GnRH, apresentando em geral um custo elevado (Asa e Agnew, 2015).

O acetato de leuprolida (Lupron®) em apresentação injetável tem sido utilizado em zoológicos e aquários como método contraceptivo de diversas espécies selvagens, embora exista pouca informação disponível acerca dos resultados (Asa e Agnew, 2015). A sua eficácia parece durar entre um a seis meses (Saint Louis Zoo - Artiodactyls).

Também os implantes de deslorelina (Suprelorin®), de acordo com os registos do CMR, têm sido eficazes na maioria das espécies de mamíferos selvagens (Saint Louis Zoo - Artiodactyls).

Embora possa ocorrer alguma variação da duração da sua eficácia, os implantes de deslorelina estão disponíveis em duas doses diferentes, uma de 4,7 mg e outra de 9,4 mg, sendo, em geral, eficazes por um período mínimo de seis e doze meses, respetivamente (Saint Louis Zoo - Artiodactyls; Asa e Agnew, 2015).

A colocação do implante deve ser feita de forma estéril e este deve ser posicionado num local de fácil localização e acesso, para facilitar a sua remoção no fim do tratamento. Desta forma, os locais sugeridos são a base da orelha, a face interna da coxa e a região umbilical (Saint Louis Zoo - Artiodactyls).

1.5.2 Métodos invasivos

A contraceção permanente e irreversível pode ser a melhor opção em casos de indivíduos cuja reprodução não será requerida no futuro ou quando esta é desaconselhada (Asa e Agnew, 2015).

A gonadectomia impede a produção de gâmetas e de hormonas associadas à reprodução, e, por conseguinte, a manifestação do comportamento de estro e das características sexuais secundárias em ambos os sexos (Asa e Agnew, 2015).

Em geral, a orquiectomia em machos é um procedimento simples. No entanto, como referido anteriormente, em machos da espécie *Cervus elaphus*, devido à alteração dos níveis circulantes de testosterona, este procedimento leva à alteração do ciclo de regeneração anual das hastes e eventual desenvolvimento de formações aberrantes em seu lugar (Asa e Agnew, 2015).

Tendo em conta os riscos associados à orquiectomia, a vasectomia assume-se como uma opção para a esterilização de machos desta espécie. A vasectomia consiste no bloqueio dos ductos deferentes, por onde passam os espermatozoides, provocando azoospermia no fluido seminal. Assim, este procedimento impede somente a fecundação,

conservando o animal as restantes características físicas e comportamentais típicas do seu género (Asa e Agnew, 2015).

Após a execução desta técnica cirúrgica, é importante ter em conta que os machos ainda podem permanecer férteis por dois ou mais meses, até que os espermatozoides residuais degenerem (Saint Louis Zoo - Artiodactyls). Embora, seja necessária uma técnica microcirúrgica altamente qualificada, existe a possibilidade de reverter este procedimento (Asa e Agnew, 2015).

2. MANEIO E CONTROLO REPRODUTIVO DO VEADO (*Cervus elaphus*) EM CATIVEIRO

2.1 Introdução

Ao contrário do que ocorre em cativeiro, na vida livre o número de indivíduos na natureza permanece controlado pela intervenção de diversos fatores, tais como condições ambientais extremas, presença de predadores, falta de cuidados veterinários e recursos limitados. Em cativeiro, devido à elevada disponibilidade de recursos e, por consequência, pelo aumento da esperança média de vida destes animais, torna-se necessário aplicar diversas medidas que permitam o controlo reprodutivo, evitando a sobrepopulação e o stresse a ela associado (Kumar e Raj, 2011).

Assim, no Zoo Beto Carrero World no Estado de Santa Catarina (Brasil) com o objetivo de evitar a sobrepopulação em cativeiro, a diminuição da variabilidade genética e a frequência de conflitos devido ao elevado número de animais presentes, foi definido em 2020 um protocolo de controlo reprodutivo dos animais em cativeiro. Tendo em conta o número elevado de indivíduos, o custo e os possíveis efeitos secundários associados a cada método contraceptivo nas recomendações do CMR para animais da ordem *Artiodactyla*, o método selecionado foi a técnica cirúrgica de vasectomia, que foi realizada em todos os indivíduos machos residentes com idade superior ou igual a um ano, não estando nos objetivos estabelecidos a médio ou longo prazo fazer a reprodução desta espécie em cativeiro.

No entanto, tendo em conta a ocorrência contínua de óbitos registados principalmente por traumatismo e miopatia de captura ao longo dos anos de 2019 e 2020, apesar da aplicação de medidas de controlo do número de animais mantidos em cativeiro, no ano de 2021 foi iniciado um protocolo para espécie *Cervus elaphus* que tinha por objetivo prevenir futuras lesões graves no decorrer dos conflitos entre animais do grupo,

registados ao longo do ano, mas particularmente frequentes durante a época de reprodução. Este protocolo consistiu na remoção das hastes, em todos os machos do grupo que as apresentassem completamente desenvolvidas e mineralizadas, antes do início da época de reprodução, logo após a perda total da pele aveludada que as reveste.

O trabalho que aqui se apresenta tem como objetivo principal avaliar a eficácia destes dois métodos de manejo reprodutivo do veado da espécie *Cervus elaphus* aplicados no Zoo Beto Carrero World no Estado de Santa Catarina, Brasil, recorrendo à comparação do número de óbitos registados antes e depois da implementação das medidas de controlo reprodutivo e agressividade.

2.2 Materiais e métodos

2.2.1 Caracterização da amostra

No início do ano 2019, antes da implementação de qualquer medida de manejo e controlo reprodutivo, existiam no Zoo Beto Carrero World (Santa Catarina, Brasil; Latitude: -26° 48' 6.21" S; Longitude: -48° 36' 50.00" W) 60 indivíduos, 19 machos, 37 fêmeas e quatro crias da espécie *Cervus elaphus*. Ao longo deste ano ocorreram vários óbitos, levando a que, no fim do ano 2019, esta população estivesse reduzida a 51 indivíduos, dos quais 17 eram machos e 34 fêmeas. Todos os veados presentes no Zoo possuíam sistema de identificação por transponder (microchip) subcutâneo na região da espadua do pescoço.

No início do ano de 2020 registou-se a ocorrência de dois nascimentos no grupo – duas crias fêmeas – aumentando assim a população para 53 animais. A partir desta data, não ocorreram mais nascimentos.

Contudo, no ano de 2020 registaram-se vários óbitos e, por consequência, em Abril de 2021, esta população estava reduzida a apenas 44 indivíduos.

São realizados anualmente exames de estado geral e colheita de amostras de sangue para realização de hemograma e análises bioquímicas nos animais presentes no

Zoo. A cada seis meses, são recolhidas fezes para realização do exame parasitológico que indicam, ou não, a necessidade de desparasitação dos animais.

As instalações onde os animais se encontram são higienizadas diariamente de acordo com um protocolo estabelecido pelos médicos veterinários do Zoo cujo principal objetivo é a prevenção de casos de clostridiose e leptospirose nestes animais.

A higienização é feita por uma equipa técnica que utiliza material de limpeza específico e único para o recinto onde os veados se encontram, diminuindo a probabilidade da ocorrência de fomites. Os recipientes de água e alimentação são limpos e substituídos diariamente.

Embora, no Brasil, a Raiva seja considerada uma doença endémica, de acordo com o Ministério da Saúde brasileiro, no Estado de Santa Catarina existem apenas dois casos de Raiva animal registados nos últimos dois anos. Além disso, não existe registo de episódios de Raiva animal no Zoo e por isso, não é feita a vacinação dos animais contra esta doença infecciosa. A vacinação também é o método mais eficaz na prevenção da Febre Aftosa nesta espécie; no entanto, só é recomendada em áreas de risco elevado, não sendo o caso do Estado de Santa Catarina, que é considerado como Livre de Febre Aftosa sem vacinação (Divisão de Febre Aftosa - DIFA, 2020).

2.2.2 Procedimentos de manejo implementados

2.2.2.1 Vasectomia para controlo reprodutivo

Devido ao elevado número de veados da espécie *Cervus elaphus* em cativeiro no Zoo Beto Carrero World, foi implementado no início do ano 2020 um protocolo de controlo reprodutivo que consistiu na vasectomia de todos os machos com idade superior ou igual a um ano; esta medida de controlo da sobrepopulação em cativeiro ficou concluída em Julho de 2020.

Antes da realização deste procedimento cirúrgico, os animais foram isolados dos restantes e permaneceram em jejum por 24 horas.

O processo foi realizado de forma semelhante em todos os indivíduos. A sedação pré-cirúrgica foi realizada através da administração IM, por injeção remota com zarabatana, de xilazina, um alfa-2-agonista, na dose 1 mg/Kg; depois de sedados, os animais eram anestesiados com cetamina, na dose 5 mg/Kg, também administrada IM por injeção remota com zarabatana.

