



UNIVERSIDADE DE LISBOA  
Faculdade de Medicina Veterinária

LENSECTOMIA EM *ZALOPHUS CALIFORNIANUS*, COMO TRATAMENTO DE  
CATARATA BILATERAL

INÊS TRINCÃO SANCHES

CONSTITUIÇÃO DO JÚRI

Doutor José Manuel Chéu Limão  
Oliveira

Doutora Maria Luísa Mendes Jorge

Dra. Maria Cristina Moreira dos Santos  
Farajota Seruca

ORIENTADORA

Dra. Maria Cristina Moreira dos Santos  
Farajota Seruca

CO-ORIENTADORA

Doutora Esmeralda Sofia da Costa  
Delgado

2019

LISBOA



UNIVERSIDADE DE LISBOA  
Faculdade de Medicina Veterinária

LENSECTOMIA EM *ZALOPHUS CALIFORNIANUS*, COMO TRATAMENTO DE  
CATARATA BILATERAL

INÊS TRINCÃO SANCHES

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

CONSTITUIÇÃO DO JÚRI

Doutor José Manuel Chéu Limão  
Oliveira

Doutora Maria Luísa Mendes Jorge

Dra. Maria Cristina Moreira dos Santos  
Farajota Seruca

ORIENTADORA

Dra. Maria Cristina Moreira dos Santos  
Farajota Seruca

CO-ORIENTADORA

Doutora Esmeralda Sofia da Costa  
Delgado

2019  
LISBOA

## DECLARAÇÃO

Nome Inês Trincão Sanches

Endereço eletrónico inez.sanchezz@gmail.com Telefone 916714507

Númer Inês Trincão Sanches

Título: Dissertação | Inez.sanchezz@gmail.com 918631496

"lensectomia em 14702299 *Zalophus californianus*, como  
tratamento de catarata bilateral"

"Lensectomia em *Zalophus californianus*, como tratamento de catarata bilateral"

Delgado Ano de conclusão 2019

Dra. Cristina Seruca e Doutora Esmeralda Delgado

Nos exemplares das teses de doutoramento ou dissertações de mestrado entregues para a prestação

Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

1. É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA TESE/TRABALHO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.
- É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA TESE/TRABALHO (indicar, caso tal seja necessário, nº máximo de páginas, ilustrações, gráficos, etc.) APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO. QUE A TAL SE

Assinatura: Inês Trincão Sanches

## AGRADECIMENTOS

Antes de mais, gostava de agradecer à Dra. Cristina Seruca por toda a disponibilidade durante o meu estágio, em que nunca deixou nenhuma dúvida sem resposta, nem hesitou em incluir-me em todas as consultas e cirurgias. Da mesma forma, agradeço ao Hospital VetOeiras pela possibilidade de acompanhar o dia a dia de um hospital veterinário com tudo o que isso inclui.

À Professora Esmeralda Delgado, um obrigada especial pela rapidez e disponibilidade total com que sempre me ajudou.

Ao Zoomarine agradeço a oportunidade de assistir a uma cirurgia de catarata em *Zalophus californianus*, em particular à Dra. Miriam Leal pelo tempo despendido a responder a todas as minhas questões, à Dra. Carla Flanagan e ao Dr. Nuno Urbani pela disponibilidade e simpatia com que me receberam, assim como a toda a equipa.

Ao Jardim Zoológico resta-me agradecer a possibilidade de consultar o caso clínico aqui descrito, assim como o animal em questão. Em particular, agradeço à Dra. Arlete Sogorb que foi incansável.

Acima de tudo, quero agradecer à minha mãe pelo apoio incondicional em cada passo da minha vida, e sem a qual, nada seria possível.

Obrigada, Gonçalo, pela paciência por todas as horas que passei em frente ao computador, e não contigo.

Luís Belo, obrigada pela companhia, paciência e ajuda que nunca falharam.

Por fim, queria referir ainda que muita da inspiração para esta dissertação se deve à companhia constante que o meu gato me fez, deitado ao meu lado.

## LENSECTOMIA EM *ZALOPHUS CALIFORNIANUS*, COMO TRATAMENTO DE CATARATA BILATERAL

**Introdução:** As doenças oculares são das alterações mais frequentemente detetadas em pinípedes em cativeiro, estando também descritas em pinípedes selvagens. Depois das queratites, as cataratas são o segundo principal problema ocular diagnosticado em leões marinhos.

**Objetivo:** Apresentar o resultado cirúrgico (lensectomia por técnica extra-capsular) de um leão marinho (*Zalophus californianus*) de 22 anos com perda de visão por desenvolvimento de cataratas bilaterais.

**Material e métodos:** Um leão marinho residente no Jardim Zoológico de Lisboa foi diagnosticado com cataratas bilaterais imaturas e conseqüente perda de visão, pelo que foi sujeito a tratamento cirúrgico (lensectomia) bilateral. Foi realizada a técnica extra-capsular, que consistiu numa incisão límbica anterior dorsal de 160°, seguida de capsuloréxis anterior axial, viscodisseção e posterior extração do córtex e núcleo do cristalino. Após irrigação e aspiração do segmento anterior, confirmou-se instabilidade marcada da cápsula do cristalino, motivo pelo qual se realizou a sua extração. O volume da câmara anterior foi restabelecido com solução salina balanceada e a incisão corneana foi encerrada com sutura contínua cruzada realizada em duas secções.

**Resultados:** Apesar de algumas complicações pós-cirúrgicas pontuais, como úlceras corneanas superficiais, o animal apresentou um excelente resultado cirúrgico com recuperação da visão em ambos os olhos e concordante alteração do comportamento, num seguimento de 4 anos.

**Conclusão:** A lensectomia realizada por técnica extra-capsular pode ser considerada no tratamento de cataratas em leões marinhos. Pela importância que alguns destes animais têm em coleções zoológicas, torna-se essencial tratar as cataratas, principalmente quando este tipo de cirurgia tem tão bons resultados e impacto tão positivo na vida dos animais e tratadores.

Palavras-chave: *Zalophus californianus*, cataratas, fatores de risco, cirurgia, técnica extra-capsular.

## LENSECTOMY IN *ZALOPHUS CALIFORNIANUS*, AS TREATMENT FOR BILATERAL CATARACT

**Introduction:** Ocular diseases are one of the most common diseases in captive pinnipeds, being described in wild ones as well. After keratitis, cataracts are the second main ocular problem diagnosed in California sea lions.

**Purpose:** To present the surgical result (lensectomy by extra-capsular technique) of a 22 year old California sea lion (*Zalophus californianus*) with vision lost because of immature bilateral cataract.

**Material and methods:** A California sea lion resident in Lisbon's Zoo was diagnosed with immature bilateral cataract, and consequent loss of vision, for which was submitted to bilateral surgical treatment (lensectomy). The extra-capsular technique consisted in a 160° dorsal anterior limbic incision, followed by anterior axial capsulorhexis, viscodissection and posterior extraction of the lense's cortex and nucleus. After irrigation and aspiration of the anterior segment, severe instability of the lense's capsule was detected, leading to its extraction. The anterior chamber's volume was reset with balanced saline solution and the corneal incision was closed with continuous cross suture in two sections.

**Results:** Although some punctual post-surgical complications occurred, like superficial corneal ulcerations, the animal showed a great surgical result, with regained vision in both eyes and according behavioral changes, in a 4 year follow up.

**Conclusion:** Lensectomy by extra-capsular technique can be considered as treatment for cataracts in California sea lions. Because of the importance some of these animals have in zoological collections, it's essential to prevent and treat cataracts, especially when this type of surgery has such good results and positive impact in animals' and handlers' lives.

Key-words: *Zalophus californianus*, cataracts, risk factors, surgery, extra-capsular technique.

## ÍNDICE GERAL

Introdução.....	1
Anatomia do olho dos Pinípedes.....	1
Cataratas em Pinípedes.....	9
Cirurgia de cataratas em Pinípedes.....	14
Considerações anestésicas.....	14
Considerações cirúrgicas.....	21
Caso prático: “Lensectomia em <i>Zalophus californianus</i> , como tratamento de catarata bilateral”.....	23

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Ilustração do problema da visão anfíbia.....	7
Figura 2 - Avaliação de dia 3 de junho de 2011.....	23
Figura 3 - Avaliação de dia 4 de dezembro de 2013.....	24
Figura 4 - Avaliação de dia 13 de janeiro de 2014.....	24
Figura 5 - Avaliação de dia 4 de novembro de 2014.....	25
Figura 6 - Avaliação pré-cirúrgica dia 5 de janeiro.....	25
Figura 7 - Avaliação 4 dias pós-cirúrgico (10 de janeiro de 2015).....	27
Figura 8 - Avaliação 6 dias pós-cirúrgico (12 de janeiro de 2015).....	28
Figura 9 - Avaliação 10 dias pós-cirúrgico (16 de janeiro de 2015).....	28
Figura 10 - Avaliação 21 dias pós-cirúrgico (27 de janeiro de 2015).....	29
Figura 11 - Avaliação 25 dias pós-cirúrgico (31 de janeiro de 2015).....	29
Figura 12 - Avaliação 35 dias pós-cirúrgico (10 de fevereiro de 2015).....	29
Figura 13a - Avaliação 39 dias pós-cirúrgico (14 de fevereiro de 2015).....	30
Figura 13b - Teste de Schirmer negativo na avaliação 39 dias pós-cirúrgico (14 de fevereiro de 2015).....	30
Figura 14 - Avaliação 3 meses pós-cirúrgico (30 de março de 2015).....	31
Figura 15 - Avaliação 5 meses pós-cirúrgico (28 de maio de 2015).....	31
Figura 16 - Avaliação 6 meses pós-cirúrgico (21 de junho de 2015).....	32
Figura 17 – Avaliação de dia 17 de dezembro de 2018.....	32

**Comentário [is1]:** Sim, por ser na água e no mar

## LISTA DE SIGLAS

AINES - Anti-inflamatórios não esteroides

BID – Duas vezes ao dia

bpm – Batimentos por minuto

ECG – Electrocardiograma

IM – Intramuscular

IV – Intravenosa

Kg - Quilograma

m – Metro

mm – Milímetro

mm/Kg – Miligrama por quilograma

NaCl – Cloreto de sódio

OD – Olho direito

OS – Olho esquerdo

OU – Ambos os olhos

PIO – Pressão intraocular

PO – Per os

QID – Quatro vezes ao dia

rpm – Respirações por minuto

TID – Três vezes ao dia

TRC – Tempo de repleção capilar

UIC – Uveíte induzida pelo cristalino

UV – Ultravioleta

µg/Kg – Micrograma por quilograma



## INTRODUÇÃO

A oftalmologia e a vida selvagem são as áreas que mais interesse me despertaram desde sempre. Nesse sentido, decidi fazer o estágio curricular na área de oftalmologia com a Dra. Cristina Seruca, o que me permitiu assistir a uma ampla casuística em pequenos animais. Além disso, uma vez que a Dra. Cristina colabora com o Jardim Zoológico de Lisboa pude aceder e participar no caso aqui descrito.

## ANATOMIA DO OLHO DOS PINÍPEDES

Através de estudos imunológicos e genómicos, foi comprovado que os pinípedes têm um antecessor comum, provavelmente originado no continente americano (Arnason *et al.*, 2006). A ordem Pinnipedia compreende três famílias: a Phocidae, que engloba as chamadas verdadeiras focas, como a foca comum (*Phoca vitulina*); a Otariidae, onde se incluem os leões marinhos; e a Odobenidae, representada apenas pelas morsas (Arnason *et al.*, 2006).

O leão marinho californiano (*Zalophus californianus*) é um mamífero carnívoro que habita as zonas temperadas das costas oeste da Califórnia e do México, no Pacífico Norte (Heath & Perrin, 2008). Ao contrário do que acontece com outros pinípedes, não existem leões marinhos nas águas europeias (Barnett & Bexton, 2016). Estes animais apresentam marcado dimorfismo sexual, em que os machos atingem os 2,4 m de comprimento e 350 kg de peso vivo, enquanto as fêmeas têm no máximo 1,8 m de comprimento, com apenas 100 kg (Heath & Perrin, 2008). Suportam o peso em todos os membros e são capazes de se mover rápida e eficazmente em terra (Lavigne e Ronald, 1975; Haulena, 2007), sendo que no mar, quando caçam, fazem mergulhos pouco profundos, mas com muitas repetições (Feldkamp, DeLong & Antonelis, 1989) tanto de dia como durante a noite (Lavigne e Ronald, 1975). A sua alimentação é bastante variada, mas compreende principalmente o consumo de lula, anchova, pescada, cavala e polvo (Heath & Perrin, 2008; Wallach, 1972). Estes animais representam os pinípedes mais frequentemente mantidos em cativeiro (Colitz *et al.*, 2010) e, pelo fato de serem bastante inteligentes, aprendem com facilidade indicações em linguagem gestual (Schusterman and Krieger, 1986), bem como a discriminar objetos de diferentes formas (Schusterman e Thomas, 1966). Em cativeiro vivem, em média, entre os 13 e os 25 anos (Wallach, 1972).

Devido ao seu estilo de vida anfíbio, e à importância que a visão representa na vida dos pinípedes (Griebel & Piechl, 2003), estes dispõem de adaptações anatómicas e fisiológicas do sistema visual que lhes permite ver em dois meios diferentes (Hanke,

2009): na água, para localização e reconhecimento das presas e, possivelmente como orientação espacial pelas estrelas durante as migrações (Mauck, Glässer, Schlosser & Dehnhardt, 2008); e no ar, para o comportamento reprodutivo, manutenção das relações entre indivíduos e orientação (Supin, Popov & Mass, 2001). Assim sendo, destacam-se como características morfológicas, o facto de terem olhos relativamente grandes (Gulland, Haulena, & Dierauf, 2001; Scholtyssek, Kelber & Dehnhardt, 2007) quando comparados com o tamanho do corpo (Miller, Colitz & Dubielzig, 2010), e de forma quase totalmente esférica, o que permite que a maior parte da retina esteja equidistante ao centro do cristalino (Supin *et al.*, 2001; Mass & Supin, 2007), fazendo com que a probabilidade de deteção de fotões pelos fotorreceptores seja mais elevada (Scholtyssek *et al.*, 2007); uma pupila que pode atingir grandes dimensões, o que permite aumentar a sensibilidade visual (Hanke, 2009). O aplanamento circular central na superfície anterior da córnea (Miler *et al.*, 2010) funciona como uma janela emetrópica que mantém a refração praticamente constante dentro e fora de água (Supin *et al.*, 2001), tornando-o a principal estrutura responsável pela visão no ar (Kern & Colitz, 2013). Este aplanamento de forma redonda é mais vantajoso em relação à forma oval, uma vez que reduz a miopia do meio aéreo nos meridianos vertical e horizontal (Kern & Colitz, 2013). Em adição, segundo Supin *et al.* (2001), a espessura aumentada da córnea, contribui para a manutenção deste aplanamento. O estroma corneal apresenta cerca de 3 milímetros (mm) de espessura na zona periférica e 2 mm na zona central, com células progressivamente mais queratinizadas em direção à periferia, e endotélio e membrana de Descemet são muito finos (Miler *et al.*, 2010). A sua córnea é de forma redonda ou ligeiramente elíptica, o que pode estar relacionado com a posição frontal dos olhos na cabeça, de forma a reduzir ao máximo a resistência oferecida pela água uma vez que mergulham na vertical (Jamieson, 1971).

