

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
FACULDADE MEDICINA VETERINÁRIA - Campus de Araçatuba

JOÃO ANTONIO BROTONS JUNIOR

**DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPO DE LENTES DE CONTATO
TERAPÊUTICAS PARA CÃES, POR MEIO DE IMPRESSÃO 3D COM RESINA
BIOCOMPATÍVEL**

Araçatuba

2025

JOÃO ANTONIO BROTONS JUNIOR

**DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPO DE LENTES DE CONTATO
TERAPÊUTICAS PARA CÃES, POR MEIO DE IMPRESSÃO 3D COM RESINA
BIOCOMPATÍVEL**

Dissertação de Mestrado apresentada à
Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Medicina Veterinária de
Araçatuba, para obtenção do título de Mestre
em Ciência Animal.

Área de Concentração: Ciência Animal

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Lima de
Andrade

Araçatuba

2025

B874d	Brotos Junior, João Antonio Desenvolvimento de protótipo de lentes de contato terapêuticas para cães, por meio de impressão 3D com resina biocompatível / João Antonio Brotos Junior. -- Araçatuba, 2025 46 f. : fotos Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Medicina Veterinária, Araçatuba Orientador: Alexandre Lima de Andrade 1. Lente Contato 3D. 2. Bioimpressão 3D. 3. Oftalmologia Veterinária. I. Título.
-------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Dados fornecidos pelo autor(a).

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Dados fornecidos pelo autor(a).

ATA DA DEFESA EM SESSÃO FECHADA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE JOÃO ANTONIO BROTONS JUNIOR, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL, DA FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA - CÂMPUS DE ARAÇATUBA.

Aos 14 dias do mês de janeiro do ano de 2025, às 14h30min, totalmente por meios remotos, realizou-se a defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de JOÃO ANTONIO BROTONS JUNIOR intitulada **Desenvolvimento de protótipo de lentes de contato terapêuticas para cães, por meio de impressão 3D com resina biocompatível**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Prof. Titular ALEXANDRE LIMA DE ANDRADE (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Departamento de Clínica, Cirurgia e Reprodução Animal / Faculdade de Medicina Veterinária - Câmpus de Araçatuba/UNESP, Dra. MARIA GUADALUPE SERENO (Participação Virtual), Doutora em Medicina Veterinária, Área de Clínica Cirúrgica Animal pela Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - Câmpus de Botucatu/UNESP, Dr. FÁBIO LUIZ DA CUNHA BRITO (Participação Virtual), Doutor em Cirurgia Veterinária pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Câmpus de Jaboticabal/UNESP. Após a exposição pelo mestrando e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, o discente recebeu o conceito final APROVADO. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

Prof. Titular  ALEXANDRE LIMA DE ANDRADE

Dedico este trabalho em memória da minha
segunda mãe, minha avó Orasília, que sempre
nos trouxe força, luz e honestidade em tudo!

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais João Brotos e Marley por me darem totais condições de estudar, seguir uma carreira profissional e viver exclusivamente dela, sem o apoio deles, isso seria muito difícil. Sem estes anos todos de apoio jamais chegaria a esta fase profissional atual. Agradeço também o apoio incondicional em todos os momentos de minha esposa Inara, por também me ajudar em diversos momentos desta jornada, a me dar tranquilidade para seguir os caminhos deste projeto. Agradeço também a minha avó Orasília, que infelizmente nos deixou a poucos meses, com toda certeza ela é a maior responsável pela família que temos e pelos bons rumos que todos nós conseguimos até hoje, sua vida difícil e limitada, não a impediu de nos dar condições de seguir nossos sonhos pessoais e profissionais.

Ao professor Alexandre Lima de Andrade por aceitar me orientar, por todo seu trabalho, competência e conhecimento frente ao projeto, sempre auxiliando na busca da excelência. Agradeço muito esta oportunidade.

Agradeço também aos amigos e amigas que fiz durante esta etapa, que me auxiliaram nos momentos iniciais, com boas energias e sempre estendendo a mão para o que fosse preciso, um grande abraço fraterno ao Michel, Larissa Bonfim, Laís Tubone, Lais Cecato, Marcela Fioreti, Aline Pereira.

Não poderia deixar de mencionar a minha grande amiga Tatiane Osório, por todo seu apoio a anos, desde meu início na oftalmologia até hoje. Agradeço muito a confiança nas minhas condutas profissionais e pessoas, agradeço a sua família também por sempre me acolher, gratidão eterna sempre.

À UNESP Araçatuba por ter aberto as portas, onde realizei mais uma alegria profissional, aprendi muito durante todo esse tempo.

Um especial agradecimento ao Dr. Hernane Barud e Dr. Rodrigo, do laboratório de biopolímeros da Uniara, por terem nos cedido conhecimentos, tecnologia e novo horizontes neste trabalho.

Agradeço aos tutores que nos permitiram que seus animais participassem deste projeto.

“Uma vida sem desafios não vale a pena ser vivida”

Sócrates.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar viabilidade de confecção de lentes de contato terapêuticas experimentais utilizando uma resina semiflexível, por meio da impressão 3D para uso em oftalmologia veterinária. As lentes de contato foram preparadas a partir de uma resina semiflexível de uso comercial em odontologia (Resina Flex Cristal – 3DFILA), modeladas em 3D com medidas específicas utilizando software *Computer Aided Design* (CAD) e impressas em 3D pelo método *Digital Light Processing* (DLP). Após impressão as lentes foram devidamente tratadas para remoção de resíduos líquidos tóxicos gerais. Para avaliar a adaptabilidade das lentes sobre a superfície ocular de cães saudáveis, foram utilizados 16 cães, machos e fêmeas (Shih-tzu, Buldogue, Pug, Boxer). Previamente ao teste, os animais foram submetidos a exame clínico geral e oftalmológico. Após instilação de 1 gota de colírio anestésico a base de oxibuprocaina, as lentes foram posicionadas nos olhos unilateralmente. As lentes foram mantidas sobre a córnea durante 5 a 10 minutos e fotografadas. Foram avaliados: posicionamento, conforto e grau de transparência. Após remoção das lentes realizou-se o teste de fluoresceína e verificação com luz de cobalto, avaliando possíveis lesões ou ranhuras sobre a córnea. Ao final aplicou-se lubrificante a base de hialuronato de sódio 0,15%, que foi utilizada a cada 6 horas, durante 10 dias. As lentes desenvolvidas em resina semiflexível e impressas em 3D apresentaram um moderado grau de transparência, flexibilidade e fácil aplicação sobre os olhos durante o período de testes, com uso de colírio anestésico. Observou-se adaptabilidade das lentes sobre a córnea, sem deslocamento das mesmas sobre a superfície ocular, não gerando lesões em superfície ocular durante seu uso. Dessa forma a fabricação de lentes de contato em 3D com resina semiflexível para uso em oftalmologia veterinária, como um primeiro protótipo utilizando material biossintético, representa um avanço significativo na adaptação de tecnologias modernas para cuidados com a saúde ocular animal. Os resultados preliminares sugerem que esses protótipos são possíveis de serem fabricados. No entanto, admite-se que estudos adicionais sejam necessários para aperfeiçoar esses protótipos conceituais, de modo a permitir a sua utilização futura em oftalmologia veterinária e que possa beneficiar inúmeros animais.

Palavras-chave: lente contato 3D; bioimpressão 3D; oftalmologia veterinária.

ABSTRACT

The aim of this study was to assess the feasibility of making experimental therapeutic contact lenses using a semi-flexible resin, by means of 3D printing for use in veterinary ophthalmology. The contact lenses were prepared from a semi-flexible resin used commercially in dentistry (Flex Cristal Resin - 3DFILA), modeled in 3D with specific measurements using Computer Aided Design (CAD) software and 3D printed using the Digital Light Processing (DLP) method. After printing, the lenses were properly treated to remove general toxic liquid residues. To assess the adaptability of the lenses on the ocular surface of healthy dogs, 16 male and female dogs (Shihtzu, Bulldog, Pug, Boxer) were used. Before the test, the animals underwent a general clinical and ophthalmological examination. After instilling 1 drop of anesthetic eye drops based on oxybuprocaine, the lenses were placed in the eyes unilaterally. The lenses were kept on the cornea for 5 to 10 minutes and photographed. Positioning, comfort and degree of transparency were assessed. After removing the lenses, the fluorescein test was carried out and checked with a cobalt light, assessing possible lesions or grooves on the cornea. At the end, a lubricant based on 0.15% sodium hyaluronate was applied and used every 6 hours for 10 days. The lenses developed in semi-flexible resin and printed in 3D showed a moderate degree of transparency, flexibility and easy application on the eyes during the test period, using anesthetic eye drops. The lenses were adaptable to the cornea, with no displacement of the lenses on the ocular surface and no damage to the ocular surface during use. Thus, the manufacture of 3D contact lenses with semi-flexible resin for use in veterinary ophthalmology, as a first prototype using biosynthetic material, represents a significant advance in the adaptation of modern technologies for animal eye care. Preliminary results suggest that these prototypes are possible to manufacture. However, it is accepted that further studies are needed to perfect these conceptual prototypes, so that they can be used in veterinary ophthalmology in the future and benefit numerous animals.