Após o início do efeito da sedação, procedeu-se à preparação da área escrotal e inguinal para cirurgia asséptica. Fez-se também a administração subcutânea (SC) de anestesia local com lidocaína 2% ao redor do local de incisão.

Foi realizada uma incisão de aproximadamente 4 cm, entre o escroto e o anel inguinal que permitiu identificar o cordão espermático na zona do colo escrotal. Após a localização do cordão, foi feita uma incisão na túnica vaginal e procedeu-se à separação do plexo pampiniforme e do canal deferente (figura 9). Este último foi ligado com fio de sutura absorvível, as duas ligaduras posicionadas a uma distância de 3 cm e posteriormente seccionado entre as ligaduras, permitindo assim remover uma secção do canal deferente. O tecido subcutâneo e a pele foram suturados com fio de sutura não-absorvível e o procedimento foi repetido para o canal deferente contralateral (Gill, 1995).



Figura 9 – Localização do cordão espermático e isolamento do canal deferente (Amanda Thomsen, 2020).

Durante o procedimento cirúrgico os machos eram brincados na orelha esquerda, para posterior identificação dos animais vasectomizados. Além da colocação do brinco, por questões de segurança, foi realizada a leitura da identificação do microchip e registrado

no sistema informático de base dados do Zoo a realização da vasectomia do animal e o número de brinco correspondente.

Cada veado foi mantido em local isolado até à sua total recuperação e posteriormente solto no recinto juntamente com os outros animais do grupo.

No início de Julho de 2020, todos os machos residentes no Zoo Beto Carrero World se encontravam vasectomizados.

2.2.2.2 Remoção das hastes para controlo de lesões associadas a lutas

No ano de 2021, como medida preventiva visando a redução da morbilidade e mortalidade associadas aos traumatismos infligidos no decurso de conflitos entre os indivíduos do recinto, procedeu-se ao corte das hastes de todos os machos residentes. As intervenções foram calendarizadas para os meses de Fevereiro e Março, antes do início da época de reprodução, para um momento em que as hastes dos veados já tinham perdido a sua pele aveludada e se encontravam completamente mineralizadas.

O procedimento realizado foi semelhante em todos os animais, consistindo inicialmente na sedação individual de cada animal por administração IM de injeção remota com zarabatana, através de um protocolo anestésico composto por um alfa-2-agonista, a xilazina na dose 1 mg/Kg.

A remoção das hastes foi feita ao nível da base da componente com capacidade de regeneração anual, ou seja, 4 a 5 cm acima da base do pedículo, com recurso a um serrote manual (figura 10). Após a remoção do par de hastes, foi aplicado um aerossol de sulfadiazina de prata, alumínio e cipermetrina com ação cicatrizante e repelente (Bactrovet®) ao redor dos dois pedículos. Foi ainda feita a administração, por via intravenosa (IV), de um bloqueador não sintético dos recetores centrais e periféricos alfa-2-adrenérgicos, o cloridrato de ioimbina na dose 0,05 mL/Kg.



Figura 10 – Corte das hastes de um veado macho com serrote manual.

Cada animal foi mantido em local isolado até à sua total recuperação, e só então era solto no recinto juntamente com os restantes. À medida que foi sendo realizado o corte das hastes foi feita a leitura da identificação do microchip e registado no sistema informático de base dados do Zoo que já havia sido realizada a remoção das hastes do individuo com o número correspondente.

No fim do mês de Março de 2021, todos os machos adultos do local tinham as suas hastes removidas.

2.2.3 Diagnóstico de miopatia de captura

Uma das principais consequências dos conflitos entre os animais da população em estudo é o desenvolvimento da síndrome de MC. O diagnóstico desta doença foi realizado através dos sinais clínicos apresentados pelos animais juntamente com os resultados obtidos de análises bioquímicas realizadas através de amostras de sangue dos mesmos (anexo I e II). Todos os indivíduos que apresentaram sinais clínicos de tetraplegia, letargia, hipertermia e pulso fraco juntamente com valores muito elevados de AST, CK e ureia foram diagnosticados com a síndrome de MC. Por fim, o diagnóstico era ainda complementado por exames histopatológicos de materiais biológicos colhidos no

momento da necrópsia (anexo III). Nos casos de morte por traumatismo, o diagnóstico foi feito por observação, necrópsia e exame histopatológico do cadáver (figura 11).



Figura 11 – Necrópsia de cadáver de veado da espécie *Cervus elaphus*.

2.2.4 Estatística

Os dados na base desta análise estatística, nomeadamente, número de animais, idade, género, número e causa de morte da população em estudo referentes aos anos 2019, 2020 e 2021 foram recolhidos da base de dados informatizada do Zoo Beto Carrero World (Santa Catarina, Brasil).

Animais cuja causa de morte foi a eutanásia foram incluídos no grupo dos que desenvolveram síndrome de miopatia de captura, uma vez que esta doença antecedeu a realização da eutanásia nesses indivíduos.

Para a realização da análise estatística recorreu-se ao programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versão 27 para Windows.

A análise e apresentação de dados incluiu a estatística descritiva (frequência absoluta e relativa, média e desvio-padrão), bem como a realização de estatística inferencial [teste de independência do Qui-quadrado (χ^2), o teste de Fisher e o teste Binomial]. O pressuposto do Qui-quadrado de que não deve haver mais do que 20% das células com frequências esperadas inferiores a cinco foi analisado. Nas situações em que este pressuposto não estava satisfeito utilizou-se o teste do Qui-quadrado por simulação

de Monte Carlo. O nível de significância para rejeitar a hipótese nula foi fixado em $(\alpha) \leq 0,05$.

2.3 Resultados

Dos 60 indivíduos inicialmente presentes no recinto, no período de tempo compreendido entre Janeiro de 2019 e Outubro de 2021, registaram-se 18 mortes (representando 30% da população inicial). A média da idade dos 18 animais mortos foi de 4,39 anos, variando entre um mínimo de um e um máximo de doze anos (tabela 1).

Tabela 1 – Mortes registadas na população de veados do Zoo Beto Carrero World entre Janeiro de 2019 e Outubro de 2021.

Género	Nº Total de residentes		Idade média (mín – máx)	Mortes registadas	
	Início de 2019	Início das intervenções		N	Idade média (mín – máx)
Macho	22	17	4,36 (1-9)	10	4,10 (1-6)
Fêmea	38	36	5,79 (1-12)	8	4,75 (1-12)
Total	60	53	5,46	18	4,39

Tendo em conta o elevado número de animais presentes no local e a dificuldade e o risco associado à sedação e captura dos mesmos, a aplicação do protocolo de controlo e manejo reprodutivo definido nestes indivíduos não pôde ser imediata, tendo decorrido em determinados períodos de tempo. Assim, no período de tempo compreendido entre Janeiro e Julho de 2020 foram realizadas vasectomias em todos os machos da espécie *Cervus elaphus* com idade superior ou igual a um ano presentes no Zoo e, entre Fevereiro e Março de 2021, foram removidas as hastes de todos os machos que as apresentavam completamente desenvolvidas, mineralizadas e desenvolvidas.

2.3.1 Relação entre ocorrência de morte e idade dos animais

O número e percentagem de animais que morreram com idade inferior a 5 anos (N=9) é igual à dos animais que morreram com idade superior ou igual a 5 anos (N=9) e, por consequência, a diferença não é estatisticamente significativa (teste Binomial, $p = 1,000$).

2.3.2 Causas de morte

Uma proporção elevada dos óbitos (66,7% das causas de morte) teve como causa de morte o desenvolvimento de miopatia de captura. Em 16,7% das situações foi realizada a eutanásia por comprometimento do bem-estar na fase final da síndrome de miopatia de captura. Apenas um indivíduo morreu por impactação ruminal, sem relação aparente com os conflitos e agressividade entre os animais (tabela 2).

O género não influenciou significativamente a causa de morte nesta população (teste de Fisher, $p = 0,559$), embora o desenvolvimento da síndrome de miopatia de captura tenha sido mais frequente em machos do que em fêmeas ao longo do período de tempo considerado.

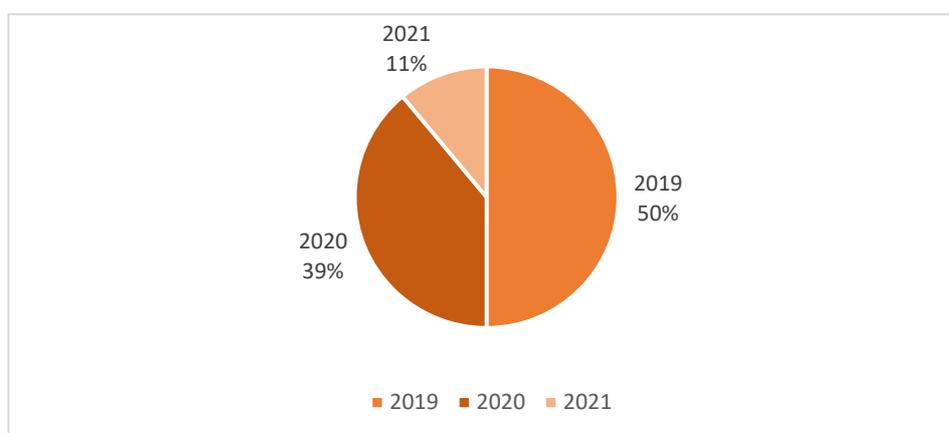
Tabela 2 – Distribuição das causas de morte na população por género entre Janeiro de 2019 e Outubro de 2021.