**Comentário [is2]:** No artigo apenas refere a espessura da córnea e que o endotélio e membrana de Descemet são muito atenuadas, e por vezes difíceis de encontrar nos cortes histológicos

A sua íris é habitualmente castanha, estando por vezes presentes laivos arroxeados com localização arbitrária (Miler *et al.*, 2010). Para além de bem vascularizada e muito musculada (Mass & Supin, 2007), a íris apresenta uma grande mobilidade e rapidez de adaptação (Scholtyssek *et al.*, 2007) que causa a variação da pupila desde forma circular quando totalmente dilatada, passando pela forma de lágrima em condições de pouca luz, até adquirir forma de *pinhole*, quando no máximo de contração (Miler *et al.*, 2010), protegendo a retina em condições de luz intensa (Miller, Colitz, Leger & Dubielzig, 2013). Esta capacidade considera-se uma característica adaptativa às grandes variações de luminosidade a que os leões marinhos estão expostos desde a superfície terrestre até às profundidades a que mergulham, uma vez que a água do

mar atenua a radiação solar (Levenson & Schusterman, 1997). Segundo Hanke, Dehnhardt, Schaeffel e Hanke (2005), a pupila desempenha três funções essenciais: evitar a saturação dos fotorreceptores em situações de luminosidade muito intensa; regular a quantidade de luz que entra no olho, uma vez que o seu tamanho depende da quantidade de luz ambiente; e contribuir para o aumento da acuidade visual quando coincide com o aplanamento do central da córnea. O músculo dilatador da pupila é bem desenvolvido (Mass & Supin, 2007) principalmente junto à base da íris, e estende-se posteriormente até à base de cada processo ciliar (Kern & Colitz, 2013). Também o esfíncter da pupila é bastante desenvolvido, sendo perpendicular ao músculo dilatador (Miler *et al.*, 2010). O ângulo iridocorneal é facilmente visualizável sem meio de ampliação (Miler *et al.*, 2010) e tem uma excelente drenagem (Kern & Colitz, 2013). A íris encontra-se ancorada à córnea através do ligamento pectinato (Hanke, 2009), que nestes animais é bastante espesso (Miler *et al.*, 2010).

O cristalino, além de ter grandes dimensões (Jamieson, 1970), é praticamente esférico (Schusterman, Kellogg & Rice, 1964) o que permite compensar a falta de poder refrativo da córnea dentro de água (Jamieson & Fisher, 1971), uma vez que tanto a água como o humor aquoso têm índices de refração semelhantes (West, Sivak, Murphy & Kovacs, 1991). Assim, é o principal responsável pela visão dentro de água (Kern & Colitz, 2013). Considera-se ainda, que o corpo ciliar bastante desenvolvido contribui para a grande capacidade móvel da íris (Hanke, 2009) e do cristalino caudalmente, reduzindo a miopia verificada no meio aéreo (West *et al.*, 1991). A alteração da forma do cristalino por contração dos músculos ciliares considera-se pouco provável (Supin *et al.*, 2001) uma vez que, para além de a cápsula da lente ser demasiado rígida para permitir grandes variações de forma, a acomodação faz-se, geralmente, tornando o cristalino mais esférico, o que aumentaria a miopia (West *et al.*, 1991; Miler *et al.*, 2010). Assim, tal como acontece com a maioria dos carnívoros, a contração dos músculos ciliares leva ao movimento anterior do cristalino para fixar objetos a pequena distância, acontecendo o processo inverso para objetos a grande distância (Ofri, 2013).

Considera-se que a visão cromática é a capacidade de responder a luzes com diferentes comprimentos de onda (Griebel & Piechl, 2003), e é vantajosa para a diferenciação de objetos em relação ao meio que os rodeia (Griebel e Schmid, 1992; Hanke *et al.*, 2008). Existem dois tipos de fotorreceptores na retina: os cones e os bastonetes (Ofri, 2013). Os primeiros são menos sensíveis a variações de luminosidade, sendo os principais responsáveis pela visão em situações de muita luz,

chamada visão fotópica (Griebel, König & Schmid, 2006), e podem ser sensíveis a comprimentos de onda curtos (S-cones) ou a comprimentos de onda médios/longos (M/L-cones) (Miler *et al.*, 2010). Os bastonetes, por sua vez, são bastante sensíveis a luminosidades baixas e a pequenas variações da mesma, chamada visão escotópica (Griebel & Piechl, 2003; Griebel *et al.*, 2006; Ofri, 2013). A visão mesópica, ou de luminosidade intermédia, é da responsabilidade de ambos os fotorreceptores (Peichl & Moutairou, 1998). Além disto, há três tipos de fotopigmentos: as opsinas dos bastonetes, as dos S-cones e as dos M/L-cones (Levenson *et al.*, 2005). Griebel e Piechl (2003), referem que é essencial a presença de, pelo menos, dois dos anteriores para que seja possível a visão cromática. A visão a cores depende dos cones, sendo que em humanos existem três tipos: os verdes, os vermelhos e os azuis (Ofri, 2013). Como na maioria dos mamíferos terrestres existem dois tipos de cones (Peichl, Behrmann & Kröger, 2001; Ofri, 2013), os predominantes M/L-cones (cerca de 90%), sensíveis ao verde ou ao vermelho, e os restantes S-cones, sensíveis ao azul (Peichl & Moutairou, 1998), pensava-se que o mesmo acontecia com os pinípedes (Peichl *et al.*, 2001). Por outro lado, os únicos animais que até então se sabia serem monocromáticos, eram noturnos, em que a visão a cores não seria necessária (Peichl *et al.*, 2001). No entanto, através de estudos imunocitoquímicos, moleculares e fisiológicos, descobriu-se que os pinípedes possuíam apenas os cones verdes, sendo monocromáticos (Griebel & Piechl, 2003). Nestes animais, os bastonetes representam cerca de 99% das células fotorreceptoras (Jamieson & Fisher 1971), sendo o restante 1% correspondente aos cones (Griebel & Piechl, 2003; Mass & Supin, 2007). Apesar de esta espécie apenas ter cones sensíveis a médios e longos comprimentos de onda, o gene codificante dos S-opsina está intato, o que sugere a presença de mutações deletérias que impedem a expressão desta proteína (Griebel & Piechl, 2003). Estes autores referem ainda que uma interação entre cones e bastonetes pode permitir alguma sensação de cor, mesmo em animais monocromáticos, especialmente em condições de luz mesópica (Peichl *et al.*, 2001), o que foi provado por Griebel *et al.* (2006) ao evidenciar que a curva de sensibilidade espectral da *Phoca vitulina* é representada por dois picos, um correspondente ao verde e outro ao azul. Isto sugere que para além dos M/L-cones, também os bastonetes contribuem para a visão a cores, não sendo, portanto, necessário mais que um tipo de cone para a distinção de cores (Griebel, *et al.*, 2006). Reitner, Sharpe e Zrenner (1991) concluíram que alguma visão a cores seria possível em animais que apenas possuíam cones azuis, nas intensidades luminosas em que tanto estas células como os bastonetes estão ativos simultaneamente. Esta característica, por ser comum às baleias, sugere que tenha

surgido por evolução a partir de um antecessor comum (Griebel & Piechl, 2003; Levenson *et al.*, 2006). Acontece que em águas costeiras a presença de matéria orgânica e inorgânica promove a absorção da luz azul, tornando os cones azuis inúteis e a sua ausência em mamíferos marinhos poderia, até, representar uma simplificação no processamento de informação (Griebel & Piechl, 2003). No entanto, segundo Peichl *et al.* (2001), os M/L-cones dos mamíferos marinhos têm uma sensibilidade que cobre a parte azul do espectro de luz, o que se pode considerar uma adaptação à vida marinha. Assim, os pinípedes possuem bastonetes e M/L-cones adaptados para a visão terrestre e a ausência de S-cones, adaptada à visão marinha (Levenson *et al.*, 2006). Além disso, estudos da ecologia visual em animais marinhos mostraram que o comprimento de onda de maior absorção dos pigmentos visuais destes animais se ajustava ao espectro da luz do seu ambiente natural (Fasick e Robinson, 2000).

A retina, sendo a estrutura responsável pela transformação de estímulos luminosos em estímulos nervosos, é constituída pelas seguintes camadas, da mais externa para a mais interna: epitélio pigmentado, camada de fotorreceptores, membrana limitante externa, camada nuclear externa, camada plexiforme externa, camada nuclear interna, camada plexiforme interna, camada de células ganglionares, camada fibrosa do nervo ótico e camada limitante interna (Ofri, 2013). Como diferença em relação aos mamíferos terrestres, destaca-se o fato de existirem células ganglionares de maiores dimensões, mas em menor densidade (Miller *et al.*, 2010). A topografia das células ganglionares, ou seja, a sua distribuição na retina é importante, no sentido em que fornece informações sobre a capacidade visual dos animais (Mass e Supin, 1992), uma vez que regiões com concentrações elevadas destas células são responsáveis por uma análise mais detalhada da imagem (Mass e Supin, 2007). Assim, Mass e Supin (2007) perceberam que, nos pinípedes, estas regiões se encontravam nos quadrantes temporais da retina, de forma circular e relativamente pequenas quando comparadas com as grandes dimensões da retina; todos estes achados coincidem com o esperado num animal com visão frontal. No entanto, segundo Hanke (2009), a avaliação da acuidade visual através destas células não é totalmente fiável na medida em que a classificação das células ganglionares ainda é subjetiva, podendo haver uma sobre ou sub-valorização na contagem, e em que a avaliação visual também depende de fatores comportamentais. Ofri (2013) refere que a camada nuclear externa é a mais espessa de todas as camadas, com dez a 12 células de espessura, diminuindo apenas ocasionalmente na periferia externa. A camada de fotorreceptores sendo principalmente constituída por bastonetes como células fotossensíveis (Levenson &

Schusterman, 1997), permite-lhes uma boa capacidade visual em condições de pouca luz, como as que se verificam dentro de água (Weiffen, Möller, Mauck & Dehnhardt, 2006). Segundo Jamieson e Fisher (1971), uma vez que o movimento é principalmente detetado pelas zonas periféricas da retina, quanto menor for a adaptação à visão aguda, melhor será a capacidade de ver movimento.

Esta espécie possui um tapetum lucidum muito desenvolvido (Jamieson & Fisher 1971; Mass & Supin, 2007, Miller *et al.*, 2010), sendo considerado por Walls (1942) dos mais espessos dentre todos os vertebrados, cobrindo quase na totalidade a câmara vítrea (Johnson 1901), excluindo apenas as zonas periféricas superior e inferior (Miller *et al.*, 2010). Esta estrutura é nutrida por vasos com origem na coróide (Jamieson & Fisher 1971).

Jamieson e Fisher (1971) referem ainda que a coróide é altamente vascularizada e pigmentada, não se observando nenhuma fóvea centralis (Landau & Dawson, 1970); e que a esclera é ligeiramente mais espessa na sua porção posterior, não sendo, no entanto, desproporcional às restantes estruturas do globo ocular. Posteriormente ao globo, há um plexo vascular bastante desenvolvido a envolver o nervo ótico, que provavelmente garante a manutenção da temperatura e da oxigenação das estruturas posteriores do globo (Kern & Colitz, 2013).

Estes animais não têm glândulas de meibómio, mas sim glândulas sebáceas que se abrem na margem livre das pálpebras (Kern & Colitz, 2013), sem ligação aos folículos pilosos (Davis *et al.*, 2013). Têm ainda uma glândula lacrimal de grandes dimensões por baixo da pálpebra superior (Kern & Colitz, 2013) e outra mais pequena na membrana nictitante (Davis *et al.*, 2013). A lágrima tem três componentes essenciais: a mucosa e a aquosa que fazem a lubrificação e a proteção da superfície corneana, enquanto a camada lipídica, sendo a mais externa, evita a evaporação das anteriores (Davis *et al.*, 2013). No entanto, nestes animais, esta última camada está ausente devido à inexistência de glândulas de meibómio (Colitz *et al.*, 2010), sendo assumido que o filme lacrimal dos mamíferos marinhos é mais hidrofílico, de forma a haver maior retenção de líquidos e maior hidratação da córnea (Davis *et al.*, 2013). Como não contêm sistema nasolacrimal, frequentemente têm a região lateral do olho húmida pela presença de lágrimas (Kern & Colitz, 2013).

Esta espécie apresenta ainda os olhos posicionados frontalmente com um campo de visão binocular bastante extenso (Griebel & Piechl, 2003). Acontece que quando um objeto no campo de visão se movimenta, o olhar acompanha-o lentamente (chamada fase lenta), apenas interrompido por movimentos rápidos no sentido contrário (fase rápida), chamados de nistagmos optocinético (Hanke, Hanke, Hoffmann & Dehnhardt, 2008). Esta característica permite que se forme uma imagem estável na retina, mesmo com movimentos dos olhos, cabeça ou corpo (Hanke *et al.*, 2008).