Keywords: 3D contact lens; 3D bioprinting; veterinary ophthalmology.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	11
1.1	IMPRESSÃO 3D.....	12
1.2	IMPRESSÃO 3D PELO MÉTODO <i>DIGITAL LIGHT PROCESSING</i> (DLP) ..	14
2	CÁPITULO 1 – DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPO DE LENTES DE CONTATO TERAPÊUTICAS PARA CÃES, POR MEIO DE IMPRESSÃO 3D COM RESINA BIOCOMPATÍVEL*	15
2.1	RESUMO.....	16
2.2	INTRODUÇÃO.....	17
2.3	MATERIAIS E MÉTODOS	19
2.3.1	<i>Conceito de fabricação das lentes.....</i>	<i>19</i>
2.3.2	<i>Preparação do modelo cad 3d das lentes de contato</i>	<i>20</i>
2.3.3	<i>Fabricação das lentes de contato terapêuticas experimentais</i>	<i>22</i>
2.3.4	<i>Seleção dos animais e procedimentos clínicos para testagem das lentes</i>	<i>23</i>
2.4	RESULTADOS	24
2.5	DISCUSSÃO E CONCLUSÃO	25
2.6	CONFLITOS DE INTERESSE	28
2.7	REFERÊNCIAS	28
	REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL.....	32
	ANEXO A - NORMAS REVISTA <i>VETERINARY OPHTHALMOLOGY</i> .	35
	ANEXO B - ACEITE COMITÊ DE ÉTICA.....	46

1 INTRODUÇÃO GERAL

O conceito de aplicar uma lente à córnea como um dispositivo refrativo foi proposto pela primeira vez no início do século XIX. Em 1888, lentes esclerais de vidro para correção de defeitos ópticos e irregularidades foram fabricadas e usadas (Key, 2007). Novos materiais, especialmente lentes de hidrogel macias e lentes rígidas permeáveis a gás, tornaram-se disponíveis no século XX e permitiram que lentes de contato confortáveis fossem feitas em qualquer design necessário (Key, 2007). No século XXI, o uso crescente de lentes de hidrogel de silicone para atender à necessidade de oxigênio da córnea levou ao aumento do uso em todo mundo (Key, 2007).

As lentes macias são de longe a modalidade dominante usada, com lentes de hidrogel de silicone ocupando uma parcela cada vez maior de novos encaixes, principalmente para uso noturno (Key, 2007). Lentes de contato se tornaram uma modalidade importante e crescente para correção de erros de refração do olho desde que foram propostas pela primeira vez no século XIX (Key, 2007). Robert Heitz em várias publicações acadêmicas, colocou as obras e desenhos de mentes brilhantes de Leonardo da Vinci, René Descartes, Philip de la Hire e Thomas Young no contexto adequado. A tigela de Da Vinci e os tubos cheios de água de Descartes e Young colocados contra o olho para neutralização óptica e ampliação da imagem da retina foram engenhosos, mas não formato de lentes de contato. (Heitz, 1984).

Um verdadeiro visionário foi o astrônomo britânico Herschel, que publicou a idéia cobrir uma folha de vidro esférica sobre a córnea e injetou cola transparente entre o vidro e o olho, compensando a superfície irregular com o objetivo de corrigir astigmatismo, uma concepção próxima a uma lente de contato (Heitz, 1984). O desenvolvimento de oftalmômetros precisos a partir do trabalho de Helmholtz e Javal levou a um grande interesse no estudo da geometria da córnea e preparou o cenário para a fabricação real de lentes de contato (Heitz, 1984).

Por volta de 1888, trabalhando independentemente um ao outro, os doutores A.E. Fick de Zurique, Eugène Kalt de Paris e August Muller de Kiel inventaram a lente de contato (Heitz, 1984). As primeiras lentes eram esclerais de vidro, pesadas e grandes, mas permitiam uma troca limitada de lágrimas, sendo seu uso limitado (Key, 2007). Josef Dallos em Budapeste criou a técnica de fabricação de lentes corneoesclerais a partir de um molde de olho e foi o primeiro a usar fenestrações para melhorar o fluxo lacrimal. Outras melhorias foram possíveis após o desenvolvimento do polimetilmetacrilato (PMMA) em 1934 (Key, 2007).

Kevin Tuohy, usando esse material mais leve, foi o primeiro a projetar uma lente de contato corneana em 1948. Essas lentes, no entanto, eram de um formato pouco curvelíneo, com significativo afastamento das bordas e desconforto. A invenção e a introdução de lentes gelatinosas de hidrogel, revolucionou o ajuste e o uso das lentes de contato (Heitz, 1984).

Em 1961, Witchterle patenteou o método de fundição por centrifugação para a produção de lentes de contato hidrogel. Em 1965 as patentes de Witchterle foram compradas pela National Patent Development Corporation nos Estados Unidos e, posteriormente, pela Bausch & Lomb. Em 1970, a Bauch & Lomb estava produzindo um grande número dessas lentes e a introdução da série N em 1972 foi o início da grande popularidade das lentes gelatinosas (Key, 2007).

Em 1971, Norman Gaylord desenvolveu uma lente de metacrilato de silicone, que tinha melhor estabilidade e permeabilidade ao oxigênio. Mais tarde, outros polímeros, como o fluorossilicone, foram adicionados para fazer lentes com permeabilidade ao oxigênio muito maiores, que poderiam ser fabricadas para corrigir uma ampla gama de erros de refração e irregularidades da córnea (Jones, 2002).

1.1 Impressão 3D

A impressão 3D foi inventada há trinta anos. No entanto, sua aplicação na área da saúde tornou-se proeminente apenas nos últimos anos para fornecer soluções para administração de medicamentos e desafios clínicos e está em constante evolução (Greymi et al., 2022). A primeira impressora 3D foi inventada na década de 1980 por Charles W. Hull usando a técnica de estereolitografia (SLA). A impressão 3D foi então descrita como um processo de sobreposição de materiais para criar certos objetos, portanto, ela também faz parte das tecnologias de manufatura aditiva (MA) (Schubert et al., 2014).

As aplicações potenciais da impressão 3D podem mudar significativamente as perspectivas atuais e futuras do tratamento de pacientes com vários distúrbios oculares (Greymi et al., 2022). A tecnologia de manufatura aditiva pode oferecer uma melhor correspondência anatômica, pois possui a capacidade de personalizar um formato de acordo com as necessidades de cada paciente e criar um produto com características físicas refinadas preferidas pelo usuário (Fan et al., 2020). Elas também nos permitem escolher materiais biocompatíveis e alterar facilmente as técnicas de impressão para atender aos vários requisitos médicos (Greymi et al., 2022).

As lentes de contato geralmente são fabricadas por meio de processos de fundição por rotação, moldagem e usinagem em torno (Morril, 1998; Efron, 2017; Mitrovic, 2018; Mutlu, 2019). São processos limitados até certo ponto em termos de materiais necessários, do grau de liberdade de design e das geometrias complexas. Para a fabricação de lentes de contato personalizadas, funcionais e inteligentes, as técnicas de manufatura aditiva (MA) podem ser superiores (Fahad, 2021).

O processo de fabricação de lentes de contato ainda é desafiador, com muitas etapas envolvidas e flexibilidade limitada para o formato, porém, a impressão 3D pode ser utilizada para produzir muitos tipos diferentes de lentes de contato, incluindo lentes de contato inteligentes para detectar e controlar doenças oculares (Greymi, et al., 2022).

As lentes de contato impressas em 3D são pouco exploradas em estudos disponíveis na literatura (Kong, 2014; Zhao, 2019; Fahad, 2021). Várias técnicas de impressão 3D são utilizadas para a fabricação de dispositivos ópticos (Zhou, 2016), como a sinterização seletiva a laser (SLS) (Roy, 2019), a modelagem de deposição fundida (FDM) (Wang, 2018; Liu, 2019), a impressão estereoscópica de fotocura e aparelho de estereolitografia (SLA) (Vaidya, 2018) e a *Digital Light Processing* (DLP) (Vallejo, 2019). As técnicas de impressão 3D baseadas em fotopolimerização (SLA e DLP) são geralmente preferíveis na fabricação de dispositivos ópticos, devido à alta resolução da impressão e à espessura mínima das camadas imprimíveis (Fahad, 2021).

Cada técnica de impressão 3D tem suas próprias vantagens sobre as outras técnicas para atender aos requisitos para desenvolvimento de dispositivos oculares. Um exemplo é a técnica *Digital Light Processing* (DLP), que é preferida para impressão de lentes de contato com nano padrões (Alam et al., 2021).

Com o advento das lentes de contato gelatinosas de hidrogel, a evolução das lentes de contato progrediu enquanto os fabricantes buscavam materiais biocompatíveis que fossem permeáveis ao oxigênio e tivessem propriedades mecânicas robustas (Shah, 2003; Fahad, 2021).

Com os biomateriais certos e parâmetros de impressão apropriados selecionados, a bioimpressão 3D pode gerar um modelo biocompatível e personalizável para atender aos requisitos individuais de cada paciente. Portanto, o desenvolvimento de um dispositivo ocular em 3D requer considerações cuidadosas ao escolher os materiais biocompatíveis e as técnicas de impressão (Greymi et al., 2022).

A impressão 3D no campo oftálmico ainda não é totalmente compreendida e desenvolvida, mas seu potencial para fornecer soluções revolucionárias para várias doenças oculares é indiscutível (Greymi et al., 2022).

1.2 Impressão 3D pelo método *Digital Light Processing* (DLP)

O processamento de luz digital (método DLP) consiste na fotopolimerização mediante luz UV projetada em padrões 2D, de um fotopolímero líquido presente numa cuba, colocado dentro de uma impressora. A luz UV faz com que o fotopolímero líquido faça reticulação (polimerize) e se converta em um sólido (Xue, 2019). Esta ação é repetida camada por camada projetando diferentes padrões de luz UV no banho de resina fotopolimerizável, juntamente com um movimento ascendente passo a passo da placa de construção, para finalmente produzir o objeto 3D necessário (Chartrain, 2018; Xue, 2019).

O processo DLP é de grande interesse devido à sua alta resolução e capacidade de imprimir hidrogéis que são úteis em aplicações biomédicas (Li, 2019; Xue, 2019). Além disso, o método DLP é o processo de impressão mais adequado para impressão de componentes ópticos, pois proporciona acabamento de superfície suave e baixas perdas por dispersão nas amostras impressas (Vallejo, 2019; Yuan, 2019; Luo, 2020; Alam, 2022; Alam et al., 2022). A ligação forte e suave entre as várias camadas impressas na impressão DLP, também evita perdas significativas de transmissão óptica nas interfaces entre as camadas (Hisham, 2023), condição muito importante para lentes de contato cosméticas.