Causa de morte	2019		2020		2021		TOTAL
	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	
MC	5	1	0	4	2	0	12
Eutanásia	0	1	2	0	0	0	3
Traumatismo	0	2	0	0	0	0	2
Impactação ruminal	0	0	1	0	0	0	1
TOTAL	5	4	3	4	2	0	18

2.3.3 Distribuição temporal de mortes por miopatia de captura e traumatismos

A distribuição das mortes nos anos de 2019, 2020 e 2021 encontra-se representada no gráfico 1. O ano com maior número de ocorrências foi o de 2019 (50%), seguido do ano de 2020 (39%), verificando-se uma redução do número de óbitos por ano, embora não seja estatisticamente significativa, (teste Qui-quadrado, $\chi^2 = 3.225$; teste de Fisher, $p = 0,199$).

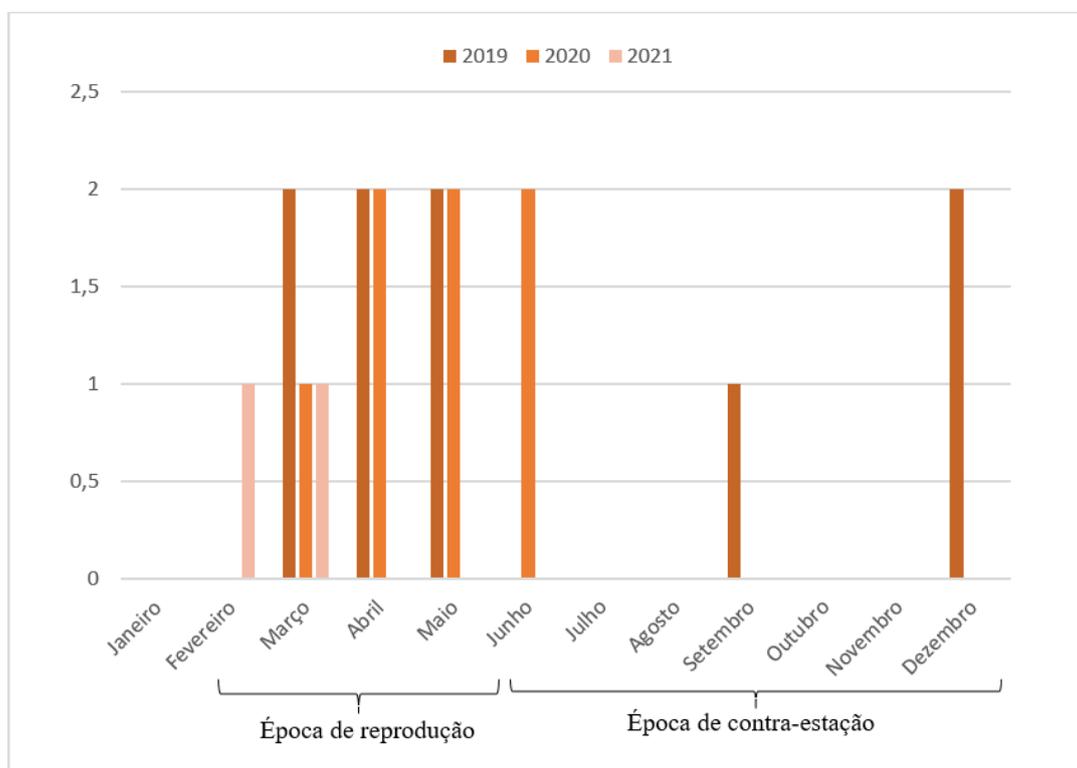
Gráfico 1 – Distribuição das mortes registadas nos anos de 2019, 2020 e 2021.



2.3.4 Distribuição de mortes ao longo dos meses

A distribuição das mortes ao longo do período entre Janeiro de 2019 e Outubro de 2021 encontram-se representadas no gráfico 2. Não se registaram mortes nos meses de Janeiro, Julho, Agosto, Outubro e Novembro por três anos consecutivos; estas foram mais frequentes no período de tempo compreendido entre Março e Maio de 2019 e entre Abril e Junho de 2020, coincidindo com a época de reprodução.

Gráfico 2 – Distribuição das mortes registadas ao longo dos meses nos anos de 2019, 2020 e 2021.



Como se verifica na tabela 3, das mortes registadas, 88,9% das ocorrências foram observadas antes da realização de qualquer intervenção na população em estudo. Durante o período de realização de vasectomias (Janeiro a Julho de 2020) nos machos do grupo com idade superior ou igual a um ano ocorreram sete mortes, correspondendo a 38,9% das ocorrências registadas; apenas após a conclusão deste procedimento em todos os indivíduos, a proporção de mortes reduziu significativamente (de 88,9% para 11,1%). Após a remoção das hastes de todos os machos do grupo, a proporção de mortes foi 0%.

Tabela 3 – Comparação entre o número (N) e percentagem (%) de indivíduos que morreram antes e após a realização de intervenções (vasectomias e remoção das hastes nos machos do grupo) e proporção de mortes associada à realização destes procedimentos. O número total de mortes registadas no período em causa é 18.

Intervenções	Ano	Período	N	%	Proporção de mortes (%)
Antes da realização de vasectomias	2019	Janeiro a Junho	6	33,3	88,9
		Julho a Dezembro	3	16,7	
	2020	Janeiro a Junho (realização de vasectomias)	7	38,9	
Após a realização de vasectomias e antes da remoção das hastes		2020	Julho a Dezembro	0	0
	2021	Janeiro a Março	2	11,1	
Após a remoção das hastes		2021	Abril a Outubro	0	0

2.3.5 Relação entre ocorrência de óbitos e gênero

Na tabela 4 verifica-se que a maior parte das mortes ocorre no primeiro semestre de cada ano (Jan – Jun), como observado anteriormente, e que não existe uma relação estatisticamente significativa entre a ocorrência dos óbitos e o gênero dos animais em nenhum dos anos considerados (teste de Fisher, $p_{2019}= 0,267$; $p_{2020}=0,678$; $p_{2021}=0,088$).

Tabela 4 – Correlação entre gênero e época do ano em que ocorreu o óbito.

Período			Gênero	
			Macho	Fêmea
2019	Jan - Jun	Frequência	4	2
		%	44,4	22,2
	Jul - Dez	Frequência	1	2
		%	11,1	22,2
2020	Jan - Jun	Frequência	3	4
		%	42,9	57,1
	Jul - Dez	Frequência	0	0
		%	0	0
2021	Jan - Jun	Frequência	2	0
		%	100	0
	Jul - Out	Frequência	0	0
		%	0	0
TOTAL [N (%)]			10 (55,6%)	8 (44,4%)

2.4 Discussão

Embora este estudo tenha sido realizado a partir de uma amostra reduzida cujos dados são referentes a um curto espaço de tempo, é importante ter em conta os resultados obtidos do mesmo, incluindo aqueles cujas comparações não apresentam significância estatística.

As causas associadas à morte da população em estudo são o desenvolvimento de miopatia de captura, a eutanásia, os traumatismos e, com menos frequência, a impactação ruminal. A causa de morte mais frequente foi a miopatia de captura. Esta condição está geralmente associada a situações de stresse, como perseguições, capturas, contenção e transporte de animais, podendo também ser um efeito secundário a outras doenças e traumatismos (Paterson, 2014). O prognóstico desta doença é reservado e as opções de tratamento são muito limitadas, sobretudo a campo. Assim, para a maior parte dos indivíduos esta síndrome é fatal (Breed *et al.*, 2020). É ainda importante referir que uma reduzida percentagem de animais apresentou como causa de morte a eutanásia. No entanto, tal procedimento sucedeu o desenvolvimento da síndrome de miopatia de captura, cujo bem-estar e qualidade de vida dos animais afetados se encontravam comprometidos e, por esta razão, os médicos veterinários do Zoo optaram por realizar a eutanásia dos indivíduos doentes.

A população em estudo encontra-se no Estado de Santa Catarina, Brasil, que se situa abaixo da linha do equador, isto é, no Hemisfério Sul, onde as estações do ano têm ordem inversa ao Hemisfério Norte, originando sazonalidade reversa nestes indivíduos, devido à sua elevada sensibilidade ao fotoperíodo como mencionado anteriormente na revisão de literatura. Assim, a época de reprodução, tal como a mineralização e queda da pele aveludada das hastes tem início entre os meses de Fevereiro e Março e decorre até ao mês de Junho.