O principal problema da visão anfíbia prende-se com o facto de a córnea se tornar ineficaz dentro de água, apesar de ser a principal responsável pelo poder refrativo fora dela (Hanke *et al.*, 2009). Assim, estipulou-se que os pinípedes têm visão emetrópica, ou seja, com a focagem correta (Ofri, 2013) dentro de água, principalmente devido ao seu cristalino praticamente esférico; e miótica no ar (Hanke & Hanke, 2009). Isto porque devido ao seu estilo de vida em que caçam no mar, se considera que o sistema visual está melhor adaptado ao meio aquático que ao aéreo (Hanke, 2009). Para contornar esta situação, existem duas possíveis soluções adaptativas: o aplanamento da superfície anterior da córnea, e a grande amplitude de acomodação do cristalino pela ação dos músculos ciliares; sendo a primeira a principal verificada nesta espécie (Hanke, 2009). Além disso, percebeu-se que existia astigmatismo corneal no meio aéreo, devido ao aplanamento existente nesta espécie (Hanke *et al.*, 2006), mas que desaparece debaixo de água por causa da semelhança dos índices de refração da água e do humor aquoso (Jamieson, 1970). A visão é mais afetada negativamente por intensidades baixas de luz do que por intensas, uma vez que o astigmatismo corneano não seria anulado pela contração da pupila (Jamieson, 1970).

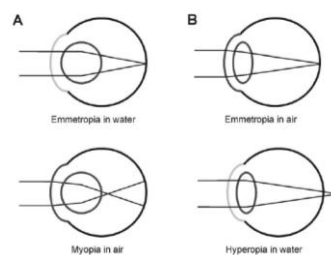


Figura 1 – Ilustração do problema da visão anfíbia. Adaptado de Hanke, 2009.

Como representado na figura 1, miopia ocorre quando o globo ocular é demasiado grande e a imagem se forma antes da retina, na cavidade vítrea. Astigmatismo, por

outro lado, é quando a imagem que se forma na retina não é um ponto, mas uma linha, por uma das superfícies refratoras ser parcialmente cilíndrica (Jamieson, 1970).

Hanke e Hanke (2009) definiram a acuidade visual como a distância mínima entre duas tiras, uma branca e uma preta, que um animal conseguia detetar corretamente em 75% das hipóteses a uma distância de 65 centímetros, e perceberam que era afetada pela luminosidade ambiente, reduzindo com a diminuição de luz; e pela forma da pupila (Hanke *et al.*, 2009), sendo muito mais evidente em terra do que na água (Schusterman, 1981). Em adição há a considerar que enquanto em meio aéreo, a acuidade visual é principalmente influenciada pela luminosidade, dentro de água é a turbidez, um dos fatores de maior importância (Hanke *et al.*, 2009). A visibilidade de um objeto debaixo de água depende não só do seu contraste próprio, ou seja, da diferença de brilho entre este e o ambiente circundante, mas também da atenuação, tanto da radiação que penetra na água (Fleischmann 1989), como a de que a luz refletida pelo objeto sofre até chegar ao observador. Esta atenuação é que é altamente dependente da turbidez da água, isto é, das partículas nela suspensas (Weiffen *et al.*, 2006). Weiffen (2006) demonstrou ainda que ligeiros aumentos na turbidez da água eram suficientes para diminuir a performance visual das focas comuns estudadas, o que lhe permitiu concluir que o sistema visual, apesar de altamente adaptado para condições de mergulho (Levenson & Schusterman, 1999), não poderia ser o único sentido utilizado pelos pinípedes para caça (Schusterman & Balliet, 1970) e orientação, sendo possivelmente complementado por estímulos acústicos (Levenson & Schusterman, 1999) e hidrodinâmicos, através das vibrissas (Scholtyssek *et al.*, 2007) que são altamente sensíveis aos movimentos da água (Levenson & Schusterman, 1999) e a sensações como forma, textura e tamanho (Supin *et al.*, 2001). Ainda assim, segundo Schusterman *et al.*, (1964), os leões marinhos têm a mesma capacidade de discriminação de objetos debaixo de água, em situações de luz mesópica que alguns animais terrestres. Além disso, descreve ainda a emissão de pulsos para ecolocação na procura de alimento (Schusterman *et al.*, 1964) e como comportamento social (Schusterman e Dawson, 1968).



## CATARATAS EM PINÍPEDES

A lente é constituída por uma cápsula situada externamente, dentro da qual se encontram o córtex e o núcleo (Ofri, 2013). A cápsula é uma estrutura transparente responsável pela manutenção da forma do cristalino, e na qual se inserem as fibras zonulares responsáveis pela manutenção do cristalino numa posição central no olho (Ofri, 2013). Aderente à cápsula anterior encontra-se um epitélio cubóide que se torna cada vez mais colunar e alongado à medida que se aproxima do equador, dando origem às novas fibras do cristalino (Ofri, 2013). Ao longo da vida, estas novas fibras vão sendo formadas à periferia, no equador, forçando as já existentes para o núcleo, tornando-as mais densas e menos transparentes que as mais recentes, levando à formação de esclerose nuclear (Ofri, 2013). Devido à elevada atividade mitótica a que estas células estão sujeitas, tornam-se mais suscetíveis a alterações tóxicas ou patológicas que podem resultar em cataratas equatoriais (Ofri, 2013). Em situações normais, o metabolismo do cristalino faz-se através da via anaeróbia em que a glucose é convertida em ácido láctico pela hexoquinase, e em muito pequenas quantidades, aerobicamente, pelo ciclo do ácido cítrico (Ofri, 2013). O cristalino é constituído em cerca de 35% por proteínas e 65% de água, sendo a quantidade de eletrólitos presentes escassa (Ofri, 2013). As proteínas podem ser classificadas em solúveis (cerca de 15%) e insolúveis (cerca de 85%), variando as suas proporções com a idade, espécie ou alterações na lente como cataratas (Ofri, 2013). Nestas situações, as proteínas quebram-se em polipéptidos e aminoácidos que passam pela cápsula para as câmaras anterior e posterior, podendo levar a uma uveíte induzida pelo cristalino (UIC) (Ofri, 2013).

Definiu-se que, sendo as cataratas uma opacidade do cristalino ou da sua cápsula (Gelatt & Plummer, 2017), ocorrem quando há alteração em alguma das seguintes funções: nutrição do cristalino, metabolismo energético, metabolismo proteico ou balanço osmótico (Ofri, 2013). Seguidamente, a quantidade de proteínas não solúveis aumenta, a atividade antioxidante diminui e a degradação proteolítica inicia-se, tudo isto culminando na rutura de fibras e morte celular (Ofri, 2013). Estas alterações podem ser uni ou bilaterais, e simétricas ou assimétricas (Esson, 2015), apesar de em pinípedes serem frequentemente bilaterais e simétricas (Schoon & Schoon, 1992). As cataratas podem ser classificadas segundo: idade de desenvolvimento; localização;

grau de maturação; e etiologia, sendo geralmente utilizadas várias classificações em simultâneo de forma a melhor caracterizar as cataratas (Gelatt & Wilkie, 2011).

Desta forma, em relação à idade de desenvolvimento é possível dividi-las em: congénitas, juvenis, adultas e senis (Gelatt & Wilkie, 2011). As cataratas congénitas, ou seja, presentes à nascença, podem tanto ser herdadas geneticamente, como surgir em consequência de uma infeção ou malformação ocular durante a gestação, e o seu tratamento cirúrgico deve ser considerado, uma vez que a ausência de estímulo luminoso devido à opacidade pode levar a atrasos funcionais e estruturais irreversíveis no desenvolvimento da retina e córtex visual (Ofri, 2013). Sugere-se uma predisposição genética para o desenvolvimento de cataratas em pinípedes pelo fato de se poder manifestar em animais jovens, descendentes de animais também afetados (Colitz *et al.*, 2010). No entanto, há autores que defendem que pode ser reflexo da elevada incidência de cataratas em animais em cativeiro, devido ao aumento do tempo médio de vida (Colitz *et al.*, 2010). As cataratas senis fazem parte de um processo de envelhecimento normal, evoluindo a partir da esclerose nuclear de forma muito lenta (Ofri, 2013), ou por acumulação da ação de vários agentes cataratogénicos (Schoon & Schoon, 1992). Uma vez que os leões marinhos podem atingir os 30 anos em cativeiro, a deteção de esclerose nuclear em animais com idades com 15 a 20 anos não é incomum (Colitz *et al.*, 2010).

Segundo a localização, pode-se classificar a catarata em: capsular anterior, cortical anterior, nuclear, cortical posterior, capsular posterior, equatorial e axial (Gelatt & Wilkie, 2011).

Considerando o grau de maturação, as cataratas dividem-se em: incipientes, imaturas, maduras e hiper maduras (Gelatt & Wilkie, 2011). As cataratas incipientes surgem como pequenas opacidades que não interferem com a visão do animal (Gelatt & Wilkie, 2011) e apenas afetam 10 a 15% do cristalino (Davidson & Nelms, 2013). As cataratas imaturas envolvem desde 15% do cristalino até à sua totalidade, com zonas menos densas por onde ainda é possível ver o reflexo tapetal (Davidson & Nelms, 2013). Aqui a visão dos animais está bastante afetada, principalmente em condições fotópicas em que há miose (Gelatt & Wilkie, 2011). No grau seguinte encontram-se as cataratas maduras em que todo o cristalino está opaco e a visão totalmente afetada, não sendo possível detetar reflexo tapetal, nem avaliar o fundo do olho por oftalmoscopia indireta, mesmo em midríase (Gelatt & Wilkie, 2011), estando frequentemente associado um aumento de espessura da lente (Davidson & Nelms, 2013). Nas cataratas

hipermaturas, devido à morte das fibras do cristalino e libertação de proteases, há uma redução do tamanho da lente, que adquire um aspeto enrugado e, por este motivo, em condições de midríase, pode ser possível observar o fundo do olho por oftalmoscopia indireta (Gelatt & Wilkie, 2011). Devido à diminuição do volume do cristalino, a câmara anterior pode adquirir maior profundidade (Davidson & Nelms, 2013). Frequentemente as cataratas hipermaturas são acompanhadas de UIC, que pode causar miose, hiperémia irídica, sinéquias, glaucoma, degenerescência vítrea e descolamento de retina (Gelatt & Wilkie, 2011).

Por fim, tendo em conta a etiologia, as cataratas podem-se classificar como: hereditárias, associadas a anomalias oculares, secundárias a degenerescência retiniana, secundárias a trauma, virais, pós-inflamatórias, metabólicas e tóxicas (Gelatt & Wilkie, 2011). De entre as doenças oculares, a mais frequente é a catarata induzida pela uveíte, uma vez que há alteração da constituição do humor aquoso, sendo este o responsável pelo metabolismo do cristalino (Ofri, 2013). A causa mais frequente de catarata traumática é um corpo estranho perfurante, onde ocorre a entrada de líquidos no cristalino causando a sua intumescência, proteólise e UIC (Ofri, 2013). Schoon & Schoon (1992) consideram o vírus da esgana das focas como uma possibilidade de causa do desenvolvimento de cataratas, uma vez que a esgana canina pode causar cataratas em cães. Nas causas metabólicas, pode destacar-se a nutrição como um possível fator adicional para o desenvolvimento de patologias do cristalino, pois por vezes, os leites de substituição dados aos animais recém-nascidos que foram separados das progenitoras não contêm a quantidade adequada de proteína no momento de desenvolvimento do cristalino, uma vez que o leite das fêmeas de pinípedes é composto por mais de 40% de gordura, cerca de 10 % de proteína e menos de 1% de lactose (Schoon & Schoon, 1992); e a diabetes que causa cataratas de desenvolvimento muito rápido, como consequência do aumento dos níveis de glucose no cristalino, ocorrendo a saturação da hexoquinase (Ofri, 2013). Assim, a glucose passa a ser metabolizada pela via da aldose redutase dando origem a sorbitol, frutose e dulcitol, que se acumulam no interior do cristalino (Ofri, 2013). Isto faz com que a sua osmolaridade aumente, levando à entrada de fluidos e formação de vacúolos até se formar uma catarata intumescente, que em situações extremas pode mesmo levar a rutura da cápsula com desenvolvimento de UIC grave (Ofri, 2013). A toxicidade pode dever-se quer à incidência de radiações aquando de radioterapia para tumores perto do olho, que alteram as células mitóticas do equador, ou à ação de fármacos como o quetoconazol (Ofri, 2013). Outras possibilidades são a ação tóxica

de substâncias libertadas pela degenerescência de retina (Ofri, 2013), ou a presença de substâncias químicas poluentes nas águas onde os animais habitam, como o mercúrio (Schoon & Schoon, 1992).

A presença de cataratas crônicas pode levar ao desenvolvimento de glaucoma (Kern & Colitz, 2013), sinéquias posteriores, prolapso e até rutura do globo (Dierauf & Gulland, 2001).

Segundo um estudo de Gerber, Roletto, Morgan, Smith & Gage (1993), onde investigaram as doenças em pinípedes que arrojaram, cerca de 0,5% dos *Zalophus californianus* encontrados tinham lesões oculares. As doenças oculares são das alterações mais frequentes em pinípedes em cativeiro (Gage, 2012; Bonn, 2015). As cataratas surgem tanto em pinípedes selvagens como em cativeiro, e são o segundo principal problema ocular em leões marinhos, a seguir a queratite (Kern & Colitz, 2013). Como principais fatores de risco ao desenvolvimento de cataratas em pinípedes, consideram-se os seguintes: excessiva exposição à radiação ultravioleta, história de lutas, doença ocular prévia e idade avançada (Colitz *et al.*, 2010). Assim, torna-se essencial criar acesso a sombra de forma a proteger das radiações ultravioleta, pois as estruturas oculares absorvem grande parte destas radiações (Young & Sands, 1998), nomeadamente a córnea, que absorve a maior parte dos raios UVB e a totalidade dos UVC (Colitz *et al.*, 2010); evitar conflitos que levem a lutas; e identificar e tratar precocemente possíveis lesões e doenças oculares, atrasando ou impedindo o desenvolvimento de alterações no cristalino (Colitz *et al.*, 2010). O fato de os animais atingirem idades mais avançadas em cativeiro, permite que haja desenvolvimento de alterações oxidativas que não têm reparação, constatação suportada pelo fato de todos os pinípedes com mais de 26 anos terem cataratas, segundo um estudo de Colitz *et al.* (2010). Em humanos, está documentado que a suplementação com vitaminas C e E, ajuda a prevenir o desenvolvimento de cataratas devido à idade, principalmente se em estágio inicial (Chiu & Taylor, 2007). Além dos fatores referidos acima, pode ainda considerar-se a condição nutricional em crias que tenham sido separadas da progenitora, e alimentadas com fórmulas sintéticas, pois ou perderam peso, ou não eram capazes de o ganhar (Kern & Colitz, 2013).