2 CAPÍTULO 1 – DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPO DE LENTES DE CONTATO TERAPÊUTICAS PARA CÃES, POR MEIO DE IMPRESSÃO 3D COM RESINA BIOCOMPATÍVEL*

João A. Brotos Junior^{1*}; Arthur S.²; Rodrigo A. Rezende³; Hernane S. Barud⁴;
Alexandre L. de Andrade⁵

¹Discente de pós-graduação, Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Faculdade de Medicina Veterinária, Campus de Araçatuba,

²Discente do Programa Pós-graduação em Biotecnologia, Universidade de Araraquara, Uniara, São Paulo, Brasil

³Coordernador do Núcleo de Tecnologias Tridimensionais (Nut3D) – Universidade de Araraquara, Uniara, São Paulo, Brasil

⁴Coodernador do Laboratório de Biopolímeros e Biomaterais (Biopolmat) – Universidade de Araraquara, Uniara, São Paulo, Brasil

⁵Professor Titular do Departamento de Clínica, Cirurgia e Reprodução Animal da Faculdade de Medicina Veterinária - Campus de Araçatuba, Unesp, São Paulo, Brasil

Rua Joaquim Antonio Escabim 1674, Jd. Morini 2, CEP 15503216, Votuporanga, São Paulo; brotos.junior@unesp.br; (55) (17) 99633-4123

* Citações e referências conforme as normas da revista Veterinary Ophtalmology (ANEXO A).

2.1 RESUMO

Objetivo: Avaliar viabilidade de confecção de lentes de contato terapêutica utilizando uma resina semiflexível comercial de uso odontológico, por meio da impressão 3D para uso em oftalmologia veterinária.

Material e Métodos: As lentes de contato foram preparadas a partir de uma resina semiflexível comercial, utilizadas em odontologia humana, modeladas em 3D com medidas específicas utilizando software *Computer Aided Design* (CAD) e impressas em 3D pelo método *Digital Light Processing* (DLP). Após impressão as lentes foram devidamente tratadas para remoção de resíduos líquidos tóxicos em geral. Para avaliar a adaptabilidade das lentes sobre a superfície ocular de cães, foram utilizados 16 cães, machos e fêmeas (Shihtzu, Pug e Buldogue). Previamente ao teste, os animais foram submetidos a exame clínico geral e oftalmológico completo. Após instilação de 1 gota de colírio anestésico a base oxibuprocaina, as lentes foram posicionadas nos olhos unilateralmente, mantidas sobre a córnea durante 5 a 10 minutos, sendo fotografadas. Foram avaliados: posicionamento, conforto e grau de transparência. As lentes foram removidas e realizou-se o teste de fluoresceína para verificação de possíveis lesões ou ranhuras sob a córnea. A seguir, aplicou-se lubrificante a base de hialuronato de sódio 0,15%, que foi utilizada a cada 6 horas, durante 10 dias.

Resultados: As lentes desenvolvidas em resina semiflexível comercial e impressas em 3D apresentaram um moderado grau de transparência, flexibilidade e fácil aplicação sobre os olhos. Todos os animais suportaram a presença das lentes durante 10 minutos sob anestesia tópica. Observou-se adaptabilidade das lentes sobre a córnea, sem deslocamento das mesmas em superfície ocular, não gerando lesões ou ranhuras durante o seu uso em teste.

Conclusões: A fabricação de lentes de contato em 3D com resina semiflexível para uso em oftalmologia veterinária, como um primeiro protótipo utilizando material biossintético, representa um avanço significativo na adaptação de tecnologias modernas para cuidados com a saúde ocular animal. Os resultados sugerem que esses protótipos são possíveis de serem confeccionados, com dimensões ajustadas para cães, principalmente os braquicefálicos, através de resina comercial, já usada em dispositivos odontológicos e impressas por 3D, utilizando impressora desktop. Porém necessitam de mais estudos para desenvolvimento e avanço de

Palavras-chaves: lente contato 3D; bioimpressão 3D; oftalmologia veterinária.

2.2 INTRODUÇÃO

Lentes de contato terapêuticas são utilizadas para auxiliar o processo de reparação corneana, incluindo alívio da dor, manutenção da aposição do epitélio cicatrizado ao estroma, proteção ao crescimento do novo epitélio, proteção corneana em casos de alterações palpebrais, auxílio à visão em irregularidades corneanas, além de permitir melhor hidratação corneana em casos de lagofthalmia ou ceratite neurogênica e adesão das bordas em casos de laceração ou perfuração corneana^{1,2,3,4,5}.

No início da década de 1960, as lentes de contato gelatinosas para uso terapêutico foram descritas na medicina, porém sua utilização se tornou viável na década de 1970, com a introdução das lentes compostas por polihidroetilmetacrilato, um polímero hidrofílico⁶, sendo indicadas para tratamento de úlceras indolentes⁷, ceratopatia bolhosa⁸, entre outras enfermidades da córnea⁹.

Os relatos do uso de lentes de contato terapêuticas na medicina veterinária, especialmente em cães reporta o final da década 1970¹⁰, e início da década de 1980 em equinos¹¹, onde a escolha da lente era baseada na permanência desta na superfície da córnea por um período superior a 24 horas. Segundo os relatos, 73 % a 95 % das úlceras corneanas refratárias em cães cicatrizavam com a aplicação das lentes de contato terapêutica^{12,13}. Em animais, a principal complicação está associada ao inadequado posicionamento da lente, visto a grande variação na curvatura da córnea encontrada entre as diferentes raças¹⁴. Lentes de contato com posicionamento inadequado causam desconforto, edema corneano, vascularização corneana, infecções secundárias e o seu desprendimento¹⁵. Adaptações são feitas para aumentar o seu tempo de permanência, como a realização da cantorrafia lateral temporária para prolongar a sua retenção¹².

As lentes de contato podem ser utilizadas com sucesso em enfermidades relacionadas a erosões corneanas recorrentes ou persistentes, descemetoceloses, traumas e úlceras crônicas.

Podem, ainda, ser utilizadas de forma associada a outras condutas terapêuticas como a ceratotomia em grade ou ainda à ceratectomia superficial¹². Sua utilização como medida de proteção à córnea em alterações palpebrais, como entrópio e lagoftalmia, é controversa devido ao ressecamento e deslocamento da lente, assim como a ceratoconjuntivite seca^{9,16}. Comparada à técnica de recobrimento com terceira pálpebra, as lentes de contato terapêuticas oferecem vantagens por não obrigar a utilização de anestesia geral e não restringir totalmente a visão do animal, além de permitir uma janela de observação para o acompanhamento da lesão corneana^{10,17}.

Atualmente, as lentes de contato comerciais são fabricadas à base de silicone hidrogel e representam 70 % do mercado de lentes de contato humana¹⁸. Algumas características são importantes e essenciais para manter boas condições do tecido da córnea ao usar lentes de contato, como a permeabilidade ao oxigênio dos materiais das lentes, manutenção do alto teor de água e a redução da adsorção de componentes da lágrima na superfície corneana^{19,20}. Sendo assim, como as propriedades mecânicas das lentes de contato estão relacionadas às propriedades do material da lente em seu estado hidratado, o controle do teor de água é um fator crucial^{21,22}.

As lentes de contato são fabricadas através de processos de fundição por rotação, moldagem e usinagem em torno^{23,24,25,26}. Atualmente, há poucas descrições sobre a fabricação de lentes de contato impressas em 3D^{27,28,29}. Algumas técnicas de impressão 3D são utilizadas na fabricação de dispositivos ópticos³⁰, tais como a sinterização seletiva a laser (SLS)³¹, modelagem de deposição fundida (FDM)^{32,33}, impressão estereoscópica de fotocura, aparelho de estereolitografia (SLA)³⁴ e impressão digital com luz (DLP)³⁵. Para a fabricação de lentes de contato personalizadas e funcionais, as técnicas de manufatura aditiva, conhecidas também como técnica de impressão 3D podem ser superiores, devido sua precisão na duplicação de objetos e fabricação simultânea²¹. Nos últimos anos a impressão 3D tem sido adotada e aceita globalmente com uma excelente plataforma de fabricação, devido suas soluções aprimoradas

em 3D e flexibilidade em termos de materiais a serem trabalhados^{36,37,38}. As técnicas de impressão 3D baseadas em fotopolimerização (SLA e DLP) são preferíveis na fabricação dos dispositivos ópticos, por sua alta resolução de impressão e à espessura mínima das camadas imprimíveis²¹.

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi desenvolver um protótipo de lentes de contato terapêutica por impressão 3D, pelo método DLP, para uso em cães, utilizando uma resina semiflexível comercial usada em odontologia. Ainda, avaliar clinicamente a adaptabilidade delas sobre a córnea.

2.3 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado com autorização expressa dos tutores/treinadores dos animais através do termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e do Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba, campus de Araçatuba (Processo n. 584/2024 – Anexo B). Os cuidados bioéticos foram seguidos de acordo com as normas da *Association for Research in Vision and Ophthalmology - ARVO (National Institutes of Health Publications número 85-23: Revised 1985)*. A participação dos animais no estudo foi permitida pela assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) por parte de seus tutores.

2.3.1 Conceito de fabricação das lentes

As lentes de contato terapêuticas foram confeccionadas utilizando o processo impressão *Digital Light Processing (DLP)*²¹, e uma resina semiflexível comercial já utilizada em odontologia humana (Resina Flex Cristal – 3DFILA). Os parâmetros para impressão 3D foram modelados através de um software computacional *Computer Aided Design (CAD)*

(Fig.1) e impressos em impressoras 3D *Photon Anycubic Workshop* (Anycubic) (Fig 2).