De acordo com os resultados, a maior parte dos óbitos ocorreu no período de tempo compreendido entre Março e Maio de 2019 e entre Abril e Junho de 2020, coincidindo com a época de reprodução; a elevada ocorrência de óbitos pode ser justificada pelo aumento da agressividade e conflitos entre os animais nesta época (Clutton-Brock *et al.*, 1979^a).

Como já mencionado, a causa de morte mais frequente é a miopatia de captura; tendo em consideração a causa de morte mais frequente e a época com maior ocorrência de óbitos, é provável existir uma relação entre o desenvolvimento de miopatia de captura e o aumento de agressividade e conflitos que ocorrem entre os animais na época de reprodução; esta relação pode ser justificada pelo stresse com origem no esforço físico intenso desencadeado pelas perseguições por outros indivíduos do grupo num espaço limitado e, nas lesões e traumatismos resultantes das lutas entre os mesmos, predispondo ao desenvolvimento de miopatia de captura e, posteriormente, à morte (Masters e Flach, 2015).

No estudo, os resultados demonstram que não existe uma relação estatisticamente significativa entre ocorrência de morte, idade e género dos animais, sendo que o número de machos que morreram é ligeiramente superior ao número de fêmeas no período entre Janeiro de 2019 e Outubro de 2021; a relação entre o género dos animais e a sua causa de morte também não é estatisticamente significativa, embora o número de machos cuja morte teve como causa o desenvolvimento da síndrome de miopatia de captura seja ligeiramente superior ao número de fêmeas cuja morte esteve associada à mesma causa. Em vida-livre, a morte de fêmeas da espécie *Cervus elaphus* por lesões graves e desenvolvimento de síndrome de miopatia de captura com origem em lutas e conflitos sociais que ocorrem ao longo do ano é relativamente rara (Thouless e Guinness, 1986); já em cativeiro a situação parece ser diferente. Tendo em conta o elevado número de animais, a limitação do espaço, e, por consequência, o impedimento do afastamento dos indivíduos, locais específicos e limitados de alimentação e a existência de grupos mistos organizados por idade e posição hierárquica, estes conflitos parecem ocorrer de forma semelhante entre ambos os géneros, o que pode justificar os resultados obtidos (Sánchez-Prieto, Carranza e Pulido, 2004).

Em Janeiro de 2020 foi iniciado o protocolo de controlo reprodutivo através da realização de vasectomias nos machos com idade superior ou igual a um ano presentes no Zoo que decorreu até Julho de 2020. Este procedimento reduziu a taxa de natalidade para 0% nos meses subsequentes. Embora até ao início do ano de 2020 a mortalidade tenha sido relativamente elevada, no segundo semestre, após a realização de vasectomias em todos os indivíduos do grupo (a partir de Julho de 2020), esta reduziu significativamente (de 88,9% para 11,1%); no entanto, no início da época de reprodução

do ano seguinte, nos meses de Fevereiro e Março de 2021, ocorreram duas mortes. Como esperado, a realização de vasectomias nos machos do grupo permitiu, sobretudo, evitar a sobrepopulação em cativeiro, e desta forma, não contribuir para o aumento do stresse, e por consequência, da agressividade entre os animais.

De forma a reduzir a gravidade das lesões e, por consequência, a morbidade e mortalidade associadas às lutas entre os animais, no início de Fevereiro de 2021 até ao fim de Março do mesmo ano, foram removidas as hastes mineralizadas e sem pele aveludada de todos os indivíduos machos do grupo. Como já mencionado, durante este período, coincidente com o início da época de reprodução, ocorreram dois óbitos; após a remoção das hastes de todos os machos não ocorreram mais mortes no grupo.

Assim, este estudo demonstrou que no ano de 2021 ocorreu uma redução significativa da taxa de mortalidade para 0%. Além disso, a esterilização de todos os machos do local através da técnica cirúrgica de vasectomia realizada no ano de 2020 não promoveu o aumento da população, e consequentemente, não levou à redução da área por animal, o que poderá ter sido um fator importante na redução da mortalidade dos animais.

Embora eficiente, o método de corte das hastes realizado no Zoo Beto Carrero World só é eficaz a curto prazo pela capacidade de regeneração das mesmas; por isso, este deve ser realizado anualmente, tornando-se extremamente exaustivo pelo número elevado de machos em cativeiro e pela dificuldade e risco associado à sua sedação e captura. O método alternativo a este seria o corte das hastes ao nível do local onde estão presentes as células-tronco do perióstio pedicular, impedindo assim a sua regeneração anual (Li, Pearson e McMahon, 2013); embora seja eficiente a longo prazo como medida de controlo de agressividade dos animais em cativeiro, este método, além da sua maior complexidade, não seria adequado a este grupo de animais devido à sua finalidade de exposição, preservação e conservação da espécie no Zoo Beto Carrero World.

2.5 Conclusão

De acordo com os resultados obtidos, a realização de vasectomias nos machos do grupo foi altamente eficaz no controlo da sobrepopulação em cativeiro, no entanto, não foi suficiente para amenizar a frequência e agressividade dos conflitos decorrentes entre os indivíduos do grupo, sendo necessária a aplicação de novas medidas como a remoção das hastes dos machos de forma a diminuir as lesões e traumatismos infligidos.

Após a remoção das hastes de todos os machos do grupo, as mortes diminuíram significativamente. Embora continuem a surgir conflitos entre os animais em cativeiro, estes são menos frequentes. Como referido anteriormente, a presença de hastes é um fator fundamental para o estabelecimento da posição hierárquica no grupo e que para além da sua função como arma, estas exercem também um efeito visual. A falta das mesmas, de forma natural ou artificial, torna os indivíduos mais recatados, diminuindo, por consequência, a frequência dos conflitos. Estes também se tornam menos agressivos e os traumatismos infligidos entre os indivíduos não são suficientemente graves para levar à morte ou ao desenvolvimento da síndrome de miopatia de captura (Bartos e Bubenik, 2011).

Outros métodos de prevenção que devem ser adotados são o aumento do espaço disponível e dos postos de alimentação e água, que devem estar dispersos pelo recinto. A possibilidade de permuta de animais com outros Zoológicos nas proximidades também pode solucionar a sobrepopulação em cativeiro e, desta forma, reduzir os conflitos.

Além dos métodos anteriormente mencionados, no Zoo Beto Carrero World são realizadas rondas constantes para vigilância de possíveis confrontos entre os animais do grupo, prevenindo que estes se tornem mais intensos e que ocorra o desenvolvimento de síndrome de miopatia de captura através da separação dos animais, sobretudo nas épocas do ano em que estes são mais frequentes.

Até ao momento, não ocorreram mais mortes associadas a traumatismo ou ao desenvolvimento da síndrome de miopatia de captura, permitindo concluir que, até à data presente, os métodos aplicados foram eficazes na diminuição da agressividade e do stress no grupo, e no controlo e manejo reprodutivo do veado da espécie *Cervus elaphus*. Ainda

assim, é necessário atender aos eventos que poderão decorrer nos meses subsequentes a este estudo, de forma a avaliar com certeza a eficácia dos métodos aplicados.

LISTA DE REFERÊNCIAS

- ABDULLAH, Mahdi S.; AL-WAILI, Noori S.; BUTLER, Glenn; BABAN, Nawras K. - Hyperbaric oxygen as an adjunctive therapy for bilateral compartment syndrome, rhabdomyolysis and acute renal failure after heroin intake. **Archives of Medical Research**. 37:4 (2006) 559–562. doi: 10.1016/j.arcmed.2005.07.013.
- AGNARSSON, Ingi; MAY-COLLADO, Laura J. - The phylogeny of Cetartiodactyla: the importance of dense taxon sampling, missing data, and the remarkable promise of cytochrome b to provide reliable species-level phylogenies. **Molecular Phylogenetics and Evolution**. 48:3 (2008) 964–985. doi: 10.1016/j.ympev.2008.05.046.
- APPLEBY, Michael C. - Competition in a red deer stag social group: Rank, age and relatedness of opponents. **Animal Behaviour**. Netherlands. 31:3 (1983) 913–918. doi: 10.1016/S0003-3472(83)80246-2.
- ASA, Cheryl; AGNEW, Mary - Chapter 81 - Contraception. Em MILLER, R. Eric; FOWLER, Murray E. (Eds.) - **Fowler's Zoo and Wild Animal Medicine, Volume 8** [Em linha]. St. Louis: W.B. Saunders, 2015 [Consult. 15 set. 2021]. Disponível em WWW:<URL:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781455773978000888>>. ISBN 978-1-4557-7397-8. p. 735–739.
- ASHER, G. W.; FISHER, M.W.; MCLEOD, B.J.; BERG, D.J. - Reproductive Physiology Of Cervids: A Review. **Proceedings of the Deer Branch of the NZVA**. Annual Conference 1994. 11 (1994) 257–277.
- ASHER, G. W. - Reproductive cycles of deer. Special Issue: Reproductive Cycles of Animals. **Animal Reproduction Science**. 124:3 (2011) 170–175. doi: 10.1016/j.anireprosci.2010.08.026.
- ASHER, G. W.; MONFORT, S. L.; WEMMER, C. - Comparative reproductive function in cervids: implications for management of farm and zoo populations. **Journal of Reproduction and Fertility. Supplement**. 54 (1999) 143–156.
- ASHRAF, Md. Badol; AKTER, Mst. Antora; SAHA, Mousumi; MISHRA, Pravin; HODA, Nazmul; ALAM, Md. Mahmudul - Clinicopathological Evaluation On Capture Myopathy Due To Chemical Immobilization In Spotted Deer. **Turkish Journal of Veterinary Research**. 3:2 (2019) 73–79.