Apesar de se considerar que, teoricamente, os animais estão tão expostos à radiação ultravioleta na natureza como em cativeiro, também pela reflexão da radiação na

superfície da água (Miller *et al.*, 2013), sabe-se que os animais selvagens, quando não estão dentro de água, estão a dormir a maioria do tempo (Kern & Colitz, 2013), reduzindo a exposição à radiação ultravioleta (Gage, 2012) e o stress oxidativo causado pelo excesso de exposição solar (Chiu & Taylor, 2007). Por outro lado, a maioria das piscinas em que os animais são mantidos, são azuis, o que faz com que alguma da radiação UV seja refletida (Gage, 2012). Na natureza, os animais vivem num ambiente não refletor e de pouca intensidade luminosa (Gage, 2012; Bonn, 2015). Mais ainda, é essencial que se tenha cuidado no sentido de evitar que os animais tenham que olhar diretamente para o sol enquanto são alimentados ou treinados, já que alimento é sempre dado a partir de cima (Gage, 2012). Muitas vezes as instalações não são as mais apropriadas, não tendo sombra suficiente nem água em quantidade e qualidade adequadas, uma vez que em circuito fechado, está sempre sujeita à evaporação pelo calor e diluição pela chuva, fazendo variar a salinidade (Kern & Colitz, 2013). Segundo Kern e Colitz (2013), pinípedes que sofrem lesões traumáticas na córnea têm maior probabilidade de complicações como edema de córnea e úlceras em ambientes com salinidade inferior à da água do mar. Foi demonstrado que havia uma relação direta entre a permanência de focas comuns em água doce e o aumento em três vezes do risco de desenvolvimento de cataratas (Kern & Colitz, 2013), pelo que o ideal é mantê-los em piscinas de água salgada (Bonn, 2015). Em adição, apesar de o desejado ser a ausência de agentes patogénicos na água, a utilização excessiva de oxidantes para purificar a água, pode levar a lesões oculares oxidativas (Gage, 2012). Assim como, a existência de detritos na água pode causar lesões oculares (Gage, 2012). Por outro lado, apesar de ser normal haver conflitos entre machos no seu habitat natural, frequentemente se resumem a vocalizações (Schusterman e Dawson, 1968), até porque têm maior facilidade em se afastar de possíveis ameaças e confrontos físicos (Kern & Colitz, 2013). Em cativeiro, devido a instalações de pequenas dimensões ou má gestão social da população, há maior probabilidade de ocorrerem disputas, que muitas vezes levam a lesões oculares (Kern & Colitz, 2013).

## CIRURGIA DE CATARATAS EM PINÍPEDES

### **Considerações anestésicas**

A ação de um fármaco depende, primariamente, de dois fatores: das suas características intrínsecas, e da fisiologia do animal em questão (Hubbard, 1969). Por isso, a situação pré-cirúrgica do animal influencia a duração dos efeitos anestésicos, a profundidade anestésica e a sua recuperação, principalmente em pinípedes cuja condição corporal varia bastante sazonalmente (Haulena & Heath, 2001) por alteração da camada de gordura, uma vez que a massa muscular não sofre grandes variações (Lynch, Tahmindjis & Gardner, 1999). Assim, anestésicos lipossolúveis tendem a causar uma recuperação mais prolongada devido à sua libertação mais lenta a partir da gordura (Gales, 1989), que tem uma taxa metabólica mais baixa (Lynch & Bodley, 2007). Por outro lado, as doses devem ser calculadas tendo em conta a massa magra do animal, de forma a evitar sobredosagens de fármacos (Gales, 1989).

Como principal acesso a uma via intravenosa (IV), está descrita a utilização dos vasos metatarsais (Gales, 1989), da veia cava cranial (Hubbard, 1969), da veia jugular (Sweeney, 1974), da veia glútea caudal (Gage, 1984) e da veia epidural, a qual deve ser utilizada com precaução para evitar lesões na medula espinal (Haulena & Heath, 2001). Como outras possibilidades já descritas encontram-se as veias interdigitais, mas são de difícil cateterização (Haulena & Heath, 2001). Para acesso intramuscular (IM) utilizam-se os músculos glúteos ou lombares, onde a camada de gordura é menos espessa (Gales, 1989) e as massas musculares são maiores (Haulena, 2007). Comparando as vias IM e IV, é possível destacar que a última não só permite uma indução mais rápida, como um plano anestésico mais controlável, menor quantidade de fármaco necessária (Haulena & Heath, 2001) e períodos de recuperação mais curtos (Lynch *et al.*, 1999), apesar de a via IM ser de mais fácil acesso (Gulland, Haulena, Elliott, Thornton & Gage, 1999), mais segura para os manipuladores dos animais e menos conhecimentos anatómicos são necessários (Gales, 1989). A grande desvantagem da via IM é a possibilidade de administração na camada de gordura que é bastante espessa e pouco vascularizada, tornando a absorção do fármaco algo

imprevisível (Hammond & Elsner, 1974). No entanto, nem sempre é possível recorrer à via IV pela imobilização necessária do animal (Gales, 1989; Gulland *et al.*, 1999), apesar de, em animais em cativeiro ser possível treiná-los de forma a que permitam a realização de procedimentos básicos, como pesagem (Gales, 1989; Lynch *et al.*, 1999), palpação abdominal, visualização do interior da boca ou mesmo punção venosa (Bonn, 2015) e é, muitas vezes, o método mais prático e eficiente de realizar intervenções rápidas e simples (Haigh, 1978). Ainda assim, a contenção puramente física dos animais em detrimento da farmacológica tem desvantagens, como apenas permitir que se realizem procedimentos rápidos, pouca acessibilidade a algumas zonas do corpo, ausência de analgesia, aumento de stress do animal e risco de lesões para os manipuladores, pois são animais muito fortes e ágeis (Haulena, 2007). Outras desvantagens da via IV são a possibilidade de lesão tecidual pela administração perivascular dos fármacos ou pela ação traumática da agulha (Gales, 1989). Em animais selvagens pode usar-se uma técnica que envolve a colocação de um saco na cabeça do animal, de forma a que este se acalme e seja possível manuseá-lo em segurança (Stirling, 1966; Haulena, 2007). É essencial que as agulhas tenham o tamanho suficiente para permitir atravessar a camada de gordura e administrar rapidamente o fármaco, sendo, no entanto, o menos traumáticas possível (Gales, 1989), e que se tenha cuidado de, ao conter o animal, não se comprometer os movimentos respiratórios (Haulena, 2007).

Na preparação para cirurgia de cataratas é necessário garantir sedação, analgesia, midríase e posicionamento correto do globo ocular, sendo a dilatação pupilar máxima um fator essencial para o sucesso da cirurgia de cataratas (Gelatt, 2011). Desta forma, a utilização de midriáticos, associada à aplicação de anti-inflamatórios não esteroides (AINES), é uma forma de garantir a midríase, reduzindo também o risco de sinéquias posteriores (Gelatt, 2011). No entanto, em pinípedes, ao contrário do que acontece com a maioria dos mamíferos terrestres, os midriáticos tópicos não são eficazes na dilatação pupilar (Kern & Colitz, 2013). Isto pode dever-se à sua anatomia, em que possivelmente a túnica fibrosa é demasiado espessa para permitir a penetração do midriático (Kern & Colitz, 2013). Desta forma, é necessário recorrer à administração de epinefrina livre de conservantes diretamente na câmara anterior, dando relativamente bons resultados (Kern & Colitz, 2013). Aquando da cirurgia é necessário que o olho se encontre numa posição central que permita aceder à câmara anterior (Gelatt, 2011). Como a maioria dos anestésicos causa rotação ventromedial do globo ocular, é necessário recorrer a bloqueadores neuromusculares que causem o relaxamento dos

músculos extraoculares, fazendo com que o olho volte à sua posição normal (Gelatt, 2011). O atracurium é uma opção em que com uma dose de 0,5 mg/kg IV, se obtém um efeito com duração de ação entre 20 e 25 minutos em cães (Gelatt, 2011).

Como imobilização química dos animais os fármacos devem, idealmente, cumprir uma série de requisitos de segurança tais como: terem um índice terapêutico largo; terem uma duração de ação controlável, assim como permitir a administração de doses adicionais ou de antagonistas caso necessário; terem um efeito previsível; o tempo de indução ser curto; serem de potência elevada, permitindo administração de doses pequenas; não provocarem irritação muscular; deixarem um resíduo tecidual mínimo; terem custo baixo; estarem disponíveis facilmente; serem de baixa toxicidade para o homem; e permitirem junção com outros fármacos (Haigh, 1978). Assim sendo, os opióides atuam por depressão do sistema nervoso central, cardiovascular e respiratório, mesmo que em pequeno grau (Gales, 1989), e têm como vantagens serem reversíveis pelos seus antagonistas, provocar efeitos cardíacos e respiratórios mínimos se em doses baixas (Lynch *et al.*, 1999) e ser possível administrar doses adicionais se necessário (Haigh, 1978). No entanto, a administração de doses mais elevadas de opióides potentes, como a etorfina pode levar a depressão respiratória, apneia prolongada, hiperexcitabilidade e morte, sendo necessário utilizá-los com precaução (Gales, 1989; Lynch *et al.*, 1999; Lynch & Bodley, 2007). A quetamina tornou-se o agente mais utilizado em pinípedes para garantir imobilização dos animais com doses de 4 a 6 mg/kg IM ou plano anestésico cirúrgico com doses de 6 a 11 mg/kg (Gales, 1989), por se ter mostrado útil e segura, ao causar um ligeiro aumento da pressão arterial, uma indução anestésica rápida, efeito mínimo nos mecanismos de termorregulação, recuperação rápida, possibilidade de administração IM e IV (Gales, 1989). No entanto, é um mau relaxante muscular (Lynch *et al.*, 1999) e causadora de tremores violentos na recuperação (Gales, 1989), pelo que deve ser associada a agentes sedativos como  $\alpha_2$ -agonistas ou benzodiazepinas (Lynch *et al.*, 1999), que causem o relaxamento muscular necessário e redução os tremores (Gales, 1989). Dos  $\alpha_2$ -agonistas a xilazina foi utilizada nestes animais com bastante sucesso, apesar de também estar associada a casos de mortalidade, bradicardia e hipertermia em espécies de pinípedes que não o *Zalophus californianus* (Lynch *et al.*, 1999; Lynch & Bodley, 2007). Com a utilização de medetomidina já foram obtidos efeitos sedativos imprevisíveis e é necessário um grande volume de fármaco quando se utilizam fórmulas já comercializadas, levando a que o custo seja bastante elevado (Lynch & Bodley, 2007). No entanto, como principal vantagem, destaca-se o fato de serem



reversíveis pelo atipamezole (Haulena, 2007). Uma combinação IM já descrita em otarídeos é a de quetamina (2,5 mg/Kg) com medetomidina (140 µg/Kg) que se mostrou segura e eficaz, tendo os animais sido pré-medicados com atropina, apesar de a profundidade anestésica ter sido algo variável e o preço elevado (Haulena, 2007). Dentro das benzodiazepinas, o midazolam, por ser um melhor relaxante muscular, ter uma ação mais rápida (Lynch & Bodley, 2007) e previsível após administração IM que o diazepam, é uma opção mais segura e eficaz (Lynch *et al.*, 1999) em doses de 0,15 a 0,2 mg/Kg (Haulena & Heath, 2001; Haulena, 2007); e ambos podem ser revertidos por flumazenil (Haulena, 2007). No entanto, comparações entre as associações quetamina com xilazina e quetamina com diazepam mostraram eficácias equivalentes (Gales, 1989). Idealmente, faz-se a imobilização química com quetamina em associação com uma benzodiazepina, permitindo a intubação e a manutenção anestésica com um agente volátil (Gales, 1989). A combinação em partes iguais de tiletamina e zolazepam tem sido cada vez mais utilizada (Gales, 1989), sendo considerada por Bonn (2015) uma das melhores opções para pinípedes com pesos compreendidos entre 30 e 80 Kg, em doses de 0,8-1,0 mg/kg IM ou IV, com manutenção da anestesia com isoflurano. Já Haulena (2007) admite a utilização da dose 1,7 mg/kg IM 10 minutos após a atropina, e a associação com quetamina, reduzindo a mortalidade, quando comparado com administrações adicionais de tiletamina e zolazepam. Esta associação permite uma indução rápida e suave, assim como uma fácil manutenção anestésica, manutenção dos reflexos faríngeo e laríngeo (Lynch *et al.*, 1999) e administração de pequenos volumes, tornando-a económica (Haulena, 2007). No entanto, já foram reportadas duas mortes nesta espécie (Gales, 1989), recuperações prolongadas e pequena margem de segurança (Haulena, 2007). Destaca-se ainda a impossibilidade de fazer ajustes nas doses, uma vez que é comercializado nesta apresentação (Lynch *et al.*, 1999; Lynch & Bodley, 2007). Segundo Bonn (2015), a resposta a estes fármacos depende do estado de alerta dos animais e da presença de ansiedade antes da administração. Esta combinação pode ser parcialmente revertida pela ação de flumazenil (Haulena, 2007). Outra possível combinação destes fármacos é de medetomidina (40 µg/Kg) com zolazepam e tiletamina (1 mg/Kg) que tem como vantagem não necessitar de grandes volumes de administração nem ser de preço elevado, apesar de poder causar tremores, ataxia e desorientação na recuperação (Haulena, 2007). Por fim, a administração IM de medetomidina (10 a 13 µg/Kg), midazolam (0,2 a 0,26 mg/Kg) e butorfanol (0,2 a 0,4 mg/Kg) em leões marinhos revelou permitir uma neuroleptanalgesia suave e segura, além de totalmente reversível (Haulena, 2007). Segundo Haulena (2007), a melhor

combinação que permite imobilização em otarídeos compreende a administração IM da associação de 0,035 mg/kg de medetomidina, 0,1 mg/kg de midazolam e 0,15 mg/kg de butorfanol, seguida de indução e manutenção anestésica por agentes voláteis.