Figura 1 – Imagem do modelo CAD da lente protótipo

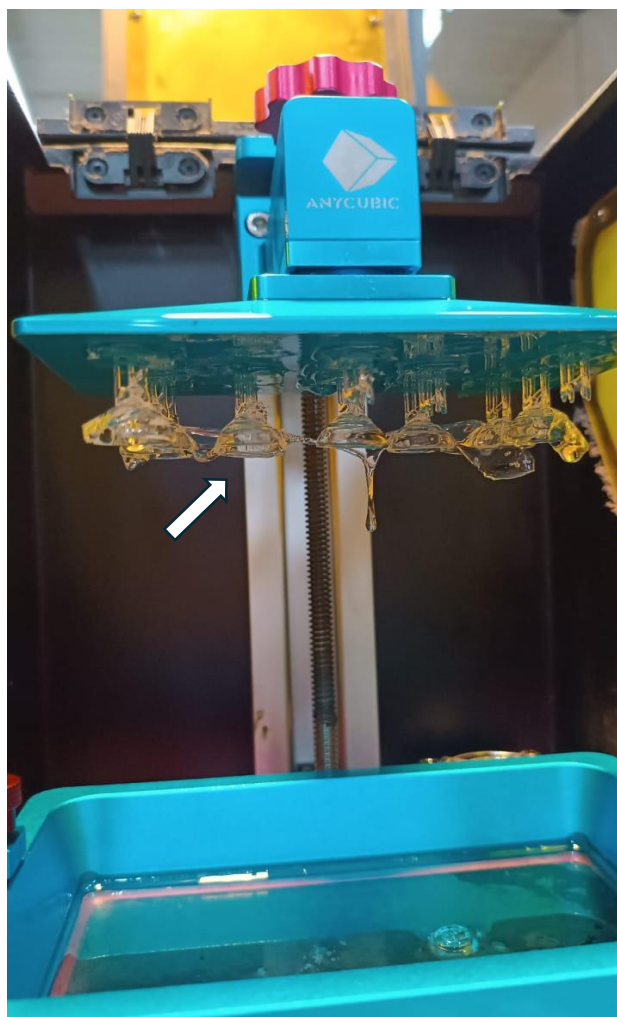


Fonte: Biolpolmat, 2024.

2.3.2 *Preparação do modelo CAD 3D das lentes de contato*

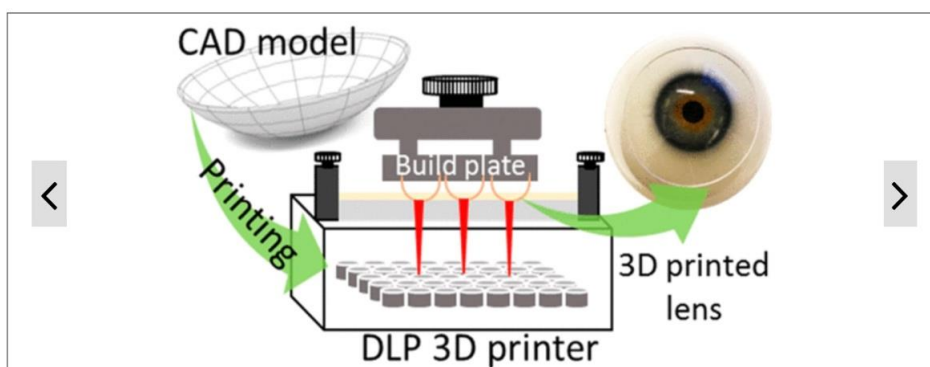
O modelo das lentes foi desenhado no software CAD Inventor, baseado nos dados das lentes de contato veterinárias, feitas de hidrogel, com medidas pré-estabelecidas de diâmetros (13,5 mm, 14 mm, 15 mm e 16 mm), curvaturas (7,5 mm, 7,8 mm, 8,5 mm) e espessura de parede de 0,2 mm, usando modelo em 3D na extensão STL (Standard Triagle Language / Standard Tessellation Language), e os modelos foram exportados para o programa fatiador Anycubic Photon Workshop (Anycubic) (fig. 2).

Figura 2 - Imagem fotográfica da Impressora 3D *Anycubic* com as lentes impressas em resina (seta branca).



Fonte: BioPolmat, 2024.

Figura 3 - Representação esquemática Fabricação/Impressão das Lentes Contato 3D.

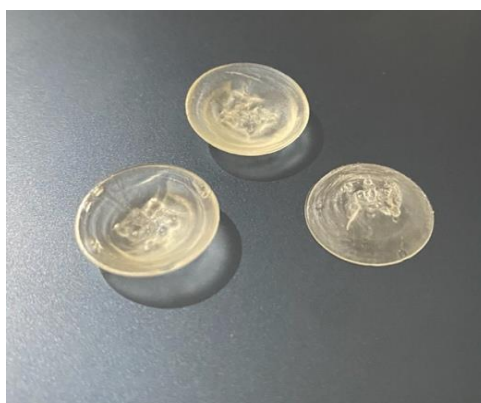


Fonte: Acs Biomater, Ciência e Engenharia, 2021.

2.3.3 Fabricação das lentes de contato terapêuticas experimentais

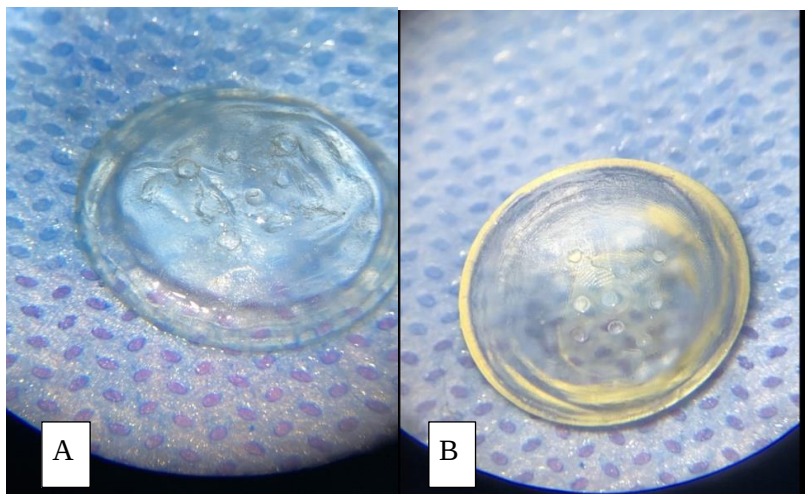
As lentes foram idealizadas e desenvolvidas no laboratório do Departamento de Pesquisa em Biopolímeros e Biomateriais (BioPolMat) da Universidade de Araraquara (UNIARA) a partir de uma resina semi flexível de uso em odontologia humana (Resina Flex Cristal – 3DFila), modeladas em conceito espacial 3D. Foram produzidas lentes (Fig.4) com diferentes diâmetros baseados nos modelos das lentes de contato veterinárias (13,5 mm, 14 mm, 15 mm e 16 mm), curvaturas (7,5 mm, 7,8 mm, 8,5 mm) e espessura de parede de 0,2 mm. Após a criação dos modelos tridimensionais no formato *Standard Triangle Language* (STL), os arquivos foram exportados para o fatiador *Anycubic Photon Workshop* (Anycubic), que converte o modelo em fatias horizontais de espessura definida e gera o código GCODE. Esse código foi então, exportado e carregado na memória da impressora, onde o processo de impressão foi iniciado. O método de impressão 3D utilizado foi o *Digital Light Processing* (DLP), que consiste na exposição da resina fotopolimerizável líquida a uma tela emissora de luz ultravioleta, solidificando a resina camada por camada até a obtenção da forma final desejada. Após a impressão, as lentes (Fig 5) foram submersas em álcool isopropílico para remoção de resíduos líquidos que podem ser tóxicos em contato geral.

Figuras 4 - Imagem destacando detalhes das lentes protótipo 3D.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Figuras 5 - A) Imagem parte côncava da lente sob aumento 16 x B) Imagem parte convexa da lente sob aumento 16 x.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

2.3.4 Seleção dos Animais e procedimentos clínicos para testagem das lentes

Foram selecionados 16 cães saudáveis de raças braquicefálicas, por serem a maior casuística de problemas em superfície ocular, bem como a maior necessidade de desenvolvimento de novos dispositivos médicos (10 shih-tzus; 2 buldogues ingleses; 3 pugs; 1 boxer), entre machos e fêmeas, com idades entre 1 e 15 anos, de pesos variando entre 2 e 35 kg. Os animais foram submetidos a exame clínico geral e oftalmológico completo para assegurar a saúde ocular anterior à aplicação das lentes e monitoramento do comportamento delas sobre a superfície ocular. Biomicroscopia por lâmpada de fenda (Keeler®), Teste lacrimal de Schirmer 1 (Drogavet®), teste de fluoresceína (tiras de corante - Drogavet®) e tonometria de rebote (FA 800Vet®) foram conduzidos. Após esses exames, a superfície ocular dos animais foi higienizada com solução salina a 0,9% sob irrigação e gaze. Para facilitar a aplicação e evitar desconforto das lentes de contato, foi administrado um colírio anestésico (oxibuprocaina). Após 1 minuto, as lentes foram então colocadas unilateralmente e observadas macroscopicamente

durante 10 minutos (tempo escolhido para verificação da coaptação das lentes sob uso de anestésico), avaliando o posicionamento e deslocamento sobre a córnea. Todos os olhos foram fotografados através da câmera de um aparelho celular (iPhone 11 pro max), pelo mesmo examinador, utilizando iluminação local, à mesma distância focal para permitir a análise do grau de transparência. Após o período determinado as lentes foram removidas. Um novo teste com tira de fluoresceína e checagem com luz de cobalto foi realizado para avaliar a presença de possíveis lesões ulcerativas e qualquer abrasão na córnea. Todos os animais receberam prescrição de lubrificantes oculares contendo hialuronato de sódio a 0,15% (QID) durante 10 dias.

2.4 RESULTADOS

As lentes desenvolvidas em resina semiflexível comercial de uso em odontologia (Resina Flex Cristal – 3DFILA) apresentaram um moderado grau de transparência pela observação direta durante o tempo estabelecido do uso das lentes, flexibilidade e de fácil aplicação em todos os animais do estudo (Fig.6). Durante o tempo em que elas permaneceram na superfície ocular dos cães, não foram observados sinais de desconforto como lacrimejamento e blefarospasmo, o piscar estava livre, sem utilização de cone, somente segurando o rosto dos cães, mesmo utilizando colírio anestésico. Notadamente, essas lentes, fabricadas com tecnologia de impressão 3D, não causaram lesões ulcerativas ou ranhuras na córnea durante os testes.