- BALDWIN, Marc - **Deer** | **Wildlife Online** [Em linha], atual. 2020. [Consult. 16 set. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://www.wildlifeonline.me.uk/gallery/category/deer>.
- BALDWIN, Marc - Red Deer Appearance | Wildlife Online, 2020^a. [Consult. 10 set. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://www.wildlifeonline.me.uk/animals/article/red-deer-appearance>.
- BALDWIN, Marc - Red Deer Diet & Feeding Behaviour | Wildlife Online, 2020^b. [Consult. 10 set. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://www.wildlifeonline.me.uk/animals/article/red-deer-diet-feeding-behaviour>.
- BALDWIN, Marc - Red Deer Breeding Biology | Wildlife Online, 2020^c. [Consult. 14 set. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://www.wildlifeonline.me.uk/animals/article/red-deer-breeding-biology>.
- BARTOS, Ludek - Dominance and aggression in various sized groups of red deer stags. **Aggressive Behavior**. 12:3 (1986) 175–182. doi: 10.1002/1098-2337.
- BARTOS, Ludek; BUBENIK, G. A. - Relationships between rank-related behaviour, antler cycle timing and antler growth in deer: behavioural aspects. **Animal Production Science**. 51:4 (2011) 303–310. doi: 10.1071/AN10195.
- BARTOS, Ludek; SCHAMS, Dieter; BUBENIK, George A. - Testosterone, but not IGF-1, LH, prolactin or cortisol, may serve as antler-stimulating hormone in red deer stags (*Cervus elaphus*). **Bone**. 44:4 (2009) 691–698. doi: 10.1016/j.bone.2008.12.004.
- BATESON, Patrick; BRADSHAW., Elizabeth L. - The effects of wound site and blood collection method on biochemical measures obtained from wild, free-ranging red deer (*Cervus elaphus*) shot by rifle. **Journal of Zoology**. 252:3 (2000) 285–292. doi: 10.1111/j.1469-7998.2000.tb00623.x.
- BEBIÉ, Nicole; MCELLIGOTT, A. G. - Female aggression in red deer: Does it indicate competition for mates? **Mammalian Biology**. 71:6 (2006) 347–355. doi: 10.1016/j.mambio.2006.02.008.
- BRASWELL, Cheryl; CROWE, D. Tim - Hyperbaric oxygen therapy. **Compend Contin Educ Vet**. 34:3 (2012) E1–5.

BREED, Dorothy; MEYER, Leith C.R.; STEYL, Johan C.A.; GODDARD, Amelia; BURROUGHS, Richard; KOHN, Tertius A. - Conserving wildlife in a changing world: Understanding capture myopathy -a malignant outcome of stress during capture and translocation. **Conservation Physiology**. 7:1 (2020) 1–21. doi: 10.1093/conphys/coz027.

BUGALHO, Miguel - Ficha do Veado - Página 1 - Espécies - Naturlink, 2000^a. [Consult. 9 jun. 2021]. Disponível em WWW:<URL:http://naturlink.pt/article.aspx?menuid=55&cid=4102&bl=1§ion=1&viewall=true#Go_1>.

CARRANZA, Juan; ALVAREZ, Fernando; REDONDO, Tomás - Territoriality as a mating strategy in red deer. **Animal Behaviour**. 40:1 (1990) 79–88. doi: 10.1016/S0003-3472(05)80667-0.

CAULKETT, Nigel; ARNEMO, Jon M. - Cervids (Deer). Em **Zoo Animal and Wildlife Immobilization and Anesthesia** [Em linha]. 2nd ed ed. [S.l.]: John Wiley & Sons, Ltd, 2014 [Consult. 14 set. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781118792919.ch59>. ISBN 978-1-118-79291-9. p. 823–829.

CHALMERS, G.A.; BARRETT, M.W. - Capture Myopathy. Em HOFF, Gerald Lawrence; DAVIS, John William (Eds.) - **Noninfections diseases of wildlife**. Ames: Iowa State University Press, 1982 [Consult. 15 set. 2021]. ISBN 978-0-8138-0990-8. p. 84–94.

CLUTTON-BROCK, T. H.; ALBON, S. D.; GIBSON, R.M.; GUINNESS, F.E.; - The logical stag: Adaptive aspects of fighting in red deer (*Cervus elaphus* L.). **Animal Behaviour**. 27 (1979^a) 211–225. doi: 10.1016/0003-3472(79)90141-6.

CLUTTON-BROCK, T. H.; ALBON, S. D. - The Roaring of Red Deer and the Evolution of Honest Advertisement. **Behaviour**. 69:3/4 (1979^b) 145–170.

CLUTTON-BROCK, T.H.; IASON, Glenn; GUINNESS, F.E. - Sexual segregation and density-related changes in habitat use in male and female red deer (*Cervus elaphus*). **J. Zool., Lond.** 211 (1987) 275–289.

CUBAS, Zalmir Silvino; RAMOS SILVA, Jean Carlos; CATÃO-DIAS, José Luiz - **Tratado de animais selvagens Medicina Veterinaria**. Sao Paulo (Brasil): Editora Roca, 2014. ISBN 978-85-277-2618-4.

Divisão de febre aftosa - DIFA - **Ficha Técnica da Febre Aftosa** [Em linha], atual. ago. 2020. [Consult. 12 dez. 2021]. Disponível em WWW:<URL: http://sistemasweb.agricultura.gov.br/pages/fichas_tecnicas/Ficha_Tecnica_Febre_Aftosa_jan20.pdf>.

DOWLING, Patricia M. - **Skeletal Muscle Relaxants for Animals - Pharmacology** [Em linha], atual. 2021. [Consult. 31 out. 2021]. Disponível em WWW:<URL:<https://www.msdivetmanual.com/pharmacology/systemic-pharmacotherapeutics-of-the-muscular-system/skeletal-muscle-relaxants-for-animals>>.

DUARTE, José Maurício Barbanti - Capítulo 51 - Artiodactyla - Cervidae (Veado e Cervos). Em CUBAS, Zalmir Silvino; RAMOS SILVA, Jean Carlos; CATÃO-DIAS, José Luiz (Eds.) - **Tratado de Animais Selvagens Medicina Veterinária**. 2ed. ed. Sao Paulo (Brasil): Editora Roca, 2014 [Consult. 8 set. 2021]. ISBN 978-85-277-2618-4v. 1. p. 1204–1226.

DUARTE, José Maurício Barbanti; ZANETTI, Eveline Dos Santos - Capítulo 124 - Reprodução e Obstetrícia em Cervídeos Neotropicais. Em CUBAS, Zalmir Silvino; RAMOS SILVA, Jean Carlos; CATÃO-DIAS, José Luiz (Eds.) - **Tratado de Animais Selvagens Medicina Veterinária**. 2ed. ed. Sao Paulo (Brasil): Editora Roca, 2014 [Consult. 10 set. 2021]. ISBN 978-85-277-2618-4v. 1. p. 2519–2537.

FENELON, Jane C.; RENFREE, Marilyn B. - The history of the discovery of embryonic diapause in mammals. **Biology of Reproduction**. 99:1 (2018) 242–251. doi: 10.1093/biolre/ioy112.

FIEL DE CARVALHO, Guilherme Eduardo - Capítulo 110 - Fisioterapia Veterinária. Em CUBAS, Zalmir Silvino; RAMOS SILVA, Jean Carlos; CATÃO-DIAS, José Luiz (Eds.) - **Tratado de Animais Selvagens Medicina Veterinária**. 2ed. ed. Sao Paulo (Brasil): Editora Roca, 2014 [Consult. 8 set. 2021]. ISBN 978-85-277-2618-4v. 1. p. 2324–2346.

FLETCHER, John; FOSTER, Aiden; GODDARD, Pete; MCSLOY, Alex - Managing antler problems in deer. **In Practice**. 38:10 (2016) 513–519. doi: 10.1136/inp.i5271.

GARCÍA, Andres Jose; LANDETE-CASTILLEJOS, Tomas; GOMEZ-BRUNET, Amelia; GARDE, Jose Julian; GALLEGO, Laureano - Reproductive seasonality in female Iberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*). **Theriogenology**. 58:8 (2002) 1553–1562. doi: 10.1016/s0093-691x(02)01048-8.