A indução anestésica apenas através de anestésicos voláteis é possível em crias e animais jovens (Gulland *et al.*, 1999), e consegue-se pela colocação do animal numa câmara fechada, ou pela utilização direta da máscara após imobilização física ou farmacológica (Gales, 1989; Haulena & Heath, 2001). Ainda assim, só seria de possível realização se se conseguisse uma correta contenção física do animal, se acesse ao equipamento necessário e espaço adequado, e houvesse pessoal qualificado e treinado para o efeito (Haulena & Heath, 2001). No entanto, em animais adultos, pela sua capacidade de apneia por relativamente longos períodos, torna-se pouco prático (Gales, 1989) e stressante para os animais (Gulland *et al.*, 1999), até porque a apneia pode surgir antes do relaxamento dos músculos mandibulares (Hammond & Elsner, 1974). Além disso, a própria colocação do tubo esofágico pode induzir apneia, reversível com a sua remoção (Lynch *et al.*, 1999). Em leões marinhos, a utilização de agentes voláteis parece permitir atingir uma profundidade anestésica com bastante rapidez, sendo portanto, um método eficaz e seguro por si só de anestesiar estes animais (Haulena & Heath, 2001). A intubação em pinípedes é essencial não só para manter uma boa oxigenação durante a anestesia e evitar aspiração secundária a regurgitação ou vômito (Haulena, 2007), como para permitir suporte ventilatório durante a apneia (Haulena & Heath, 2001). Devido à bifurcação traqueal antes da entrada torácica, é de extrema importância evitar intubação em apenas um dos brônquios (Haulena & Heath, 2001). A maior parte dos pinípedes tem menor suporte cartilágneo da traqueia, com anéis incompletos (Haulena & Heath, 2001; Haulena, 2007) permitindo o seu colapso durante o mergulho (Lynch *et al.*, 1999). Em todos os animais, a intubação deve ser feita com cuidado de forma a evitar lesões na laringe e na traqueia (Haulena & Heath, 2001). Como anestésicos voláteis já utilizados em pinípedes para manutenção anestésica, destacam-se o halotano (Haulena & Heath, 2001), que demonstrou causar depressão direta da contratilidade cardíaca e hipotermia nestes animais (Sinnott, Wahrenbrock & Kooyman, 1961), nomeadamente em jovens (Haulena & Heath, 2001); o sevoflurano (Haulena & Heath, 2001; Haulena, 2007) e o isoflurano (Haulena & Heath, 2001); tendo os dois últimos mostrado os melhores resultados (Haulena, 2007). De forma geral, a anestesia com agentes voláteis é a opção mais segura e fácil de fazer a manutenção anestésica,

devido à capacidade de controlar o nível de dose-efeito (Haulena, 2007), com poucas mortalidades a registrar, apesar de, devido à capacidade de apneia, o tempo de indução poder ser bastante prolongado (Gales, 1989).

A monitorização anestésica faz-se por observação dos movimentos torácicos para a frequência respiratória que deve estar compreendida entre 6 e 14 rpm (Wallach, 1972); e por palpação ou visualização do choque pré-cordial (Lynch *et al.*, 1999) para a frequência cardíaca, cujos valores normais são 120 bpm ou 55 bmp durante os mergulhos (Wallach, 1972), uma vez que a auscultação, apesar de ser possível, pode ser difícil devido à camada de gordura bastante espessa (Haulena & Heath, 2001). A perfusão periférica pode ser avaliada pela cor das mucosas e pelo TRC, e a temperatura pode ser medida no reto, ou no esófago ao nível do coração (Haulena & Heath, 2001), devendo encontrar-se entre os 36,5 °C e os 37,5° (Wallach, 1972). Devido à desenvolvida camada de gordura, a temperatura periférica não reflete a verdadeira temperatura corporal (Haulena, 2007). Uma vez que os agentes anestésicos podem interferir com a termorregulação, é possível que se verifique tanto hipotermia, quando em ambientes frios e com a utilização de vasodilatadores, por perda rápida de calor corporal para o ambiente (Sinnott *et al.*, 1961); como de hipertermia quando em ambientes quentes (Hammond & Elsner, 1974; Lynch *et al.*, 1999), uma vez que a temperatura corporal tende a aproximar-se da temperatura ambiente (Haulena & Heath, 2001). A hipertermia pode ser exacerbada pelo stress da captura, sendo portanto, necessário que se deixe que os animais repousem e estabilizem antes de serem anestesiados (Haulena & Heath, 2001). Pode adicionalmente realizar-se os procedimentos à sombra e molhar as extremidades do animal com água fria, assim como evitar as horas mais quentes do dia (Haulena & Heath, 2001). Pelo inverso, deve utilizar-se botijas de água quente, cobertores ou evitar as horas mais frias do dia, de forma a minimizar o desenvolvimento de hipotermia (Haulena & Heath, 2001). No entanto, segundo um estudo de Sinnott *et al.* (1961) com focas comuns, a hipertermia ocorria após anestésias com cerca de uma hora e meia de duração, desaconselhando o aquecimento de animais moderadamente hipotérmicos se esperadas anestésias prolongadas. Em adição, é possível utilizar pulsoxímetros na língua, capnógrafos, medidores da pressão arterial e sondas esofágicas de ECG para medição da frequência cardíaca e deteção de possíveis arritmias (Haulena & Heath, 2001). Outro parâmetro a ter em conta aquando da monitorização anestésica, é a dilatação pupilar, uma vez que midríase repentina pode ser indicativa de episódio hipóxico, pelo que se deve reduzir o anestésico inalatório; se

possível, reverter os agentes anestésicos sistêmicos e fornecer suporte ventilatório (Haulena & Heath, 2001). A administração de fluidos para manter a hidratação é possível através da veia epidural já referida (Haulena & Heath, 2001).

A apneia e a hipoventilação são bastante frequentes em pinípedes anestesiados, devido às suas capacidades de mergulho (Lynch *et al.*, 1999) e surgem pouco tempo após a administração dos anestésicos (Hammond & Elsner, 1974; Gulland *et al.*, 1999), pois estes animais cessam a respiração se inconscientes (Hubbard, 1969). Durante o mergulho, verifica-se bradicardia e redistribuição do fluxo sanguíneo essencialmente pelo coração e cérebro (Hammond & Elsner, 1974; Kooyman, Castellini & Davis, 1981), por serem os órgãos mais sensíveis à anóxia (Hubbard, 1969); venoconstrição que impede a chegada do ácido láctico produzido nos músculos esqueléticos ao coração; contração esplênica (Lynch *et al.*, 1999) e diminuição da temperatura corporal, causando uma redução da taxa metabólica (Boyd & Croxall, 1996). Assim, sinais de bradicardia podem indicar o início do reflexo de mergulho (Haulena, 2007). Todas estas adaptações possivelmente levam a que haja redução da absorção do anestésico, com diminuição da sua metabolização e prolongamento do tempo de recuperação (Gales, 1989). Desta forma, foi estabelecido o valor ADT (Aerobic Dive Time – Tempo de mergulho aeróbico), que representa o tempo máximo em que o animal pode sustentar a respiração sem que haja um aumento da concentração de ácido láctico durante ou depois do mergulho (Boyd & Croxall, 1996). Este valor depende da capacidade de armazenamento de oxigênio (determinada pelo volume sanguíneo e quantidade de hemoglobina e mioglobina), que nestes animais é grande se comparada com o tamanho corporal (Kooyman *et al.*, 1981); e da taxa de utilização de oxigênio durante o mergulho (Lynch *et al.*, 1999). No entanto, apesar de se acreditar que a apneia não excede o limite de ADT, já foram reportadas situações de morte por apneia prologada em focas (Haulena & Heath, 2001). Desta forma, a possibilidade de ventilação mecânica deve ser tida em conta, aquando da preparação da cirurgia, principalmente se for necessária uma anestesia longa (Haulena & Heath, 2001). No entanto, a ventilação mecânica em pinípedes pode ser mais difícil do que em animais terrestres com semelhante peso, uma vez que estes animais têm um tecido pulmonar mais elástico que permite maior compressão durante o mergulho, sem que se separe da parede torácica (Lynch *et al.*, 1999). A profundidade anestésica pode ser avaliada através da resposta a estímulos como som ou dor profunda, pela presença de reflexos palpebral e pupilar, e pelo grau de tonicidade da articulação mandibular (Haulena & Heath, 2001). Alguns autores defendem que a administração

IV ou IM na língua de doxapram pode estimular a respiração e diminuir a apneia (Gales, 1989; Haulena & Heath, 2001) em doses de 5 mg/kg (Haulena & Heath, 2001). De forma a evitar a bradicardia associada ao reflexo de mergulho, a salivagem excessiva e a demasiada acumulação de secreção no trato respiratório superior e gástrico de animais anestesiados (Gales, 1989; Haulena, 2007), utiliza-se rotineiramente a atropina nas doses de 0,02 mg/kg IM (Haulena, 2007), cerca de 10 minutos antes da administração do agente anestésico (Haulena & Heath, 2001; Lynch *et al.*, 1999). Apesar da sua eficácia, como os seus mecanismos de ação ainda não são totalmente conhecidos, há autores que não defendem a sua utilização (Haulena & Heath, 2001). Epinefrina IV ou intratraqueal também já foi utilizada em animais que apresentavam bradicardia grave ou paragem cardíaca, em doses de 0,05 a 0,5 mg/kg (Haulena & Heath, 2001). Apesar de a administração intracardíaca já ter sido tentada em casos de emergência, a restauração do traçado ECG normal não foi bem sucedida (Haulena & Heath, 2001). Pelo fato de a apneia ser bastante frequente na anestesia destes animais, é aconselhável ter meios de ressuscitação preparados aquando da cirurgia (Hammond & Elsner, 1974).

Alguns anestésicos têm efeitos diretos no globo ocular, nomeadamente na diminuição da pressão intraocular (PIO), por ação nos sistemas nervoso central, circulatório e respiratório, e por aumentar a drenagem de humor aquoso (Gelatt, 2011). Outro mecanismo pelo qual há diminuição da PIO pode ser pelo relaxamento dos músculos extraoculares, reduzindo a pressão feita por eles no globo (Gelatt, 2011). Em adição, com a ação dos anestésicos há diminuição da produção lacrimal e do reflexo palpebral, podendo levar a lesões corneanas, irritação conjuntival e secura da córnea (Gelatt, 2011). Por estes motivos, é essencial que se utilize lágrima artificial como proteção corneana (Gelatt, 2011). Através da manipulação ocular ou dos músculos palpebrais, administrações intraoculares ou tração cirúrgica de músculos extraoculares, é possível desencadear o reflexo oculocardíaco, que resulta em bradicardia e depressão respiratória (Gelatt, 2011), sendo a administração de atropina IV o tratamento standard para o bloqueio deste reflexo (Haulena & Heath, 2001).

### **Considerações cirúrgicas**

A cirurgia de cataratas em pinípedes pode compreender a facoemulsificação, e as extrações intra e extra-capsulares (Kern & Colitz, 2013). A facoemulsificação é feita através de capsuloréxis na cápsula anterior do cristalino, para se quebrar o seu conteúdo com ondas ultrassónicas de alta frequência (Ofri, 2013). Ao mesmo tempo, a

sonda faz irrigação e aspiração dos detritos que se vão soltando, evitando uma inflamação pós-operatória marcada (Ofri, 2013). Esta técnica além de ser feita através de incisões de pequenas dimensões, quer no limbo ou córnea límbica anterior, quer na cápsula, permite a remoção completa das fibras do cristalino, evitando complicações pós-cirúrgicas (Esson *et al.*, 2015) e desconforto do animal (Ofri, 2013). Esta técnica já foi realizada em focas com bom resultado, enquanto que a tentativa realizada num leão marinho não foi bem sucedida, possivelmente devido à instabilidade do cristalino e à elevada densidade do seu núcleo (Kern & Colitz, 2013).

A técnica intra-capsular caracteriza-se pela remoção do cristalino por inteiro (conteúdo e cápsula), através de uma incisão de cerca de 160° a 180° na região límbica, sendo uma opção cirúrgica em situações de luxação ou sub-luxação do cristalino (Gelatt & Wilkie, 2011). É uma técnica significativamente mais invasiva que a facoemulsificação e com uma taxa de sucesso menor devido a uma maior possibilidade de passagem de vítreo para a câmara anterior, descolamento de retina ou glaucoma (Gelatt & Wilkie, 2011). Para evitar tais complicações, deve fazer-se vitrectomia, que compreende a remoção do corpo vítreo (Ofri, 2013). Outras complicações possíveis de ocorrer durante esta cirurgia são hemorragia do corpo ciliar e acumulação de fibrina (Gelatt & Wilkie, 2011). Por todas estas razões, em pequenos animais foi substituída pela facoemulsificação e raramente é realizada (Gelatt & Wilkie, 2011).

Por fim, a extração extra-capsular compreende a remoção da cápsula anterior, córtex e núcleo, assim como de todos os detritos de cristalino, através de uma incisão de cerca de 160° a 180° no limbo (Ofri, 2013). A necessidade de recorrer às técnicas intra ou extra-capsular, pode dever-se quer a instabilidade do cristalino, quer à presença de um núcleo demasiado denso (Kern & Colitz, 2013), e devido às incisões de maiores dimensões, as complicações pós-cirúrgicas são mais prováveis e a recuperação mais difícil (Esson *et al.*, 2015).

Animais que não tenham luxação anterior do cristalino aquando da cirurgia têm melhores resultados visuais, uma vez que a córnea ainda não se encontra lesionada (Kern & Colitz, 2013). Após a cirurgia e recuperação da visão, a maioria das vezes, os animais recomeçam a demonstrar comportamentos típicos que tinham perdido, estão mais motivados para trabalhar e diminuem a sua agressividade (Kern & Colitz, 2013). A seguir à cirurgia, os animais devem ser vigiados durante várias horas, de forma a garantir a manutenção da temperatura correta e a proteção contra ataques de outros animais (Gales, 1989). A extubação só deve ser feita quando os animais estão totalmente acordados (Bonn, 2015).

## CASO PRÁTICO: “LENSECTOMIA EM *ZALOPHUS CALIFORNIANUS*, COMO TRATAMENTO DE CATARATA BILATERAL”

Sendo as cataratas uma alteração bastante frequente em pinípedes, nomeadamente em animais em cativeiro (Kern & Colitz, 2013), torna-se essencial solucionar este problema. Uma vez que a cegueira é uma condição altamente limitativa, a correção das cataratas permite não só uma melhor qualidade de vida, como uma melhor relação com os tratadores. Assim sendo, irá ser descrito o caso de um leão marinho que desenvolveu cataratas bilaterais e foi sujeito a cirurgia corretiva.