Figura 6 – Imagens ilustrativas das lentes protótipo sobre a córnea de alguns cães do estudo, durante teste clínico



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

2.5 DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Este estudo apresenta um esforço pioneiro no desenvolvimento de protótipos de lentes de contato produzidas por impressão 3D, especificamente para uso em oftalmologia veterinária. As lentes não causaram lesões na córnea e foram bem toleradas pelos animais durante o período de testes.

A pesquisa propôs e superou diversos desafios técnicos, como erros de impressão, rugosidade excessiva, discrepâncias nas curvaturas em relação aos modelos projetados no software CAD, níveis insuficientes de transparência e dificuldades na remoção de protótipos mais finos durante o processo de impressão. Em comparação com lentes de contato humanas e veterinárias, mesmo com essas adversidades, foi possível comprovar a previsão de fabricação de lentes com características desejáveis para este estudo, utilizando uma resina semiflexível comercial, já usada em odontologia humana, com impressora 3D desktop e software de modelagem.

As lentes de contato humanas não se adaptam a todos os raios de curvatura dos cães, principalmente os animais braquicefálicos, objeto do nosso estudo, pois são a maior casuística

de alterações em superfície ocular. A técnica aqui utilizada, permitiu a personalização das lentes, ajustando-se às curvaturas e diâmetros específicos de diferentes cães braquicefálicos, o que pode também ser realizado em outras raças, garantindo maior conformidade e conforto devido ao ajuste sobre a superfície ocular, o que minimiza o desconforto e aumenta a tolerância pelos animais. A impressão 3D representou uma solução mais econômica, eliminando a necessidade de moldes de custo elevado e múltiplos ajustes manuais. Comparando com lentes humanas, que não se mantêm coaptadas por muito tempo nos cães e o custo elevado de aplicação de diversas lentes nos animais, as lentes protótipo desenvolvidas com ajustes específicos a cada diâmetro dos cães aliado, pode permitir a produção sob demanda, otimizando o uso de materiais biossintéticos e com custo menor. Embora a resina semiflexível comercial utilizada ainda necessite de mais estudos para avaliação completa de seu desempenho, os resultados preliminares indicam que sua aplicação é viável para impressão 3D.

A escolha da resina semiflexível comercial (Resina Flex Cristal – 3DFILA) para a fabricação das lentes de contato, associada à técnica de impressão DLP 3D foi justificada pelo uso desta resina em odontologia humana³⁹, disponível com facilidade no mercado, pois ela é a base de fabricação de modelos odontológicos, com destaque para seu alto grau de polimerização, resultando em um material final com elevada resistência mecânica, estabilidade, durabilidade, melhor acabamento superficial e menor quantidade de monômeros, totalmente compatível com as necessidades para produção dos protótipos médicos.

As lentes de contato são geralmente fabricadas por processos de fundição por rotação, moldagem e usinagem em torno^{23,24}, que são processos simples, mas que necessitam de moldes, e que as superfícies anterior e posterior da lente de contato são formadas em única etapa²¹. Ambos os processos de fundição e moldagem são econômicos, mas apresentam problemas de aderência à superfície do molde, levando a tratamentos adicionais de pós-processo, o que geram maior tempo de produção e perda de qualidade^{25,26}. Já a usinagem em torno é um processo

demorado e de custo elevado, e apresenta limitações em termos de projeção geométrica^{27,28}.

Todos esses processos são limitados até certo ponto, se tratando dos materiais utilizados, do seu grau de liberdade de design e de geometrias complexas²¹. Por isso, para fabricação de lentes de contato personalizadas, as técnicas de manufatura aditiva (MA), também conhecida como técnica de impressão 3D, é a tecnologia mais emergente na atualidade, especialmente por sua utilização na fabricação de dispositivos biomédicos²¹, devido ao controle sobre as dimensões, com ajuda de modelos projetados por auxílio de software computadorizado (CAD) e da alta precisão em uma arquitetura em três dimensões²⁹.

Em comparação com qualquer outro método de fabricação convencional, a técnica de impressão 3D é precisa na duplicação de objetos, e vários deles podem ser fabricados ao mesmo tempo²¹. Até o momento, as lentes de contato impressas em 3D são pouco exploradas^{30,31,32}.

Vários tipos de técnicas de impressão 3D são utilizadas para fabricação de dispositivos ópticos^{33,34,35}, como a sinterização seletiva a laser (SLS)³⁶, modelagem de deposição fundida (FDM)^{37,38}, impressão estereoscópica de fotocura (SLA)³⁴ e impressão digital com luz DLP⁴⁰. A FDM é limitada devido suas espessas camadas impressas limitarem transparência dos objetos e aos vazios formados entre as camadas²¹. A SLS é limitada devido sua necessidade de pós tratamento, consumindo muito tempo extra na produção²¹, além da necessidade de processos demorados, o pós-processamento não é possível para a maioria dos objetos devida às formas complexas e aos tamanhos dos dispositivos ópticos fabricados²¹. As técnicas de impressão 3D baseadas em fotopolimerização (SLA e DLP) são preferíveis na fabricação de dispositivos ópticos, devido à alta resolução da impressão e à espessura mínima das camadas imprimíveis²¹, por isso a escolha da técnica de impressão 3D DLP neste estudo, desde o processo de concepção e produção.

Sugestões de estudos adicionais como microscopia eletrônica de varredura e de transmissão devam ser adotados para verificação das imperfeições da superfície da lente, bem

como, alterações ultra-estruturais da resina polimerizada, antes e após o processo de esterilização. Buscar melhor grau de transparência utilizando outras resinas associadas ou novos biomateriais para teste. Ainda, estudo *in vitro* de viabilidade celular, para verificação da toxicidade celular em cultura de células epiteliais da córnea, ou mesmo estudo *in vivo*, com foco em maior tempo de uso das lentes, delineamento de biocompatibilidade em 24, 48, 72 horas de uso, verificação do tempo de coaptação até a queda das lentes.

Concluiu-se que a técnica de impressão 3D pelo método DLP aqui apresentada é uma solução eficiente, pois permitiu uma produção personalizada, com diâmetros específicos para cães, com possibilidade de produção em escala, com baixo custo de fabricação, comparada às lentes de contato comerciais humanas e veterinárias disponíveis no mercado. No entanto, admite-se que estudos adicionais sejam necessários para aperfeiçoar esses protótipos conceituais, de modo a permitir a sua utilização futura em oftalmologia veterinária e que possa beneficiar inúmeros animais. Destaca-se, ainda, que é necessário explorar o potencial deste material e a visão comercial dessas lentes, com o objetivo na melhoria de desempenho e segurança para uso clínico regular.

2.6 CONFLITOS DE INTERESSE

Nenhum dos autores têm conflito de interesse.

2.7 REFERÊNCIAS

¹Dabezies, O.H. (1984). Contact Lenses: *the CLAO guide to basic science and clinical practice*. Orlando: Grune&Stratton, 55. doi:10.1001/archopht.1985.01050080030013.

²Holden, B.A., Mertz, G.W. (1984). Critical oxygen levels to avoid corneal edema for daily and wear contact lenses. *Invest. Ophthalmol. Visc. Sci.*, v25, n10: 1161-1167.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6592160/>

- ³Holden, B.A., Sweeney, D.F., Vannas, A., Nilsson, K.T., Efron, N. (1985). Effects of long-term extended contact lenses wear on the human cornea. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, v26, n11:1489-11501. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3863808/>.
- ⁴Reidy, J.J., Paulus, M.P., Gona, S. (2000). Recurrent erosions of the cornea: epidemiology and treatment. *Cornea*, v19, n6: 767-771. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11095047/>.
- ⁵Kanpolat, H.E., Uçakhan, O.O. (2003). Therapeutic use of focus night & day contact lenses. *Cornea*, v22, n8: 726-734. DOI: [10.1097/00003226-200311000-00004](https://doi.org/10.1097/00003226-200311000-00004).
- ⁶Mobilia, E., Dohlman, C.H., Holly, F.A. (1977). A comparison of various soft contact lenses for therapeutic purposes. *Contact Intraocul. Lens Med. J.*, v3, n1: 9-15. https://journals.lww.com/claojournal/citation/1977/01000/a_comparison_of_various_soft_contact_lenses_for.4.aspx.
- ⁷Leibowitz, H.M., Rosenthal, P. (1971). Hydrophilic contact lenses in corneal disease. *Arch Ophthalmol.*, v85, n2:163-166. doi: 10.1001/archophth.1971.00990050165008.
- ⁸Lerman, S., Sapp, G. (1970). The hydrophilic (hydron) corneoscleral lens in the treatment of bullous keratopathy. *Ann. Ophthalmol.*, v2, n1: 142-144. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/5546854/>.
- ⁹Gasset, A.R., Kaufman, H.E. (1970). Therapeutic uses of contact lenses. *Am. J. Ophthalmol*, v69, n2: 252-259. DOI: [10.1016/0002-9394\(70\)91287-0](https://doi.org/10.1016/0002-9394(70)91287-0).
- ¹⁰Schmidt, G.M., Blanchard, G.L., Keller, W.F. (1977). The use of hydrophilic contact lenses in corneal diseases of dog and cat: a preliminary report. *J. Small Anim Pract*, v18, n12: 773-777. DOI: [10.1111/j.1748-5827.1977.tb05854.x](https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.1977.tb05854.x).
- ¹¹Tammeus, J., Krall, C.J., Rengstorff, R.H. (1983). Therapeutic extended wear contact lens for corneal injury in a horse. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, v182, n3: 286. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6826456/>.
- ¹²Morgan, R.V., Bachrach, Jr., Ogilvie, G.K. (1984). An evaluation of soft contact lens usage in the dog and cat. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.*, v20, n6: 885-888. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19852255462>.
- ¹³Dice, P.F., Cooley, P.L. (1988). Use of contact lenses to treat corneal diseases in small animals. *Sem. Vet. Med.& Surg.*, v3, n1: 46-51. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3283888/>.
- ¹⁴Sampaio, G.R., Ranzani, J.J.T., Schellini, S.A. (2002). Sexo, peso e conformação anatômica do olho sobre cálculo de poder dióptrico de lentes intra-oculares no cão. *Ciência Rural*, v32, n2: 263-268. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782002000200013>.
- ¹⁵Whitley, R.D., Gilger, B.C. (1999). Diseases of the canine cornea and sclera. In: Gelatt, K.N., Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins (Ed). *Veterinary ophthalmology*, p.635-662.
- ¹⁶Morgan, R.V., Bachrach, Jr., Ogilvie, G.K. (1984). An evaluation of soft contact lens usage in the dog and cat. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.*, v20, n6: 885-888. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19852255462>.