GARIN, I.; ALDEZABAL, Arantza; GARCÍA-GONZÁLEZ, Ricardo; AIHARTZA, J.R. - Plant composition and quality of the red deer (*Cervus elaphus* L.) diet in the northern Iberian peninsula. **Animal Biodiversity and Conservation**. 24.1 (2001) 53–63.

GILL, M. S. - Surgical Techniques for Preparation of Teaser Bulls. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**. 11:1 (1995) 123–136. doi: 10.1016/S0749-0720(15)30511-9.

GOSS, Richard J. - Chapter 9 - Abnormal Antlers. Em GOSS, RICHARD J. (Ed.) - **Deer Antlers** [Em linha]. San Diego: Academic Press, 1983 [Consult. 14 set. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780122930805500130>. ISBN 978-0-12-293080-5. p. 193–217.

GREEN, Peter - Bullet or needle? **The British Deer Society - Deer Journal Autumn 2019**. (2019) 22–25.

GUINNESS, F.E.; LINCOLN, G. A.; SHORT, R. V. - The reproductive cycle of the female red deer, *Cervus elaphus* L. **Journal of Reproduction and Fertility**. 27:3 (1971) 427–438. doi: 10.1530/jrf.0.0270427.

HALL, Marion J. - Social Organisation in an Enclosed Group of Red Deer (*Cervus elaphus* L.) on Rhum. **Z. Tierpsychol**. 61:4 (1983) 273–292. doi: 10.1111/j.1439-0310.1983.tb01344.x.

HARTHOORN, A. M.; YOUNG, E. - A relationship between acid-base balance and capture myopathy in zebra (*Equus burchelli*) and an apparent therapy. **The Veterinary Record**. 95:15 (1974) 337–342. doi: 10.1136/vr.95.15.337.

HORTA, Marta Morais Miranda De Oliveira - **Anestesia de animais selvagens em cativeiro : carnívoros e ungulados** [Em linha]. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa. Faculdade de Medicina Veterinária, 2012 [Consult. 15 set. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://www.repository.utl.pt/handle/10400.5/4872>. Tese de mestrado.

HOWERTH, Elizabeth W.; NEMETH, Nicole M.; RYSER-DEGIORGIS, Marie-Pierre - Chapter 6 - Cervidae. Em TERIO, Karen A.; MCALOOSE, Denise; LEGER, Judy ST. (Eds.) - **Pathology of Wildlife and Zoo Animals** [Em linha]. [S.l.] : Academic Press, 2018 [Consult. 14 set. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128053065000067>. ISBN 978-0-12-805306-5. p. 149–183.

- KIERDORF, Uwe; KIERDORF, Horst; SCHULTZ, Michael; ROLF, Hans J. - Histological structure of antlers in castrated male fallow deer (*Dama dama*). **The Anatomical Record. Part A, Discoveries in Molecular, Cellular, and Evolutionary Biology**. 281:2 (2004) 1352–1362. doi: 10.1002/ar.a.20127.
- KRAUSE, T.; GERBERSHAGEN, M.U.; FIEGE, M.; WEIßHORN, R.; WAPPLER, F. - Dantrolene – A review of its pharmacology, therapeutic use and new developments. **Anaesthesia**. 59:4 (2004) 364–373. doi: 10.1111/j.1365-2044.2004.03658.x.
- KUMAR, Vijay; RAJ, Anshu - Vasectomy in captive Sambar Stags (*Cervus unicolor*). **International Journal for Agro Veterinary and Medical Sciences**. 5:4 (2011) 397–400. doi: 10.5455/ijavms.20110824104510.
- KUZMOVA, Erika - **Hormonal Aspects of Antler Growth Regulation** [Em linha]. Department of ecology: Charles University in Prague - Faculty of Science, 2011 Disponível em WWW:<URL:<https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/42318>>. Tese de doutoramento.
- LANE, Russell; PHILLIPS, Malcolm - Rhabdomyolysis. **BMJ (Clinical research ed.)**. 327:7407 (2003) 115–116. doi: 10.1136/bmj.327.7407.115.
- LI, Chunyi.; LITTLEJOHN, R.P.; CORSON, I.D.; SUTTIE, J.M. - Effects of testosterone on pedicle formation and its transformation to antler in castrated male, freemartin and normal female red deer (*Cervus elaphus*). **General and Comparative Endocrinology**. 131:1 (2003) 21–31. doi: 10.1016/S0016-6480(02)00625-1.
- LI, Chunyi; PEARSON, Allan; MCMAHON, Chris - Morphogenetic Mechanisms in the Cyclic Regeneration of Hair Follicles and Deer Antlers from Stem Cells. **BioMed Research International**. 2013 (2013) doi: 10.1155/2013/643601.
- LINCOLN, G. A. - The role of antlers in the behaviour of red deer. **Journal of Experimental Zoology**. 182:2 (1972^a) 233–249. doi: 10.1002/jez.1401820208.
- LINCOLN, G. A.; GUINNESS, F.E.; SHORT, R. V. - The way in which testosterone controls the social and sexual behavior of the red deer stag (*Cervus elaphus*). **Hormones and Behavior**. 3:4 (1972^b) 375–396. doi: 10.1016/0018-506X(72)90027-X.
- MALO, A. F.; ROLDAN, E. R. S.; GARDE, J. J.; SOLER, A. J.; VICENTE, J.; GORTAZAR, C.; GOMENDIO, M. - What does testosterone do for red deer males? **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**. 276:1658 (2009) 971–980. doi: 10.1098/rspb.2008.1367.

MASTERS, Nicholas J.; FLACH, Edmund - Chapter 62 - Tragulidae, Moschidae, and Cervidae. Em MILLER, R. Eric; FOWLER, Murray E. (Eds.) - **Fowler's Zoo and Wild Animal Medicine, Volume 8** [Em linha]. St. Louis: W.B. Saunders, 2015 [Consult. 14 set. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781455773978000621>. ISBN 978-1-4557-7397-8. p. 611–625.

MATTIOLI, Stefano; CARDEN, R. F.; LORENZINI, R.; LOVARI, S.; PERELADOVA, Olga; MASSETI, Marco; BROOK, S. M. - Research Associate - IUCN Red List of Threatened Species: Cervus elaphus. **IUCN Red List of Threatened Species**. (2015) 1–16. doi: 10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T55997072A142404453.en.

MCKENZIE, Erica C.; VALBERG, Stephanie J.; GODDEN, Sandra M.; FINNO, Carrie J.; MURPHY, Michael J. - Effect of oral administration of dantrolene sodium on serum creatine kinase activity after exercise in horses with recurrent exertional rhabdomyolysis. **American Journal of Veterinary Research**. 65:1 (2004) 74–79. doi: 10.2460/ajvr.2004.65.74.

MENTABERRE, Gregorio; LÓPEZ-OLVERA, Jorge Ramón; CASAS-DÍAZ, Encarnación; FERNÁNDEZ-SIRERA, Laura; MARCO, Ignasi; LAVÍN, Santiago - Effects of azaperone and haloperidol on the stress response of drive-net captured Iberian ibexes (*Capra pyrenaica*). **European Journal of Wildlife Research**. 56:5 (2010) 757–764. doi: 10.1007/s10344-010-0371-3.

MILNER, Jos M.; BONENFANT, Christophe; MYSTERUD, Atle; GAILLARD, Jean-Michel; CSÁNYI, Sándor; STENSETH, Nils Chr - Temporal and spatial development of red deer harvesting in Europe: biological and cultural factors. **Journal of Applied Ecology**. 43:4 (2006) 721–734. doi: 10.1111/j.1365-2664.2006.01183.x.

MIRIAN, J.; ALHAMI, A.; HAMIDIEH, H. - StudyCapture myopathy in red deer and wild goat. **Archives of Razi Institute**. 66:2 (2011) 147–149. doi: 10.22092/ari.2016.103879.

MONTANÉ, J.; MARCO, Ignasi; MANTECA, X.; LÓPEZ-OLVERA, Jorge Ramón; LAVÍN, Santiago - Delayed Acute Capture Myopathy in Three Roe Deer. **Journal of Veterinary Medicine Series A**. 49:2 (2002) 93–98. doi: 10.1046/j.1439-0442.2002.jv409.x.

MUNK, B. A.; GARRISON, E.; CLEMONS, B.; KEEL, M. Kevin - Antleroma in a free-ranging white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*). **Veterinary Pathology**. 52:1 (2015) 213–216. doi: 10.1177/0300985814528216.

NAZ, Rajesh K.; SAVER, Ashley E. - Immunocontraception for Animals: Current Status and Future Perspective. **American Journal of Reproductive Immunology (New York, N.Y.: 1989)**. 75:4 (2016) 426–439. doi: 10.1111/aji.12431.