### Anamnese

Max, um leão marinho macho nascido a 11 de junho de 1993, com 151 Kg de peso e residente no Jardim Zoológico de Lisboa, foi submetido a cirurgia de catarata bilateral a 6 de janeiro de 2015.

### Exames oftalmológicos

A primeira avaliação oftalmológica deste animal foi feita no dia 6 de dezembro de 2010, onde se diagnosticou catarata bilateral nuclear incipiente. A 3 de junho do ano seguinte, foi feita nova avaliação onde, para além de cataratas imaturas bilaterais, se observaram opacidades esbranquiçadas/acinzentadas na região dorso-temporal e pigmentação temporal de ambas as córneas, como se pode observar na figura 2. A PIO estava a 29 mmHg OD e 20 mmHg OS. Desta forma, foi diagnosticada também queratite dos otarídeos em estágio 2 e uveíte induzida pelo cristalino. Foi aconselhada a realização de lensectomia e a aplicação de um colírio anti-inflamatório não esteroide BID OU e de tacrolimus 0,02% BID OU.



Comentário [ED3]: ?

Comentário [is4]: Anamnese

Exame oftalmológico

Cirurgia

Vários subcapítulos

Indução

Anestesia

Técnica

Recobro

Maneio pós-operatório

Follow up

Figura 2 – Avaliação de dia 3 de junho de 2011. Momento em que se diagnosticou queratite dos otarídeos e UIC bilaterais. Cortesia do Jardim Zoológico de Lisboa.

No fim de 2013 detetou-se edema de córnea ligeiro e catarata imatura OU demonstrado na figura 3, mas pelo fato de ainda ter um comportamento visual aceitável e de já ter a idade avançada de 21 anos, não foi considerado candidato a cirurgia.

**Comentário [ED5]: ?**

**Comentário [is6]:** Anamnese  
Exame oftalmológico  
Cirurgia  
Vários subcapítulos  
Indução  
Anestesia  
Técnica  
Recobro  
Maneio pós-operatório  
Follow up

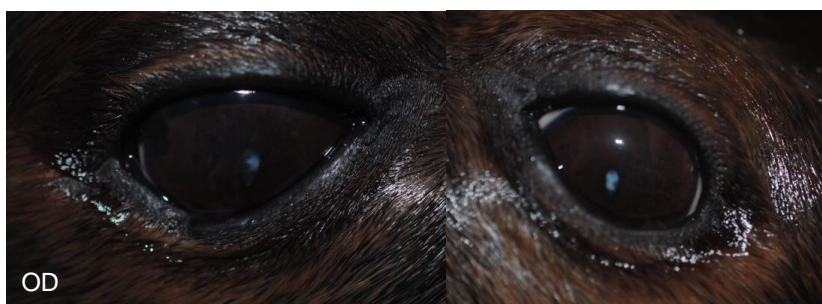


Figura 3 – Avaliação de dia 4 de dezembro de 2013. Cortesia da Dra. Cristina Seruca.

A 13 de janeiro de 2014 foi feita nova avaliação, onde já não se identificou o edema referido anteriormente, permanecendo apenas as cataratas imaturas OU (figura 4).



Figura 4 – Avaliação de dia 13 de janeiro de 2014. Cortesia do Jardim Zoológico de Lisboa.



Em novembro de 2014, confirmou-se evolução do grau de opacidade lenticular bilateral, sendo as cataratas classificadas como imaturas (Figura 5). Os tratadores comentaram que os sinais de perda de visão eram cada vez mais evidentes. Com base nos achados clínicos e comportamento visual, o doente foi considerado candidato a cirurgia.

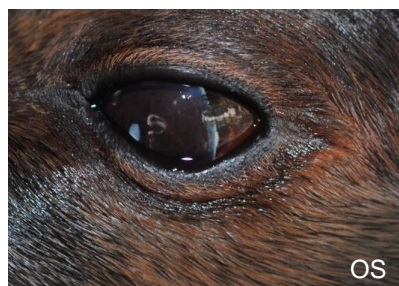


Figura 5 – Avaliação de dia 4 de novembro de 2014. Cortesia da Dra. Cristina Seruca.

A 30 de dezembro de 2014, após avaliação oftalmológica completa que não revelou alterações desde o seguimento anterior, foi iniciada medicação tópica pré-cirúrgica: acetato de prednisolona 1% BID OU, ofloxacina BID OU e triplo antibiótico: sulfato de polimixina B, sulfato de neomicina e gramicidina BID OU. Três dias antes da cirurgia, a 3 de janeiro de 2015, foi adicionado o cetorolac BID OU. No dia seguinte iniciou-se 75 mg de carprofeno BID PO. Na véspera da cirurgia, a 5 de janeiro, começou-se a enrofloxacina BID PO e fez-se uma última avaliação oftalmológica pré-cirúrgica, confirmando a necessidade de cirurgia, ilustrada na figura 6.

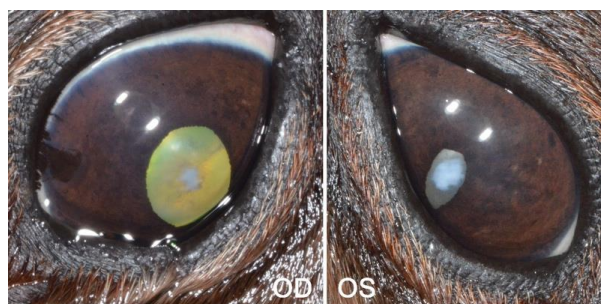


Figura 6 – Avaliação pré-cirúrgica dia 5 de janeiro. Presença de cataratas imaturas OU e queratite dos otarídeos em estágio 1. Cortesia do Jardim Zoológico de Lisboa.

## **Cirurgia**

A 6 de janeiro, foi realizada a cirurgia:

### **Indução**

A pré-medicação foi 0,2 mg/Kg de midazolam e 2 mg/Kg de meperidina. Foi ainda administrado 0,1 mg/Kg de atracurium, cefovexina sódica e carprofeno injetáveis. Após a pré-medicação, foi feita a intubação do animal, e manutenção anestésica com isoflurano. Por opção do médico anestesista foi utilizada a dobutamina em infusão contínua, nas concentrações de 0,2 µg/Kg/min, 1 µg/Kg/min, 0,4 µg/Kg/min, 2 µg/Kg/min e 0,6 µg/Kg/min, após o qual foi suspensa por ter terminado a cirurgia.

### **Técnica cirúrgica**

Após a preparação asséptica do globo ocular, saco conjuntival e região peri-ocular com povidona iodada diluída em NaCl numa proporção de 1:50, foram colocadas 2 suturas subconjuntivais de seda 5-0 às 2 e às 10 horas (na posição dos ponteiros do relógio) de forma a facilitar o correto posicionamento do globo ocular. Realizou-se a técnica extra-capsular: iniciou-se com uma incisão límbica anterior não penetrante de 160° com uma lâmina Beaver® #64 e uma incisão penetrante localizada às 12 horas na córnea com uma lâmina Beaver® #65. A incisão corneana de espessura completa foi realizada em duas secções, à direita e à esquerda a partir da incisão às 12 horas, com tesoura de córnea com curvatura à direita e à esquerda, respetivamente. Foi instilada epinefrina numa proporção de 1:1000 na câmara anterior para induzir dilatação pupilar. De seguida realizou-se uma capsulotomia anterior, seguida de capsulorexis anterior completada com tesoura Vannas e pinça Utrata. Realizou-se viscodisseção do córtex e núcleo do cristalino em relação à cápsula. Todo este material foi extraído por inteiro por técnica extra-capsular. Após irrigação e aspiração do segmento anterior, confirmou-se instabilidade marcada da cápsula do cristalino e realizou-se a sua remoção. O volume da câmara anterior foi restabelecido com solução salina balanceada e a incisão corneana foi encerrada com sutura contínua cruzada realizada nas duas secções com fio sintético reabsorvível Vicryl® 7-0.

**Comentário [C7]:** Pq é que tens aqui bibliografia? Nao tens que justificar o que foi feito e se o quisres fazer 9e na discussão, nao aqui.

Por fim, colocou-se um implante de ciclosporina subconjuntival, no quadrante dorso-lateral, 5 mm posterior ao limbo esclerocorneano. A incisão conjuntival foi encerrada com sutura cruzada descontínua com fio sintético reabsorvível Vicryl® 7-0. Todos estes procedimentos foram repetidos de igual modo e pela mesma ordem no lado esquerdo.

### Recobro

Assim que o animal recuperou da anestesia e começou a comer, foi também administrado maropitant. Foi ainda aconselhada muita sombra e manter o animal fora de água.

### Maneio pós-cirúrgico

Como medicação pós-cirúrgica foram administrados 750 mg de enrofloxacin BID PO, 100 mg de tramadol BID PO e 75 mg de carprofeno BID PO. Tópicamente foi aplicado acetato de prednisolona 1% QID OU, ofloxacina QID OU, triplo antibiótico QID OU, ceterolac BID OU.

No primeiro dia pós-cirúrgico verificou-se que o animal apresentava um comportamento visual normal. O exame oftalmológico demonstrou edema de córnea ligeiro a moderado peri-incisional sem outros sinais de inflamação intraocular, eixo visual transparente, pupila centrada e valores de pressão intraocular 13 mmHg OD e 15 mmHg OS.

**Comentário [CS8]:** Se o lacrimejo é normal não se inclui na descrição dos achados clínicos.

Dois dias após a cirurgia, o Max começou a dificultar a aplicação dos colírios, o que se relacionou com a possibilidade de estar a ver melhor. Pelo fato de continuar sem deixar aplicar os colírios, e devido à sua importância na recuperação cirúrgica, no dia 9 de janeiro foram administrados 15 mg de diazepam PO, antes do tratamento, para facilitar a manipulação. Devido aos bons resultados obtidos, a administração de diazepam foi repetida sempre que necessário. Pela impossibilidade de se medir a pressão intraocular, e face aos riscos associados a possível hipertensão ocular, iniciou-se também a administração tópica de dorzolamida e timolol TID OU.

**Comentário [C9]:** Tens que por a via e pos os mesmo detlhes em termos de informação de produto como tens p os colírios e outros farmacos

Quatro dias após a cirurgia voltou a ser avaliado, onde se notou uma franca melhoria na capacidade visual e sem outras alterações a registar no exame clínico (figura 7).



Figura 7 – Avaliação 4 dias pós-cirúrgico (10 de janeiro de 2015). Cortesia da Dra. Cristina Seruca.

Dois dias depois verificou-se que o Max mantinha os dois olhos abertos e confortáveis, sem outras alterações a registar no exame clínico (figura 8).



Figura 8 – Avaliação 6 dias pós-cirúrgico (12 de janeiro de 2015). Cortesia do Jardim Zoológico de Lisboa.

Dia 16 de janeiro fez-se nova avaliação (figura 9) onde foi possível observar edema de córnea difuso marcado do OD e ligeiro do OS. Devido à falta de colaboração do animal não foi possível realizar teste de fluoresceína. No entanto, não foi observada descontinuidade epitelial no exame com lâmpada de fenda.



Figura 9 – Avaliação 10 dias pós-cirúrgico (16 de janeiro de 2015). Cortesia do Jardim Zoológico de Lisboa.

Dia 20 de janeiro, 14º dia pós-cirúrgico, e após uma avaliação oftalmológica em que se detetou uma melhoria significativa do edema de ambos os olhos, fez-se as seguintes alterações na medicação tópica: acetato de prednisolona 1% BID OU, ofloxacina TID OU, triplo antibiótico TID OU, ceterolac TID OU e dorzolamida e timolol TID OU. Em relação à medicação oral manteve a enrofloxacina e o carprofeno, e descontinuou-se o tramadol. Dia 27 de janeiro terminou a enrofloxacina oral, continuando a restante medicação oral e tópica, estando a sua avaliação oftalmológica representada na figura 10.



Figura 10 – Avaliação 21 dias pós-cirúrgico (27 de janeiro de 2015). Observa-se edema de córnea difuso moderado no OD e ligeiro no OS. Cortesia do Jardim Zoológico de Lisboa.

A 31 de janeiro foi feito novo registo fotográfico, sem alterações oftalmológicas a acrescentar (figura 11).





Figura 11 - Avaliação 25 dias pós-cirúrgico (31 de janeiro de 2015). Cortesia do Jardim Zoológico de Lisboa.

A figura 12 corresponde à reavaliação de dia 10 de fevereiro, em que se observou edema de córnea moderado nos dois olhos, continuando por isso, a medicação tópica.

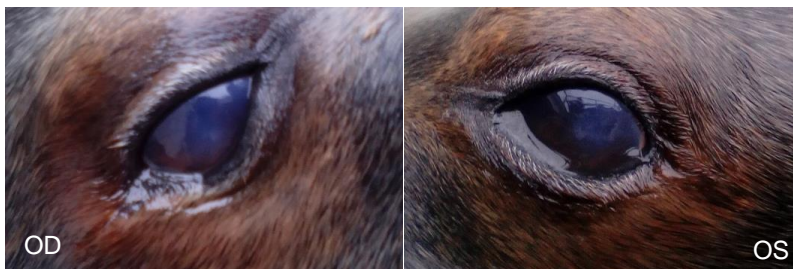


Figura 12 - Avaliação 35 dias pós-cirúrgico (10 de fevereiro de 2015). Cortesia do Jardim Zoológico de Lisboa.

### Seguimento

A 14 de fevereiro (figura 13a) foi feita nova avaliação oftalmológica, onde se observou edema corneano difuso moderado bilateral e áreas multifocais de opacidade corneana no OD. O teste de fluoresceína foi negativo OU (figura 13b).



Figura 13a - Avaliação 39 dias pós-cirúrgico (14 de fevereiro de 2015). Cortesia do Jardim Zoológico de Lisboa.