- ¹⁷Nichols, J.J., Fisher, D. (2020). Contact lenses. *Contact Lens Spectr*, 2021: 36, 24-29.
<https://clspectrum.com/issues/2021/january/contact-lenses-2020/>.
- ¹⁸Efron, N., Morgan, P.B., Cameron, I.D., Brennan, N.A., Goodwin, M. (2007). Oxygen permeability and water content of silicone hydrogel contact lens materials. *Optom. Vis. Sci.*, 84 (4):328-337. doi: 10.1097/OPX.0b013e31804375ed.
- ¹⁹Garret, Q., Laycock, B., Garret, R.W. (2000). Hydrogel lens monomer constituents modulate protein sorption. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 41 (7):1687-1695.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10845587/>.
- ²⁰Baines, M.G., Cai, F., Backman, H.A. (1990). Adsorption and removal of protein bound to hydrogel contact lenses. *Optom. Vis. Sci*, 67 (11): 607-810. DOI: [10.1097/00006324-199011000-00003](https://doi.org/10.1097/00006324-199011000-00003).
- ²¹Fahad, A., Mohamed, E., Bader, A., Ahmed, S., Sung, M.L., Ali, K.Y., Seongiun, P., Haider, B. (2021). 3D Printed Contact Lenses. *Acs Biomaterials Science & Engineering*. 7 (2): 794-803. doi:10.1021/acsbiomaterials.0c01470.
- ²²Shah, C., Raj, C.V., Foulks, G.N. (2003). The evolution in therapeutic contact lenses. *Ophthalmol. Clin. North Am.*, n1: 95-101. doi:10.1016/s0896-1549(02)00066-4.
- ²³Efron, N., Maldonado-Codina, C. (2017). Development of Contact Lenses from a Biomaterial Point of View: *Materials, Manufacture, and Clinical Application*. In *Comprehensive Biomaterials II*; Ducheyne, P., Ed. Elsevier: Oxford, 686– 714. DOI: 10.1016/B978-0-08-100691-7.00058-6.
- ²⁴Morrill, T. J. (1998). Method of Cast Molding Contact Lenses, Google Patent US5843346A.
- ²⁵Hamilton, R. (2019). Contact Lens Manufacturing Method, Google Patent US20190111640A.
- ²⁶Mutlu Z., Shams Es-haghi, S., Cakmak, M. (2019). Recent Trends in Advanced Contact Lenses. *Adv.HealthcareMater*, 8 (10), 1801390.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/adhm.201801390>.
- ²⁷Musgrave, C.S.A., Fang, F. (2019). Contact Lens Materials: A Materials Science Perspective. *Materials*, 12 (2), 261. DOI: 10.3390/ma12020261
- ²⁸Han, J., Li, L., Lee, W. (2019). Machining of Lenticular Lens Silicon Molds with a Combination of Laser Ablation and Diamond Cutting. *Micromachines (Basel)*, 10 (4), p.250. DOI:10.3390/mi10040250.
- ²⁹Zhou, F., Cao, W., Dong, B., Reissman, T., Zhang, W., Sun, C. (2016). Additive Manufacturing of a 3D Terahertz Gradient-Refractive Index Lens. *Adv. Opt. Mater.*, 4 (7), 1034– 1040. DOI: 10.1002/adom.201600033.
- ³⁰Bariya, M., Shahpa, Z., Park, H., Sun, J., Jung, Y., Gao, W., Nyein, H. Y. Y., Liaw, T. S., Tai L-C., Ngo, Q.P., et al. (2018). Roll-To-Roll Gravure Printed Electrochemical Sensors

for Wearable and Medical Devices. *ACS Nano*, 12 (7), 6978– 6987. DOI: 10.1021/acsnano.8b02505.

³¹Chia, H. N., Wu, B. M. (2015). Recent Advances in 3D Printing of Biomaterials. *J. Biol. Eng.*, 9 (1), 4. DOI: 10.1186/s13036-015-0001-4.

³²Alam, F., Elsherif, M., AlQattan, B., Ali, M. Ahmed, I. M. G., Salih, A., Antonysamy, D S., Yetisen, A. K., Park, S., Butt, H. (2020). Prospects for Additive Manufacturing in Contact Lens Devices. *Adv. Eng. Mater.*, 2000941. DOI: 10.1002/adem.202000941.

³³Kong, Y. L., Tamargo, I. A., Kim, H., Johnson, B. N., Gupta, M. K., Koh, T-W., Chin, H-A., Steingart, D.A., Rand, B.P., McAlpine, M.C. (2014). 3D Printed Quantum Dot Light-Emitting Diodes. *Nano Lett.*, 14 (12), 7017– 7023. DOI: 10.1021/nl5033292.

³⁴Zhao, F., Wang, J., Wang, L., Chen, L. (2019). An Approach for Simulating the Fitting of Rigid Gas-Permeable Contact Lenses using 3D Printing Technology. *Cont Lens Anterior.*, 42 (2), 165– 169. DOI: 10.1016/j.clae.2018.10.003.

³⁵Vaidya, N., Solgaard, O. (2018). 3D Printed Optics with Nanometer Scale Surface Roughness. *Microsyst Nanoeng.*, 4 (1), 18. DOI: 10.1038/s41378-018-0015-4.

³⁶Roy, N.K., Behera, D., Dibua, O.G., Foong, C.S., Cullinan, M.A. (2019). A Novel Microscale Selective Laser Sintering (M-SLS) Process for the Fabrication of Microelectronic Parts. *Microsyst Nanoeng.*, 5 (1), 64. DOI: 10.1038/s41378-019-0116-8.

³⁷Wang, Y., Gawedzinski, J., Pawlowski, M.E., Tkaczyk, T.S. (2018). 3D Printed Fiber Optic Faceplates by Custom Controlled Fused Deposition Modeling. *Opt. Express*, 26 (12), 15362– 15376. DOI: 10.1364/OE.26.015362.

³⁸Liu, C., Yang, X., Laurell, F., Fokine, M. (2019). Fabrication of A Widely Tunable Fiber Bragg Grating Filter using Fused Deposition Modeling 3D Printing. *Opt. Mater. Express*, 9 (11), 4409– 4417. DOI: 10.1364/OME.9.004409.

³⁹Hua, A. M. G. (2024). Novas Tecnologias em Medicina Dentária Estética: Imaginologia e Impressão 3D para o Planejamento, Diagnóstico e Realização de Tratamentos Estéticos Dentários. Tese de Doutorado <http://hdl.handle.net/10400.26/52309>.

⁴⁰Vallejo-Melgarejo, L. D., Reifenberger, R. G., Newell, B.A., Narváez-Tovar, C.A., Garcia-Bravo, J. M. (2019). Characterization of 3D-Printed Lenses and Diffraction Gratings Made by DLP Additive Manufacturing. *Rapid Prototyp. J.*, 25, 1684. DOI: 10.1108/RPJ-03-2019-0074.

REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL

ALAM, F.; ELSHERIF, M.; ALQATTAN, B.; SALIH, A.; LEE, S.M.; YETISEN, A.K.; PARK, S.; BUTT, H. 3D printed contact lenses. **ACS Biomater. Sci. Eng.**, 7 (2), p.794–803, 2021. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsbiomaterials.0c01470>.

ALAM, F.; SALIH, A.E.; ELSHERIF, M.; YETISEN, A.K.; BUTT, H. 3D printed contact lenses for the management of color blindness. **Addit. Manuf.**, 49, 102464, 2022. DOI: 10.1016/j.addma.2021.102464.

CHARTRAIN, N. A.; WILLIAMS, C. B.; WHITTINGTON, A. R. A review on fabricating tissue scaffolds using vat photopolymerization. **Acta Biomater**, 74, 90– 111, 2018. DOI: 10.1016/j.actbio.2018.05.010.

EFRON, N.; MALDONADO-CODINA, C. Development of Contact Lenses from a Biomaterial Point of View: Materials, Manufacture, and Clinical Application. In *Comprehensive Biomaterials II*; Ducheyne: **Ed. Elsevier: Oxford**, p. 686– 714, 2017. DOI: 10.1016/B978-0-08-100691-7.00058-6.

FAHAD, A.; MOHAMED, E.; BADER, A.; AHMED, S.; SUNG, M. L.; ALI, K.Y.; SEONGIUN, P.; HAIDER, B. 3D Printed Contact Lenses. **Acs Biomaterials Science & Engineering**, 7(2): p. 794-803, 2021. DOI:10.1021/acsbiomaterials.0c01470.

FAN D.; LI Y.; WANG X.; ZHU T.; WANG Q I.; CAI H.; LI W.; TIAN Y.; LIU Z. Progressive 3D printing technology and its application in medical materials. **Front Pharmacol.**, v. 11, 2020. <https://doi.org/10.3389/fphar.2020.00122>.

GREYMI, T.; NICOLE, I.; ESSYROSE, M.; ARISTIDES, D. T.; DIMITRIOS, A. L.; CYNTHIA, Y.W.M. 3D Printing in Ophthalmology: From Medical Implants to personalized medicin. **International Journal of Pharmaceutis**, v. 625, 122094, 2022. DOI: 10.1016/j.jpharm.2022.122094.