NIETO-DIAZ, Manuel; PITA-THOMAS, Daniel Wolfgang; MUNOZ-GALDEANO, Teresa; MARTINEZ-MAZA, Cayetana; NAVARRO-RUIZ, Rosa; REIGADA, David; YUNTA, Monica; CABALLERO-LOPEZ, Marcos Javier; NIETO-SAMPEDRO, Manuel; MARTINEZ-MAZA, Rodrigo - Deer antler innervation and regeneration. **Frontiers in Bioscience (Landmark Edition)**. 17 (2012) 1389–1401. doi: 10.2741/3993.

OLIVEIRA, Joana Gracinda Sampaio - **Dieta de veado na Serra da Lousã: uma questão de sexo?** [Em linha]. Departamento de ciências da vida : Universidade de Coimbra, Faculdade de ciências e tecnologias, 2013 [Consult. 26 out. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://estudogeral.sib.uc.pt/handle/10316/24633>. Tese de mestrado.

PATERSON, Jessica - Capture Myopathy. Em **Zoo Animal and Wildlife Immobilization and Anesthesia** [Em linha]. 2nd ed ed. [S.l.] : John Wiley & Sons, Ltd, 2014 [Consult. 14 set. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781118792919.ch12>. ISBN 978-1-118-79291-9. p. 171–179.

PÉPIN, Dominique; MORELLET, Nicolas; GOULARD, Michel - Seasonal and daily walking activity patterns of free-ranging adult red deer (*Cervus elaphus*) at the individual level. **European Journal of Wildlife Research**. 55:5 (2009) 479–486. doi: 10.1007/s10344-009-0267-2.

RAPHAEL, Bonnie L.; KALK, Penny; THOMAS, Patrick; CALLE, Paul P.; DOHERTY, James G.; COOK, Robert A. - Use of melengestrol acetate in feed for contraception in herds of captive ungulates. **Zoo Biology**. 22:5 (2003) 455–463. doi: 10.1002/zoo.10096.

Red deer - Britannica Online Encyclopedia - [Em linha] [Consult. 7 jun. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://www.britannica.com/print/article/494203>.

ROSA, José Luís; BARROSO, Inês - **O veado no Nordeste de Trás-os-Montes**. Mirandela : João Azevedo Editor, 1999. ISBN 978-972-9001-31-4.

Saint Louis Zoo - **Artiodactyls** - [Em linha] [Consult. 15 set. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://www.stlzoo.org/animals/scienceresearch/reproductivemanagementcenter/contraceptionrecommendatio/contraceptionmethods/artiodactyls>.

Saint Louis Zoo - **AZA Reproductive Management Center** - [Em linha] [Consult. 15 set. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://www.stlzoo.org/animals/scienceresearch/reproductivemanagementcenter>.

SALAZAR, Daniela Cardão - **Distribuição e estatuto do veado e corço em Portugal** [Em linha]. Aveiro: Universidade de Aveiro, 2009 [Consult. 26 out. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://ria.ua.pt/handle/10773/854>. Tese de mestrado.

SÁNCHEZ-PRIETO, Cristina B.; CARRANZA, Juan; PULIDO, Fernando J. - Reproductive Behavior in Female Iberian Red Deer: Effects of Aggregation and Dispersion of Food. **Journal of Mammalogy**. 85:4 (2004) 761–767. doi: 10.1644/BJK-122.

SANTOS, João Pedro Valente E - **Estudo populacional do veado (Cervus elaphus L.) no nordeste transmontano** [Em linha]. Aveiro: Universidade de Aveiro, 2009 [Consult. 9 jun. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://ria.ua.pt/handle/10773/855>. Tese de mestrado.

SCOTT, I. C.; ASHER, G. W.; ARCHER, J. A.; LITTLEJOHN, R. P. - The effect of conception date on gestation length of red deer (Cervus elaphus). **Animal Reproduction Science**. 109:1 (2008) 206–217. doi: 10.1016/j.anireprosci.2007.11.025.

SCOTT, I. C.; ASHER, G. W.; JOPSON, N.; COX, N.; ARCHER, J. A.; STEVENS, D. R.; BARRELL, G. K. - Effect of conception date and hind nutrition on fetal growth trajectory and gestation length of red deer (Cervus elaphus). **Animal production science**. 55:8 (2015) 1064–1074.

SENGER, P. L. - Chapter 7: Reproductive Cyclicity - Terminology and Basic Concepts. Em **Pathways to pregnancy and parturition**. Pullman, Wash.: Current Conceptions, 2005 [Consult. 16 set. 2021]. ISBN 978-0-9657648-2-7

SPRAKER, TR - Stress and Capture Myopathy in Artiodactyls. Em FOWLER, Murray E. (Ed.) - **Zoo & Wild Animal Medicine, Current Therapy**. 3rd ed ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1993. ISBN 978-0-7216-3667-2

SUTTIE, J. M. - Social dominance in farmed red deer stags. **Applied Animal Behaviour Science**. 14:2 (1985) 191–199. doi: 10.1016/0168-1591(85)90029-2.

THORNTON, M. J.; HIBBERTS, N. A.; STREET, T.; BRINKLOW, B. R.; LOUDON, A. S.; RANDALL, V. A. - Androgen receptors are only present in mesenchyme-derived dermal papilla cells of red deer (*Cervus elaphus*) neck follicles when raised androgens induce a mane in the breeding season. **The Journal of endocrinology**. 168:3 (2001) 401–8. doi: 10.1677/joe.0.1680401.

THOULESS, C. R.; GUINNESS, F. E. - Conflict between red deer hinds: The winner always wins. **Animal Behaviour**. Netherlands. 34:4 (1986) 1166–1171. doi: 10.1016/S0003-3472(86)80176-2.

TORRES-PORRAS, Jerónimo; CARRANZA ALMANSA, Juan - **Ciervo – Cervus elaphus**. **Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles** [Em linha]. Córdoba: UCO Press, Editorial Universidad de Córdoba, 2017 [Consult. 7 jun. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://digital.csic.es/bitstream/10261/112734/5/cerela_v6.pdf>. ISBN 978-84-9927-319-8.

VANHOLDER, Raymond; SEVER, Mehmet S.; EREK, Ekrem; LAMEIRE, Norbert - Acute renal failure related to the crush syndrome: towards an era of seismo-nephrology? **Nephrology, Dialysis, Transplantation: Official Publication of the European Dialysis and Transplant Association - European Renal Association**. 15:10 (2000) 1517–1521. doi: 10.1093/ndt/15.10.1517.

VILELA, Sofia; ALVES DA SILVA, António; PALME, Rupert; RUCKSTUHL, Kathreen E.; SOUSA, José Paulo; ALVES, Joana - Physiological Stress Reactions in Red Deer Induced by Hunting Activities. **MDPI Journals, Animals**. 10:6 (2020) 1–14. doi: 10.3390/ani10061003.

WANG, Qin; YANG, Chengzhong - The Phylogeny of the Cetartiodactyla Based on Complete Mitochondrial Genomes: **International Journal of Biology**. 5:3 (2013) 30–36. doi: 10.5539/ijb.v5n3p30.

Zoetis Portugal - **Vacina Improvac** - [Em linha] [Consult. 15 set. 2021]. Disponível em WWW:<URL:https://www.zoetis.com.pt/produtos/suinos/improvac.aspx>.

ANEXO I

Resultados de analítica sanguínea realizada a um animal suspeito de MC – Animal 1



Resultado de Exame Veterinário



Data de entrada:	06/02/2021	O.S.:	296068
Nome do Paciente:	Cervo Nobre	Espécie:	Outros
Nome do Tutor:	Beto Carrero Zoo	Raça:	Silvestre
Médico Veterinário:	Joao Vitor De Campos Roeder	Sexo:	Macho
Clínica Veterinária:	Beto Carrero	Idade:	5a 0m 0d

HEMOGRAMA

Material...: SANGUE COM EDTA
Metodologia: AUTOMAÇÃO + ANÁLISE MICROSCÓPICA

ERITROGRAMA

Eritrócitos.....	7,13
Hematócrito.....	30
Hemoglobina.....	10,3
V.C.M.....	42,08
H.C.M.....	14,45
C.H.C.M.....	34,33

LEUCOGRAMA

Leucócitos.....	8,70	
Mielócitos.....	0,00 %	0 /mm ³
Metamielócitos.....	0,00 %	0 /mm ³
Bastonetes.....	1,00 %	87 /mm ³
Segmentados.....	73,00 %	6351 /mm ³
Linfócitos.....	14,00 %	1218 /mm ³
Monócitos.....	6,00 %	522 /mm ³
Eosinófilos.....	4,00 %	348 /mm ³
Basófilos.....	2,00 %	174 /mm ³

PROTEÍNA TOTAL..... 5,60 g/dL

Observações série vermelha.... Moderada anisocitose. Moderada hipocromia. Moderada presença de eritrócitos fusiformes.

Observações série branca..... Morfologia celular normal.

Avaliação plaquetária..... Morfologia plaquetária normal. Presença de agregados plaquetários, impossibilitando a contagem de plaquetas.