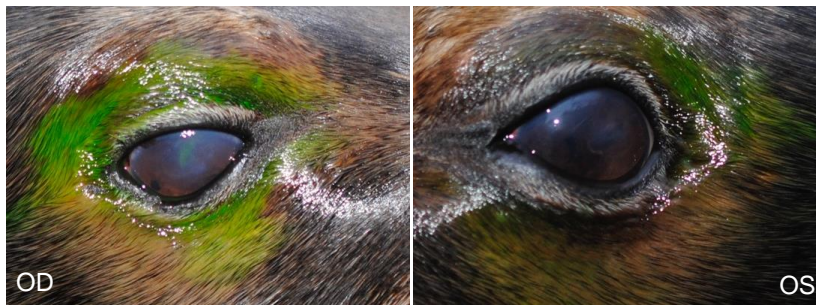


Figura 13b – Teste de Schirmer negativo na avaliação 39 dias pós-cirúrgico (14 de fevereiro de 2015). Cortesia do Jardim Zoológico de Lisboa.

A 26 de fevereiro, notou-se uma ligeira melhoria do edema de córnea bilateral, mantendo-se a medicação tópica. A 2 de março, praticamente 2 meses após a cirurgia, foi autorizado a aceder à água livremente. A 5 de março, após confirmar valores estáveis de pressão intraocular, descontinuou a dorzolamida e timolol. Dia 30 desse mês foi novamente examinado (figura 14) e apresentava apenas um edema corneano ligeiro a moderado difuso e migração temporária de pigmentação sobre o limbus no OD, estando o OE sem alterações a anotar.



Figura 14 – Avaliação 3 meses pós-cirúrgico (30 de março de 2015). Cortesia da Dra. Cristina Seruca.

A 9 de abril, pelo fato de se ter notado melhorias significativas durante a avaliação oftalmológica, a medicação foi ajustada para: acetato de prednisolona 1% BID OU e cetorolac BID OU. Parou o triplo antibiótico e a ofloxacina. Dia 28 de maio foi reavaliado (figura 15), mantendo-se as melhorias registadas.



Figura 15 – Avaliação 5 meses pós-cirúrgico (28 de maio de 2015). Cortesia do Jardim Zoológico de Lisboa.

Dia 21 de junho de 2015 houve novo exame oftalmológico que confirmou uma evidente melhoria na visão do Max, através do teste de seguimento de objetos. No OD verificou-se uma migração moderada de pigmento na direção dorso-lateral da córnea. No OS existia uma ligeira perda de espessura estroma para-axial lateral da córnea, já epitelizada, mas com ligeiro edema peri lesional e teste fluoresceína negativo. O eixo visual estava totalmente transparente (figura 16).





Figura 16 – Avaliação 6 meses pós-cirúrgico (21 de junho de 2015). Cortesia do Jardim Zoológico de Lisboa.

A 7 de outubro a aplicação tópica de acetato de prednisolona 1% e de ceterolac foram reduzidas a SID OU , terminando ambos a 27 de janeiro de 2016.

Dia 31 de janeiro é identificada a cicatriz de uma úlcera no OD, com teste de fluoresceína negativo.

Dia 28 de outubro, observou-se que no OS a córnea tinha aspeto irregular, mas era fluoresceína negativa. Assim, iniciou flurbiprofeno TID OS. A 20 de novembro, estava bastante melhor e descontinuou-se a medicação.

Dia 4 de janeiro de 2018 o OS mantinha ligeiro edema de córnea. Dia 17 de dezembro de 2018, foram tiradas novas fotografias onde se observou o eixo visual totalmente transparente OU (figura 17) e teste de fluoresceína negativo OU.

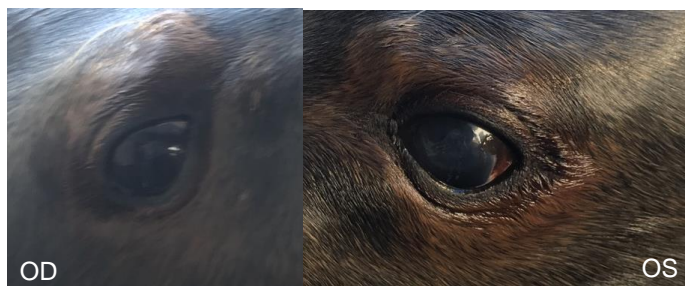


Figura 17 – Avaliação de dia 17 de dezembro de 2018.

## Discussão

No caso clínico apresentado foi utilizada a técnica extra-capsular como método corretivo de cataratas bilaterais num leão marinho, com resultados excelentes num follow up de 4 anos. A técnica extra-capsular foi a escolhida para este caso, pelo fato de a facoemulsificação, técnica com melhor taxa de sucesso em pequenos animais (Gelatt & Wilkie, 2011), não ter a capacidade de quebrar as fibras do núcleo do cristalino destes animais, por serem bastante mais densas (Kern & Colitz, 2013). Isto

faria com que, por um lado, o tempo de anestesia fosse aumentado, representando um maior risco anestésico para o animal (Haulena & Heath, 2001). Por outro, aumentaria a probabilidade de degenerescência endotelial da córnea devido ao trauma induzido pela facoemulsificação prolongada (Gelatt & Wilkie, 2011). É de referir ainda, que é bastante mais frequente haver instabilidade do cristalino com risco de luxação, se houver excesso de manipulação (Gelatt & Wilkie, 2011).

A realização de uma cirurgia neste tipo de animais requer uma grande organização logística, não só pelas grandes dimensões que podem atingir, como por causa do elevado risco anestésico (Haulena & Heath, 2001). Desta forma, é essencial que haja uma coordenação de toda a equipa, começando nos tratadores, passando pelos médicos e enfermeiros, terminando no médico cirurgião (Gulland, Haulena, & Dierauf, 2001). Por outro lado, como são animais marinhos, faz parte do seu comportamento natural alimentarem-se e estarem longos períodos de tempo dentro de água. No entanto, o seu acesso à água no pós-cirúrgico é interdito por uma duração que depende da sua recuperação, tornando-se um equilíbrio difícil de gerir (Gulland, Haulena, & Dierauf, 2001). Outros fatores que diferem dos animais domésticos, são a impossibilidade de colocar um colar isabelino que impeça auto-traumatismos e a incisão cirúrgica ser de maiores dimensões, predispondo para mais complicações pós-cirúrgicas (Esson *et al.*, 2015). Pelo fato dos animais em coleções zoológicas serem treinados, existe, em teoria, uma maior facilidade na sua contenção e administração de fármacos, reduzindo o desafio que o tratamento de pinípedes de grandes dimensões representa (Gulland, Haulena, & Dierauf, 2001).

**Comentário [C10]:** Ines isto é ilegível! Reformula isto.

Uma vez que se trata de animais selvagens ainda relativamente pouco estudados quando comparados com os animais domésticos, o leque de fármacos que se sabe serem seguros é bastante menos abrangente; o mesmo acontecendo com as técnicas cirúrgicas, que estão muito menos desenvolvidas (Gales, 1989). Um dos maiores obstáculos, será, possivelmente, o fato dos midriáticos tópicos não surtirem efeito nestes animais (Kern & Colitz, 2013). Apesar de ainda não se saber ao certo a causa, pensa-se que a túnica fibrosa possa impedir a penetração do midriático, tendo que ser administrados diretamente na câmara anterior, uma vez que a midriase é essencial para a realização da cirurgia (Kern & Colitz, 2013).

Devido à frequência com que os pinípedes desenvolvem apneia e hipoventilação quando anestesiados (Lynch *et al.*, 1999), torna-se essencial fornecer um fármaco de suporte cardiovascular que evite a bradicardia. Neste caso, o médico anestesista optou pela utilização de dobutamina, um simpaticomimético que provoca o aumento do

output cardíaco e previne a hipotensão (Mosley & Gunkel, 2007). No entanto, pelo fato de ter um tempo de semi-vida bastante curto, tem que ser administrada em infusão contínua ao longo do procedimento cirúrgico (Mosley & Gunkel, 2007).

Como protocolo pré-cirúrgico de cataratas, inclui-se a administração tópica de anti-inflamatórios esteroides e não esteroides, que têm efeito sinérgico na prevenção e tratamento da uveíte, assim como antibioterapia de largo espectro (Gelatt & Wilkie, 2011). Neste caso foi utilizado acetato de prednisolona como anti-inflamatório esteroide, que tem ação no processo inflamatório do segmento anterior do globo ocular (Infarmed, 2016); e ceterolac como anti-inflamatório não esteroide, indicado especificamente para controlo da inflamação resultante da cirurgia de cataratas (MedVet, 2016). Para a antibioterapia foi utilizada a ofloxacina, uma fluoroquinolona de 2ª geração com elevada atividade contra Gram negativos e moderada contra Gram positivos; a polimixina B e a neomicina que têm grande ação contra Gram negativos; e a gramicidina que tem principal ação contra Gram positivos (PubChem, 2004). No manejo pós-cirúrgico, é aconselhado manter a administração dos anti-inflamatórios e antibióticos já referidos. Uma vez que a cirurgia de catarata pode predispor para o desenvolvimento de glaucoma, a adição de dorzolamida e timolol pode ser benéfica, na medida em que estes fármacos têm ação sinérgica na redução da PIO (Infarmed, 2016), atuando por mecanismos diferentes: a primeira pertence aos inibidores da anidrase carbónica e o segundo é um  $\beta$ -bloqueador (Miller, 2013). Uma vez que não existem valores de referência para a PIO em pinípedes (Mass & Supin, 2007), evita-se por vezes fazer a medição da pressão intraocular de forma a reduzir a manipulação nestes animais, que apesar de se encontrarem em cativeiro, são animais selvagens com comportamentos potencialmente imprevisíveis (Gales, 1989).

As queratites e as lesões ulcerativas de córnea, a par com o desenvolvimento de cataratas, são bastante frequentes em pinípedes, tanto em cativeiro como em animais no seu meio selvagem, e podem causar uveíte que, por sua vez, propicia o desenvolvimento de catarata (Colitz *et al.*, 2010). Por outro lado, a presença de catarata pode causar UIC, o que pode agravar possíveis queratites presentes (Colitz *et al.*, 2010). A queratite dos otarídeos pode ser dividida em 3 estádios: o primeiro caracteriza-se por uma opacidade focal na região dorso-temporal da córnea, não sendo, por norma, ulcerativa. É possível o desenvolvimento de edema peri límbico e pigmentação dorso-temporal. Epífora e blefarospasmo podem surgir como sinais de dor no caso de ter ocorrido ulceração (Colitz *et al.*, 2010). No estágio 2 há agravamento dos sinais anteriores, com lesões que atingem entre 10 a 20% da superfície da córnea,

Comentário [ED11]: substituir

úlceras superficiais com flap de epitélio ainda presente, edema e pigmentação mais extensos (Colitz *et al.*, 2010). Frequentemente ocorrem infecções oportunistas por bactérias, leveduras ou fungos presentes na água, nas instalações ou na região periocular (Colitz *et al.*, 2010). Por fim, no estágio 3, 20 a 80% da córnea está afetada, surgindo úlceras e abscessos pelos agentes oportunistas, em que o epitélio se destaca com facilidade e o estroma se encontra diminuído de espessura (Colitz *et al.*, 2010). Como forma de tentar diminuir as lesões e evitar o seu agravamento, é aconselhado o uso de imunomoduladores, como a ciclosporina ou o tacrolimus, tal como foi feito no caso do Max (Colitz *et al.*, 2010). A presença de queratite pode ter potenciado o desenvolvimento do edema corneano pós-cirúrgico que se verificou neste caso.

Comentário [ED12]: discussão

### **Conclusão**

Devido à elevada frequência com que surgem cataratas em pinípedes e à importância que a visão tem para estes animais, é essencial que se previna e trate esta condição. Esta situação verifica-se principalmente em parques zoológicos, onde os animais atingem idades mais avançadas, e onde participam em espetáculos para o público. Desta forma, é importante que, antes de mais, se tomem medidas para prevenir o desenvolvimento de cataratas, como o fornecimento de sombra e a diminuição da exposição às radiações ultravioleta. E, se e quando estas medidas não forem suficientes, optar pela resolução cirúrgica, que pode ter efeitos muito positivos na qualidade de vida dos animais. Desta forma, a técnica extra-capsular demonstrou resultados excelentes, com recuperação da visão, num follow up de 4 anos, devendo ser considerada para casos semelhantes.

## BIBLIOGRAFIA

- Arnason, U., Gullberg, A., Janke, A., Kullberg, M., Lehman, N., Petrov, E. A. & Väinölä (2006). Pinniped phylogeny and a new hypothesis for their origin and dispersal. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 41, 345-354.
- Bonn, W. G. V. (2015). Pinnipedia. In R. E. Miller & M. E. Fowler, *Fowler's Zoo and Wild Animal Medicine: Volume 8*, (470-484). Missouri: Elsevier Saunders.
- Boyd, I. L. & Croxall, J. P. (1996). Dive durations in pinnipeds and seabirds. *Can. J. Zool*, 74, 1696-1705.
- Burns, J. J. (2008). Harbor Seal and Spotted Seal. In W. F. Perrin, B. Würzig & J. G. M. Thewissen, *Encyclopedia of Marine Mammals*. (2<sup>nd</sup> ed.). (pp. 533-542). USA: Elsevier Saunders.
- Chiu, C.-J., Taylor, A. (2007). Nutritional antioxidants and age-related cataract and maculopathy. *Experimental Eye Research*, 84, 229-245.
- Colitz, C. M. H., Saville, W. J. A., Renner, M. S., McBain, J. F., Reidarson, T. H., Schmitt, T. L., Nolan, E. C., Dugan, S. J., Knightly, F., Rodriguez, M. M., Mejia-Fava, J. C., Osborn, S. D., Clough, P. L., Collins, S. P., Osborn, B. A. & Terrell, K. (2010). Risk factors associated with cataracts and lens luxations in captive pinnipeds in the united states and Bahamas. *JAVMA*, 237 (4), 429-436.
- Colitz, C. M. H., Renner, M. S., Manire, C. A., Doescher, B., Schmitt, T. L., Osborn, S. D., Croft, L., Olds, J., Gehring E., Mergl J., Tuttle, A. D., Sutherland-Smith, M. & Rudnick, J. C. (2012). Characterization of progressive keratitis in ottarids. *Veterinary Ophthalmology*, 13, 47-53.
- Davidson, M. G. & Nelms, S. R. (2013). Diseases of the Lens and Cataract Formation. In K. N. Gelatt, B. C. Gilger & T. J. Kern, *Veterinary ophthalmology*, (5<sup>th</sup> ed.). (pp. 1750-1819). UK: John Wiley & Sons, Inc.
- Davis, R. K., Doane, M. G., Knop, E., Knop, N., Dubielzig, R. R., Colitz, C. M. H., Argüeso & Sullivan, D. A. (2013). Characterization of ocular gland morphology and tear composition of pinnipeds. *Veterinary Ophthalmology*, 16, 269-275.