HEITZ, R.F. History of contact lenses. In: Dabezies OH, ed. *Contact Lenses: The CLAO Guide to Basic Science and Clinical Practice*. 2nd ed. Boston, Little Brown & Co, p 1–19, 1984. https://www.researchgate.net/publication/287305183_A_brief_history_of_contact_lenses.

HEITZ, R.F. The invention of contact lenses by August Müller 1887. **CLAO J.**, v. 10, p. 88– 95, 1984. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6368043/>.

HISHAM, M.; SARAVANA, K. G.; DESHPANDE, A.P. Process optimization and optimal tolerancing to improve dimensional accuracy of vat-photopolymerized functionally graded hydrogels. **Results Eng.**, v. 14, 100442, 2022. DOI: 10.1016/j.rineng.2022.100442.

JONES, L. Modern contact lens materials: A clinical performance update. **Contact Lens Spectrum**. v. 17, p. 24–35, 2002. DOI: 10.1136/bjophthalmol-2013-304446.

KEY, J.E.M.D. Development of Contact Lenses and Their Worldwide Use. **Eye & Contact Lens: Science & Clinical Practice** 33(6 Part 2 of 2), p. 343-345, November 2007. DOI: 10.1097/ICL.0b013e318157c230.

KONG, Y.L.; TAMARGO, I.A.; KIM, H.; JOHNSON, B.N.; GUPTA, M.K.; KOH, T-W.; CHIN, H-A. STEINGART, D. A.; RAND, B.P.; MCALPINE, M.C. 3D Printed Quantum Dot Light-Emitting Diodes. **Nano Lett.**, 14 (12), p. 7017– 7023, 2014. DOI: 10.1021/nl5033292.

LI, V.C.F.; KUANG, X.; MULYADI, A.; HAMEL, C.M.; DENG, Y.; QI, H.J. 3D printed cellulose nanocrystal composites through digital light processing. **Cellulose**, 26, p. 3973– 3985, 2019. DOI: 10.1007/s10570-019-02353-9.

LIU, C.; YANG, X.; LAURELL, F.; FOKINE, M. Fabrication of A Widely Tunable Fiber Bragg Grating Filter using Fused Deposition Modeling 3D Printing. **Opt. Mater. Express**, 9 (11), p. 4409– 4417, 2019. DOI: 10.1364/OME.9.004409.

LUO, Y.; CANNING, J.; ZHANG, J.; PENG, G.D. Toward optical fibre fabrication using 3D printing technology. **Opt. Fiber Technol.**, 58, 102299, 2020. DOI: 10.1016/j.yofte.2020.102299.

MITROVIC, A.; STAMENKOVIC, D.; POPOVIC, D.; DRAGICEVIC, A. Manufacturing Process and Thermal Stability of Nanophotonic Soft Contact Lenses. **Int. Conf. Exp. Num. Investi. New Tech., Springer**, p. 184– 199, 2018. DOI: 10.1007/978-3-030-30853-7_11.

MORRILL, T.J. Method of Cast Molding Contact Lenses, 1998. **Google Patent** US5843346A.

MUTLU, Z.; SHAMS ES-HAGHI, S.; CAKMAK, M. Recent Trends in Advanced Contact Lenses. **Adv. HealthcareMater**, 8 (10),1801390. 2019. DOI:10.1002/adhm.201801390.

ROY, N.K.; BEHERA, D.; DIBUA, O.G.; FOONG, C.S.; CULLINAN, M.A. A Novel Microscale Selective Laser Sintering (M-SLS) Process for the Fabrication of Microelectronic Parts. **Microsyst Nanoeng**, v. 5 (1), p. 64, 2019. DOI: 10.1038/s41378-019-0116-8.

SCHUBERT, C.; VAN LANGEVELD, M.C.; DONOSO, L.A. Innovations in 3D printing: a 3D overview from optics to organs. **Br. J. Ophthalmol.** 98 (2), p.159–161, 2014. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2013-304446>.

SHAH, C.; RAJ, C.V.; FOULKS, G.N. The evolution in therapeutic contact lenses. **Ophthalmol. Clin. North Am.**, n1: p. 95-101, 2003. DOI:10.1016/s0896-1549(02)00066-4.

VALLEJO-MELGAREJO, L.D.; REIFENBERGER, R.G.; NEWELL, B.A.; NARVÁEZ-TOVAR, C.A.; GARCIA-BRAVO, J.M. Characterization of 3D-Printed Lenses and Diffraction Gratings Made by DLP Additive Manufacturing. **Rapid Prototyp. J.**, 25, 1684, 2019. DOI: 10.1108/RPJ-03-2019-0074.

WANG, Y.; GAWEDZINSKI, J.; PAWLOWSKI, M.E.; TKACZYK, T.S. 3D Printed Fiber Optic Faceplates by Custom Controlled Fused Deposition Modeling. **Opt. Express**, 26 (12), p.15362– 15376, 2018. DOI: 10.1364/OE.26.015362.

XUE, D.; ZHANG, J.; WANG, Y.; MEI, D. Digital Light Processing-Based 3D Printing of Cell-Seeding Hydrogel Scaffolds with Regionally Varied Stiffness. **ACS Biomater. Sci. Eng.**, 5, p. 4825– 4833, 2019. DOI: 10.1021/acsbiomaterials.9b00696

YUAN, C.; KOWSARI, K.; PANJWANI, S.; CHEN, Z.; WANG, D.; ZHANG, B.; NG, C. J. X. Ultrafast Three-Dimensional Printing of Optically Smooth Microlens Arrays by Oscillation-Assisted Digital Light Processing. **ACS Appl. Mater. Interfaces**, 11, p. 40662– 40668, 2019. DOI: 10.1021/acsami.9b14692.

ZHAO, F.; WANG, J.; WANG, L.; CHEN, L. An Approach for Simulating the Fitting of Rigid Gas-Permeable Contact Lenses using 3D Printing Technology. **Cont Lens Anterior**, 42 (2), p. 165– 169, 2019. DOI: 10.1016/j.clae.2018.10.003.

ZHOU, F.; CAO, W.; DONG, B.; REISSMAN, T.; ZHANG, W.; SUN, C. Additive Manufacturing of a 3D Terahertz Gradient-Refractive Index Lens. **Adv. Opt. Mater.**, 4 (7), p. 1034– 1040, 2016. DOI: 10.1002/adom.201600033.

ANEXO A - NORMAS DA REVISTA *VETERINARY OPHTHALMOLOGY*

AUTHOR GUIDELINES

Sections

Veterinary Ophthalmology is a peer-reviewed, online, international journal that welcomes submission of manuscripts whose target audience includes Diplomates of the American College of Veterinary Ophthalmologists (ACVO) and the European College of Veterinary Ophthalmologists (ECVO), members of international ophthalmic societies and associations, academic researchers with interests in veterinary or comparative ophthalmology, specialists and general practitioners with an ophthalmology interest.

Veterinary Ophthalmology strives to serve as the primary journal for all articles pertaining to veterinary and comparative ophthalmology published worldwide. *Veterinary Ophthalmology* publishes original material relating to all aspects of clinical and investigational veterinary and comparative ophthalmology.

1. Submission and Peer Review Process

Once the submission materials have been prepared in accordance with the Author Guidelines, manuscripts should be submitted online at <https://mc.manuscriptcentral.com/vop>

For help with submissions, please contact the journal's Editorial Office at VOP.office@wiley.com

This journal does not charge submission fees.

Article Preparation Support

[Wiley Editing Services](#) offers expert help with English Language Editing, as well as translation, manuscript formatting, figure illustration, figure formatting, and graphical abstract design – so you can submit your manuscript with confidence.

Also, check out our resources for [Preparing Your Article](#) for general guidance about writing and preparing your manuscript.

Free Format submission

Veterinary Ophthalmology offers [Free Format submission](#) for a simplified and streamlined submission process. Before you submit, you will need:

Your manuscript: this should be an editable file including text, figures, and tables, or separate files—whichever you prefer. All required sections should be contained in your manuscript, including abstract, introduction, methods, results, and conclusions. Figures and tables should have legends. Figures should be uploaded in the highest resolution possible. If the figures are not of sufficiently high quality, your manuscript may be delayed. References may be submitted in any style or format, as long as it is consistent throughout the manuscript. Supporting information should be submitted in separate files. If the manuscript, figures or tables are difficult for you to read, they will also be difficult for the editors and reviewers, and the editorial office will send it back to you for revision. Your manuscript will be sent back to you for revision if the quality of English language is poor.

- An ORCID ID, freely available at <https://orcid.org>. *(Why is this important? Your article, if accepted and published, will be attached to your ORCID profile. Institutions and funders are increasingly requiring authors to have ORCID IDs.)*
- The title page of the manuscript, including:
 - Your co-author details, including affiliation and email address. *(Why is this important? We need to keep all co-authors informed of the outcome of the peer review process.)*
 - Statements relating to our ethics and integrity policies, which may include any of the following *(Why are these important? We need to uphold rigorous ethical standards for the research we consider for publication):*
 - Data availability statement
 - Funding statement
 - Conflict of interest disclosure
 - Ethical approval statement

Important: *Veterinary Ophthalmology* operates a double-anonymized peer review policy. Please anonymize your manuscript and supply a separate title page file.

Open Access

Veterinary Ophthalmology is a subscription journal that offers an Open Access option. You'll have the option to make your article open access after acceptance, which will be subject to an APC unless a waiver applies. Read more about [APCs here](#).

Preprint Policy

Please find the Wiley preprint policy [here](#).

Veterinary Ophthalmology will consider for review articles previously available as preprints. You may also post the submitted version of a manuscript to a preprint server at any time. You are requested to update any pre-publication versions with a link to the final published article.

This Journal operates a double-anonymized peer review process. Authors are responsible for anonymizing their manuscript in order to remain anonymous to the reviewers throughout the peer review process (see “Main Text File” below for more details). Since the journal also encourages posting of preprints, however, please note that if authors share their manuscript in preprint form this may compromise their anonymity during peer review.