Assinado eletronicamente em 08/02/2021 15:12:00
BÁRBARA MARIA DACIUK - CRMV-SC 4896



Data de entrada:	06/02/2021	O.S.:	296068
Nome do Paciente:	Cervo Nobre	Espécie:	Outros
Nome do Tutor:	Beto Carrero Zoo	Raça:	Silvestre
Médico Veterinário:	Joao Vitor De Campos Roeder	Sexo:	Macho
Clínica Veterinária:	Beto Carrero	Idade:	5a 0m 0d

ALT/TGP

Material...: SORO SANGUÍNEO

Metodologia: CINÉTICO UV (IFCC)

Equipamento: LABMAX PLENNO

Resultado..... 82,00 UI/L

AST/TGO

Material...: SORO SANGUÍNEO

Metodologia: CINÉTICO UV (IFCC)

Equipamento: LABMAX PLENNO

Resultado..... 548,00 UI/L

Observação..... Repetido e confirmado.

FOSFATASE ALCALINA

Material...: SORO SANGUÍNEO

Metodologia: COLORIMÉTRICO/CINÉTICO (BOWERS E MC COMB MODIFICADO)

Equipamento: LABMAX PLENNO

Resultado..... 397,00 UI/L

Observação..... Repetido e confirmado.

RELAÇÃO ALBUMINA/GLOBULINA

Material...: SORO SANGUÍNEO

Metodologia: COLORIMÉTRICO/PONTO FINAL (VERDE DE BROMOCRESOL/BIURETO)

Equipamento: LABMAX PLENNO

Proteína total..... 5,42 g/dL

Albumina..... 2,18 g/dL

Globulina..... 3,24 g/dL

Relação albumina/globulina... 0,67

GLICOSE

Material...: SORO SANGUÍNEO

Metodologia: COLORIMÉTRICO/PONTO FINAL (GOD TRINDER)

Equipamento: LABMAX PLENNO

Resultado..... 360,00 mg/dL

Observação..... Repetido e confirmado.



Data de entrada:	06/02/2021	O.S.:	296068
Nome do Paciente:	Cervo Nobre	Espécie:	Outros
Nome do Tutor:	Beto Carrero Zoo	Raça:	Silvestre
Médico Veterinário:	Joao Vitor De Campos Roeder	Sexo:	Macho
Clínica Veterinária:	Beto Carrero	Idade:	5a 0m 0d

CREATININA

Material...: SORO SANGUÍNEO
Metodologia: CINÉTICO/TEMPO FIXO (PICRATO ALCALINO - JAFFÉ)
Equipamento: LABMAX PLENNO

Resultado..... 1,02 mg/dL

URÉIA

Material...: SORO SANGUÍNEO
Metodologia: COLORIMÉTRICO/TEMPO FIXO UV (ENZIMÁTICO)
Equipamento: LABMAX PLENNO

Resultado..... 75,00 mg/dL

Observação..... Repetido e confirmado.

CREATINOQUINASE (CK)

Material...: SORO SANGUÍNEO
Metodologia: CINÉTICO UV (IFCC)
Equipamento: LABMAX PLENNO

Resultado..... 8478,00 U/L

Observação..... Repetido e confirmado.

Assinado eletronicamente em 08/02/2021 15:12:00
BÁRBARA MARIA DACIUK - CRMV-SC 4896

ANEXO II

Resultados de analítica sanguínea realizada a um animal suspeito de MC – Animal 2



Resultado de Exame Veterinário



Data de entrada:	10/03/2021	O.S.:	310552
Nome do Paciente:	Cervo Nobre Cad 2223	Espécie:	Outros
Nome do Tutor:	Beto Carrero	Raça:	Nao Referido
Médico Veterinário:	Joao Vitor De Campos Roeder	Sexo:	Macho
Clínica Veterinária:	Beto Carrero	Idade:	4a 0m 0d

ALT/TGP

Material...: SORO SANGUÍNEO
Metodologia: CINÉTICO UV (IFCC)
Equipamento: LABMAX PLENNO

Resultado..... 76,00 UI/L

AST/TGO

Material...: SORO SANGUÍNEO
Metodologia: CINÉTICO UV (IFCC)
Equipamento: LABMAX PLENNO

Resultado..... 953,00 UI/L

FOSFATASE ALCALINA

Material...: SORO SANGUÍNEO
Metodologia: COLORIMÉTRICO/CINÉTICO (BOWERS E MC COMB MODIFICADO)
Equipamento: LABMAX PLENNO

Resultado..... 91,00 UI/L

RELAÇÃO ALBUMINA/GLOBULINA

Material...: SORO SANGUÍNEO
Metodologia: COLORIMÉTRICO/PONTO FINAL (VERDE DE BROMOCRESOL/BIURETO)
Equipamento: LABMAX PLENNO

Proteína total..... 6,93 g/dL

Albumina..... 2,62 g/dL

Globulina..... 4,31 g/dL

Relação albumina/globulina.... 0,61

GLICOSE

Material...: SORO SANGUÍNEO
Metodologia: COLORIMÉTRICO/PONTO FINAL (GOD TRINDER)
Equipamento: LABMAX PLENNO

Resultado..... 187,00 mg/dL

CREATININA

Material...: SORO SANGUÍNEO
Metodologia: CINÉTICO/TEMPO FIXO (PICRATO ALCALINO - JAFFÉ)
Equipamento: LABMAX PLENNO

Resultado..... 0,72 mg/dL

URÉIA

Material...: SORO SANGUÍNEO
Metodologia: COLORIMÉTRICO/TEMPO FIXO UV (ENZIMÁTICO)
Equipamento: LABMAX PLENNO

Resultado..... 89,74 mg/dL



Data de entrada:	10/03/2021	O.S.:	310552
Nome do Paciente:	Cervo Nobre Cad 2223	Espécie:	Outros
Nome do Tutor:	Beto Carrero	Raça:	Nao Referido
Médico Veterinário:	Joao Vitor De Campos Roeder	Sexo:	Macho
Clínica Veterinária:	Beto Carrero	Idade:	4a 0m 0d

CREATINOQUINASE (CK)

Material...: SORO SANGUÍNEO

Metodologia: CINÉTICO UV (IFCC)

Equipamento: LABMAX PLENNO

Resultado..... 8819,00 U/L

Assinado eletronicamente em 10/03/2021 18:55:58
AMANDA ABREU BURIGO - CRMV-SC 8507

ANEXO III

Relatório de necropsia confirmando a morte por MC



LABORATÓRIO DE PATOLOGIA ANIMAL
Centro de Ciências Agroveterinárias
Universidade do Estado de Santa Catarina



RESULTADO DE EXAME N°: 49037

Proprietário: Beto Carrero World
Endereço: Rua Inácio Francisco de Souza, 1597, Praia da Armação, Penha - SC
Remetente: M.V João Vitor Roeder
Telefone: (47) 3261-2222
Nome do animal: Cervo nobre
E-mail: joao.vitor@betocarrero.com.br
Espécie: *Cervus elaphus*
Identificação: NI
Idade: NI
Sexo: Macho
Data de recebimento: 30/08/2021
Data de envio: 14/02/2021
Data de óbito: 12/03/2021
Data de necropsia: 12/03/2021
Plantonistas responsáveis: MV. Thierry Grima de Cristo

Histórico

Animal foi encontrado em decúbito esternal no início da tarde do dia 10/03/21, com dificuldade para levantar. Foi sedado e transferido para o cambaleamento. T- 41,4 °C. Taquipneia, taquicardia, medicado com aprox. 3ml de sol. fisiológica, 10ml de ADE, 5ml de Desflan. No dia seguinte animal estava em decúbito lateral, sem conseguir levantar. Mantido em suspensão por 15 minutos com ajuda de cordas para ajudar a fortalecer os membros. No dia seguinte foi encontrado morto no recinto.

Descrição macroscópica

Carcaça em autólise, escore corporal 4/5, hematomas no gradil costal esquerdo. Pulmões congestos, palidez de musculatura nos membros pélvicos.

Descrição histológica

Músculo esquelético: Há floculação, vacuolização, hipereosinofilia e tumefação de fibras musculares segmentares, multifocal, moderada, associada por proliferação discreta de rbdomioblastos, multifocal, e infiltrado linfoplasmocitário raro, multifocal.

Diagnóstico morfológico

Músculo esquelético: Rbdomionecrose segmentar multifocal, moderada

Nome da doença ou condição

Miopatia de captura

Comentários

Em casos semelhantes, recomenda-se colheita e envio de todos os órgãos para avaliação histopatológica.

Profª Drª Renata Assis Casagrande, CRMV-SC 4.207
Laboratório de Patologia Animal - CAV/UEDESC
Av. Luís de Camões, 2090 - Conta Dinheiro, Lages/SC - 88520-000
Telefones: (49) 3289-9160 / 3289-9114 @: gppv.cav@udesc.br