- Esson, D. W., Nollens, H. H., Schmitt, T. L., Fritz, K. J., Simeone, C. A. & Stewart, B. S. (2015). Aphakic phacoemulsification and automated anterior vitrectomy, and postreturn monitoring of a rehabilitated harbor seal (*Phoca vitulina*) pup. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 46(3), 647-651.
- Esson, D. W. (Ed.). (2015). *Clinical atlas of canine and feline ophthalmic disease*. UK: John Wiley & Sons, Inc.
- Fasick, J. I. & Robinson, P. R. (2000). Spectral tuning mechanisms of marine mammal rhodopsins and correlations with foraging depth. *Visual Neuroscience*, 17, 781-788.
- Feldkamp, S. D., DeLong, R. L. & Antonelis, G. A. (1989). Diving patterns of california sea lions, *zalophus californianus*. *Can. J. Zoo*, 97, 872-883.
- Fleischmann, E. M. (1989). The measurement and penetration of ultraviolet radiation into tropical marine water. *Limnol Oceanogr*, 1623-1629.
- Gage, L. J. (1984). Restraint and anesthesia in pinnipeds. *Annual Proceedings of the American Association of Zoo Veterinarians*, 31.
- Gage, L. J. (2012). Ocular Disease and Suspected Causes in Captive Pinnipeds. In R. E. Miller & M. E. Fowler, *Fowler's Zoo and Wild Animal Medicine: Current Therapy Volume 7*, (pp. 490-494). Missouri: Elsevier Saunders.
- Gales, N. J. (1989). Chemical restraint and anesthesia of pinnipeds: a review. *Marine Mammal Science*, 5, 228-256.
- Gelatt, K. N. (2011). Anesthesia for ophthalmic surgery. In K. N. Gelatt & J. P. Gelatt, *Veterinary ophthalmic surgery*, (pp. 43-55). USA: Elsevier Saunders.
- Gelatt, K. N. & Wilkie, D. A. (2011). Surgical procedures of the lens and cataract. In K. N. Gelatt & J. P. Gelatt, *Veterinary Ophthalmic Surgery*, (pp. 309-359). USA: Elsevier Saunders.
- Gelatt, K. N. & Plummer, C. E. (2017). *Color atlas of veterinary ophthalmology*. (2<sup>nd</sup> ed.). UK: John Wiley & Sons, Inc.
- Gerber, J. A., Roletto, J., Morgan, L. E., Smith, D. M. & Gage, L. J. (1993). Findings in pinnipeds stranded along the central and northern california coast, 1984-1990. *Journal of Wildlife Diseases*, 29, 423-433.
- Griebel, U. & Schmid, A. (1992). Color vision in the california sea lion. *Vision Res.*, 32, 477-482.
- Griebel, U. & Peichl, L. (2003). Colour vision in aquatic mammals – facts and open questions. *Aqu Mamm*, 29(1), 18-30.
- Griebel, U., König, G. & Schmid, A. (2006). Spectral sensitivity in two species of pinnipeds (*Phoca vitulina* and *Otaria flavescens*). *Marine Mammal Science*, 22, 156-166.

- Gulland, F.M.D., Haulena, M., Elliott, S., Thornton, S., and Gage, L. (1999). Anesthesia of juvenile pacific harbor seals using propofol alone and in combination with isoflurane. *Marine Mammal Science*, 15, 234–238.
- Gulland, F. M. D., Haulena, M. & Dierauf, L. A. (2001). Seals and Sea Lions. In L. A. Dierauf & F. M. D. Gulland (2001). *CRC Handbook of marine mammal medicine*. (pp. 907-926): USA: CRC Press.
- Hammond, D. & and Elsner, R. (1977). Anesthesia in phocid seals. *J. Zoo Anim. Med.*, 8, 7–13.
- Hanke, F. D., Dehnhardt, G., Schaeffel, F. & Hanke, W. (2006). Corneal topography, refractive state, and accommodation in harbor seals (*Phoca vitulina*). *Vision Research*, 46, 837-847.
- Hanke, W., Römer, R., & Dehnhardt, G. (2006). Visual fields and eye movements in a harbor seal (*Phoca vitulina*). *Vision Research*, 46, 2804–2814.
- Hanke, F. D., Kröger, R. H. H., Siebert, U. & Dehnhardt, G. (2008). Multifocal lenses in a monochromat, the harbour seal. *J Exp Biol*, 211, 3315– 3322.
- Hanke, F. D., Hanke, W., Hoffmann, K. & Dehnhardt, G. (2008). Optokinetic nystagmus in harbor seals (*Phoca vitulina*). *Vision Research*, 304-315.
- Hanke, F. D. & Dehnhardt, G. (2009). Aerial visual acuity in harbor seals (*Phoca vitulina*) as a function of luminance. *J Comp Physiol A*, 195, 643-650.
- Hanke, F. D. (2009). Amphibious vision in harbor seals (*Phoca vitulina*). Ph.D. Thesis. Germany: Faculty of Biology and Biotechnology, Ruhr-University Bochum.
- Hanke, F. D., Hanke, W., Scholtyssek, C. & Dehnhardt, G. (2009). Basic mechanisms of pinniped vision. *Experimental Brain Research* 2009, 199(3–4), 299–311.
- Haulena, M. & Heath, R. B. (2001). Marine Mammal Anesthesia. In L. A. Dierauf & F. M. D. Gulland (2001). *CRC Handbook of marine mammal medicine*. (pp. 655-688): USA: CRC Press.
- Haulena, M. (2007). Otterid Seals. In G. West, D. Heard & N. Caulkett, *Zoo Animal and Wildlife Immobilization and Anesthesia*. (pp. 469-478): USA: Blackwell Publishing.
- Heath, C. B. & Perrin, W. F. (2008). California, Galapagos and Japonese Sea Lions. In W. F. Perrin, B. Würzig & J. G. M. Thewissen, *Encyclopedia of Marine Mammals*. (2<sup>nd</sup> ed.). (pp. 533-542). USA: Elsevier Saunders.
- Hubbard, R. C. (1969). Chemotherapy in captive marine mammals. *Bulletin of the Wildlife Diseases Association*, 5, 218-230.
- Infarmed (2016). *Infomed*. Acedido em Fev, 5, 2019, disponível em: <http://app7.infarmed.pt/infomed/pesquisa.php>
- Jamieson, G. S. (1970). The eye of the harbor seal, *Phoca vitulina*. Ph. D. Thesis. British Columbia: Department of Zoology. University of British Columbia.

- Jamieson, G. S. (1971). The functional significance of corneal distortion in marine mammals. *Canadian Journal of Zoology*, 49, 421-423.
- Jamieson, G. S. & Fisher, H. D. (1971). The retina of the harbour seal, *Phoca vitulina*. *Can J Zool*, 49, 19-23.
- Johnson, G. L. (Ed.). (1901). Contributions to the comparative anatomy of the mammalian eye, chiefly based on ophthalmoscopic examination. *Philos Trans R Soc Biol Charact*, 194, 1–82.
- Kern, T. J. & Colitz, C.M. H. (2013). Exotic animal ophthalmology. In K. N. Gelatt, B. C. Gilger & T. J. Kern, *Veterinary ophthalmology*, (5<sup>th</sup> ed.). (pp. 1750-1819). UK: John Wiley & Sons, Inc.
- Kooyman, G. L., Castellini, M. A. & Davis, R. W. (1981). Physiology of diving in marine mammals. *Ann. Rev. Physiol*, 43, 343-356.
- Lavigne, D. M. & Ronald, K. (1975). Pinniped visual pigments. *Comp. Biochem. Physiol*, 52B, 325-329.
- Landau, D. & Dawson, W. W. (1970). The histology of retinas from the pinnipedia. *Vision Research*, 10, 691-702.
- Levenson, D. H. & Schusterman, R. J. (1997). Pupillometry in seals and sea lions: ecological implications. *Can J Zool*, 75, 2050-2057.
- Levenson, D. H. & Schusterman, R. J. (1999). Dark adaptation and visual sensitivity in shallow and deep-diving pinnipeds. *Marine Mammal Science*, 15, 1303-1313.
- Levenson, D. H., Ponganis, P. J., Crognale, M. A., Deegan II, J. F., Dizon, A. & Jacobs, G. H. (2006). Visual pigments of marine carnivores: pinnipeds, polar bear, and sea otter. *J Comp Physiol A*, 192, 833-843.
- Lynch, M. J., Tahmindjis, M. A. & Gardner, H. (1999). Immobilisation of pinniped species. *Aust Vet J*, 77, 181-185.
- Lynch, M. & Bodley, K. (2007). Phocid Seals. In G. West, D. Heard & N. Caulkett, *Zoo Animal and Wildlife Immobilization and Anesthesia*. (pp. 459-468): USA: Blackwell Publishing.
- Mass, A. M. & Supin, A. Y. (1992). Peak density, size and regional distribution of ganglion cells in the retina of the fur seal *callorhinus ursinus*. *Brain Behav Evol*, 39, 69-76.
- Mass, A. M. & Supin, A. Y. (2007). Adaptive features of aquatic mammal's eye. *The Anatomical Record*, 290, 701-715.
- Mauck, B., Glässer, N., Schlosser, W. & Dehnhardt G. (2008). Harbour seals (*Phoca vitulina*) can steer by the stars. *Anim Cogn*, 11, 715-718.
- MedVet (DGAV). Resumo das características do medicamento veterinário – Adrocil – consultado em Fev. 5, 2019, disponível em: <http://medvet.dgav.pt/>



- Miller, P. E. (2013). The Glaucomas. In D. J. Maggs, P. E. Miller & R. Ofri, *Slatter's Fundamentals of Veterinary Ophthalmology*. (5th ed.). (pp. 286-304). Missouri: Elsevier Saunders
- Miller, S. N., Colitz, C. M. H. & Dubielzig, R. R. (2010). Anatomy of the california sea lion globe. *Veterinary ophthalmology*, 13, 63-71.
- Miller, S., Colitz, C. M. H., Leger, J. S. & Dubielzig, R. (2013). A retrospective survey of the ocular histopathology of the pinniped eye with emphasis on corneal disease. *Veterinary Ophthalmology*, 16, 119-129.
- Mosley, C. & Gunkel, C. (2007). Cardiovascular and Pulmonary Support. In G. West, D. Heard & N. Caulkett, *Zoo Animal and Wildlife Immobilization and Anesthesia*. (pp. 103-112): USA: Blackwell Publishing.
- Ofri, R. (2013). Lens. In D. J. Maggs, P. E. Miller & R. Ofri, *Slatter's Fundamentals of Veterinary Ophthalmology*. (5th ed.). (pp. 286-304). Missouri: Elsevier Saunders
- Peichl, L & Moutairou, K. (1998). Absence of short-wavelength sensitive cones in the retinae of seals (carnivora) and african giant rats (rodentia). *European Journal of Neuroscience*, 10, 2586-2594.
- Peichl, L., Behrmann, G. & Kröger, R. H. H. (2001). For whales and seals the ocean is not blue: a visual pigment loss in marine mammals. *European Journal of Neuroscience*, 13, 1520-1528.
- Reitner, A., Sharpe, L. T. & Zrenner, E. (1991). Is colour vision possible with only rods and blue-sensitive cones?. *Nature*, 352, 798-800.
- Scholtyssek, C., Kelber, A. & Dehnhardt, G. (2007). Brightness discrimination in the harbor seal (*Phoca vitulina*). *Vision Research*, 48, 96-103.
- Schoon, H. A. & Schoon, D. (1992). Lenticular lesions in harbous seals (*Phoca vitulina*). *J. Comp. Path.*, 107, 379-388.
- Schusterman, R. J., Kellogg, W. N. & Rice, C. E. (1964). Underwater visual discrimination by the california sea lion. *Science*, 147, 1594-1596.
- Schusterman, R. J. & Thomas, T. (1966). Shape discrimination and transfer in the california sea lion. *Psychon. Sci.*, 5, 21-22.
- Schusterman, R. J. & Dawson, R. G. (1968). Barking, dominance, and territoriality in male sea lions. *Science*, 160, 434-436.
- Schusterman, R. J. & Balliet, R. F. (1970). Visual acuity of the harbour seal and the Steller sea lion under water. *Nature*, 226, 563-564.
- Schusterman, R. J. (1981). Behavioral capabilities of seals and sea lions: a review of their hearing, visual, learning and diving skills. *The Psychological Record*, 31, 125-143.
- Schusterman, R. J. & Krieger, K. (1986). Artificial language comprehension and size transposition by a California sea lion (*Zalophus californianus*). *J. Comp. Physiol*, 100, 348-355.

- Sinnett, E. E., Wahrenbrock, E. A. & Kooyman, G. L. (1961). Cardiovascular depression and thermoregulatory disruption caused by pentothal/halothane anesthesia in the harbor seal, *Phoca vitulina*. *Journal of Wildlife Diseases*, 17, 121-129.
- Stirling, I. (1966). A technique for handling live seals. *Journal of mammology*, 47, 543-544.
- Supin, A. Y., Popov, V. V & Mass, A. M. (2001). *The sensory physiology of aquatic mammals*. (1<sup>st</sup> ed.). USA: Kluwer Academic Publishers.
- Sweeney, J. C. (1974). Procedures for clinical management of pinnipeds. *Journal of the American Veterinary Medicine Association*, 165, 811-814.
- U.S. National Institutes of Health. (2004). *PubChem*. Acedido em Jan. 30, 2019, disponível em: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/search/>
- Walls, G. L. (1942). *The vertebrate eye and its adaptive radiation*. New York, Hafner Press.
- Weiffen, M., Möller, B., Mauck, B. & Dehnhardt, G. (2006). Effect of water turbidity on the visual acuity of harbor seals (*Phoca vitulina*). *Vision Research*, 46, 1777–1783.
- West, J. A., Sivak, J. G., Murphy, C. J. & Kovacs, K. M. (1991). A comparative study of the anatomy of the iris and ciliary body in aquatic mammals. *Canadian Journal of Zoology* 2001, 69, 2594–2607.