Data Sharing and Data Availability

Veterinary Ophthalmology expects data sharing. Review Wiley's Data Sharing policy where you will be able to see and select the data availability statement that is right for your submission.

Data Citation

Please review [Wiley's Data Citation policy](#).

Data Protection

By submitting a manuscript to or reviewing for *Veterinary Ophthalmology*, your name, email address, and affiliation, and other contact details the publication might require, will be used for the regular operations of the publication. Please review [Wiley's Data Protection Policy](#) to learn more.

Funding

You should list all funding sources in the Acknowledgments section. You are responsible for the accuracy of their funder designation. If in doubt, please check the [Open Funder Registry](#) for the correct nomenclature.

Authorship

All listed authors should have contributed to the manuscript substantially and have agreed to the final submitted version. Review [editorial standards](#) and scroll down for a description of authorship criteria.

Author Pronouns

Authors may now include their personal pronouns in the author bylines of their published articles and on Wiley Online Library. Authors will never be required to include their pronouns; it will always be optional for the author. Authors can include their pronouns in their manuscript upon submission and can add, edit, or remove their pronouns at any stage upon request. Submitting/corresponding authors should never add, edit, or remove a coauthor's pronouns without that coauthor's consent. Where post-publication changes to pronouns are required, these can be made without a correction notice to the paper, following Wiley's Name Change Policy to protect the author's privacy. Terms which fall outside of the scope of personal pronouns (e.g. proper or improper nouns), are currently not supported.

ORCID This journal requires ORCID. Please refer to [Wiley's resources on ORCID](#)

Reproduction of Copyright Material

If excerpts from copyrighted works owned by third parties are included, credit must be shown in the contribution. It is your responsibility to also obtain written permission for reproduction

from the copyright owners. For more information visit [Wiley's Copyright Terms & Conditions FAQ](#).

The corresponding author is responsible for obtaining written permission to reproduce the material "in print and other media" from the publisher of the original source, and for supplying Wiley with that permission upon submission.

Title Page

The title page should contain:

- i. A brief informative title containing the major key words. The title should not
- ii. A short running title of less than 50 characters.
- iii. The full names of the authors.
- iv. The author's institutional affiliations where the work was conducted, with a footnote for the author's present address if different from where the work was conducted.
- v. Acknowledgments;
- vi. Conflicts of interest (if declared)
- vii. Ethical approval statement.

Important: *Veterinary Ophthalmology* operates a double-anonymized peer review policy. Please anonymize your manuscript and prepare a separate title page containing author details.

Main Text File

The main text file should be in Word or PDF format. As *Veterinary Ophthalmology* operates a double-anonymized peer review process, authors are required to provide an anonymized main text file upon initial submission. The anonymized version should have no obvious references or hints as to the authors' country or region. The laboratory/institution/practice information should be removed from the anonymized version and written as "XXXX -anonymized for review-". Authors of manuscripts which proceed to revision stage will be asked to provide a deanonymized version, in addition to their anonymized version, upon submission of their revision.

Please note: It is no longer required to include the location of the manufacturer when providing manufacturer information (equipment, devices, and reagents).

Your main document file should include:

- A short informative title containing the major key words. The title should not contain abbreviations;
- Abstract structured (Objective; Animal Studied, Procedure(s), Results, and Conclusions);
- Six keywords (please ensure these are not already included within your title guidance on keywords creation is available on [Wiley Author Services](#));
- Main body: formatted as introduction, materials & methods, results, discussion and/or conclusion;

- References;
- Tables (each table complete with title and footnotes);
- Figure legends: Legends should be supplied as a complete list in the text. Figures should be uploaded as separate files (see below).

Reference Style

This journal uses AMA reference style. Review your [reference style guidelines](#) prior to submission. As *Veterinary Ophthalmology* offers Free Format submission, however, this is for information only and you do not need to format the references in your article. This will instead be taken care of by the typesetter.

Figures and Supporting Information

Figures, supporting information, and appendices should be supplied as separate files. You should review the basic figure requirements for manuscripts for peer review, as well as the more detailed post-acceptance figure requirements. View Wiley's FAQs on supporting information.

Embedded Rich Media

Veterinary Ophthalmology has the option for authors to embed rich media (i.e. video and audio) within their final article. These files should be submitted with the manuscript files online, using either the "Embedded Video" or "Embedded Audio" file designation. If the video/audio includes dialogue, a transcript should be included as a separate file. Maximum file size is 300 MB, and **the combined manuscript files, including video, audio, tables, figures, and text must not exceed 350 MB**. For full guidance on accepted file types and resolution please see [here](#).

Ensure each file is numbered (e.g. Video 1, Video 2, etc.). Legends for the rich media files should be placed at the end of the article.

The content of the video should not display overt product advertising. Educational presentations are encouraged.

Any narration should be in English, if possible. A typed transcript of any speech within the video/audio should be provided. An English translation of any non-English speech should be provided in the transcript.

All embedded rich media will be subject to peer review. Editors reserve the right to request edits to rich media files as a condition of acceptance. Contributors are asked to be succinct, and the Editors reserve the right to require shorter video/audio duration. The video/audio should be high quality (both in content and visibility/audibility). The video/audio should make a specific point; particularly, it should demonstrate the features described in the text of the manuscript.

Participant Consent: It is the responsibility of the corresponding author to seek informed consent from any identifiable participant in the rich media files. Masking a participant's eyes, or excluded head and shoulders is not sufficient. Please ensure that a consent form

(<https://authorservices.wiley.com/author-resources/Journal-Authors/licensing/licensing-info-faqs.html>) is provided for each participant.

Peer Review

This journal operates under a double-anonymized [peer review model](#). Except where otherwise stated, manuscripts are peer reviewed by at least two anonymous reviewers and an Editorial Board Member. Papers will only be sent to review if the Editor-in-Chief determines that the paper meets the appropriate quality and relevance requirements.

Authors may suggest potential reviewers that have expertise in the field and can provide an unbiased evaluation. Previous or current mentors, mentees, collaborators, colleagues, or personal relations are not suitable recommendations. Authors can also oppose reviewers who would have a conflict of interest in reviewing their manuscripts.

The reviewers' comments are reviewed by an Editorial Board Member who makes a recommendation on the suitability of the report for publication to the Editor-in-Chief, who makes the final decision. The editors reserve the right to seek consultation on appropriateness of study design, survey instruments, and methods used for statistical analysis of data.

Manuscripts that report studies that are otherwise scientifically sound may be rejected before or after peer review because they lack breadth of appeal, impact, or are outside the interest area of the journal. Likewise, studies that are simply additive to the literature and do not provide substantial discovery, mechanistic insight, challenge dogma, or highlight novel understanding are not likely to be considered suitable for publication.

Manuscripts that are poorly prepared or written or do not follow ethical guidelines will be returned without peer review. It is the authors' responsibility to submit manuscripts that are written in a style that enhances readability (clear, direct, concise, with appropriate grammar and spelling). Authors with limited experience in scientific writing in English are encouraged to seek assistance from professional editing services.

In-house submissions, i.e. papers authored by Editors or Editorial Board members of the title, will be sent to Editors unaffiliated with the author or institution and monitored carefully to ensure there is no peer review bias.

Wiley's policy on the confidentiality of the review process is [available here](#).

Appeals and Complaints

Authors may appeal an editorial decision if they feel that the decision to reject was based on either a significant misunderstanding of a core aspect of the manuscript, a failure to understand how the manuscript advances the literature or concerns regarding the manuscript-handling process. Differences in opinion regarding the novelty or significance of the reported findings are not considered as grounds for appeal. To raise an appeal, please contact the journal by email, quoting your manuscript ID number and explaining your rationale for the appeal. The editor's decision following an appeal consideration is final.

To raise a complaint regarding editorial staff, policy or process please contact the journal in the first instance. If you believe further support outside the journal's management is necessary, please refer to Wiley's Best Practice Guidelines on Research Integrity and Publishing Ethics.

Refer and Transfer Program

welfare or treatment of animals used in the study, there is reason to believe that Wiley believes that no valuable research should go unshared. *Veterinary Ophthalmology* participates in Wiley's [Refer & Transfer program](#). If your manuscript is not accepted, you may receive a recommendation to transfer your manuscript to another suitable Wiley journal, either through a referral from the journal's editor or through our Transfer Desk Assistant.

Guidelines on Publishing and Research Ethics in Journal Articles

Veterinary Ophthalmology requires that you include in the manuscript details of ethical review board approvals, ethical treatment of human and animal research participants, and gathering of informed consent, as appropriate. You will be expected to declare all conflicts of interest, or none, on submission. Please review Wiley's policies surrounding [human studies, animal studies, clinical trial registration, biosecurity, and research reporting guidelines](#).

This journal follows the core practices of the [Committee on Publication Ethics \(COPE\)](#) and handles cases of research and publication misconduct accordingly (<https://publicationethics.org/core-practices>).

This journal uses iThenticate's CrossCheck software to detect instances of overlapping and similar text in submitted manuscripts. Read [Wiley's Top 10 Publishing Ethics Tips for Authors](#) and [Wiley's Publication Ethics Guidelines](#).

Guidelines for Ethical Research in Veterinary Ophthalmology (GERVO)

The Journal reserves the right to decline to publish manuscripts that do not comply with the [Guidelines for Ethical Research in Veterinary Ophthalmology \(GERVO\)](#), such as the appropriate regulatory approval is not reported, the Journal has concerns about the the welfare or treatment of animals used in the study, there is reason to believe that animals have been subjected to unnecessary or avoidable pain or distress or the Journal has concerns about involvement of people in the study.

The Journal is not obliged to reveal the basis for such a decision.

The Journal may request further information about care and use of animals, or involvement of people, including evidence of regulatory approval or compliance with local regulations.

Ethical Approval Statement

We require that authors indicate during submission of their manuscript if the study required institutional or governmental approval in the jurisdiction in which it was conducted, and whether such approval was granted.

To confirm adherence to the journal's ethical policies, including compliance with the [Guidelines for Ethical Research in Veterinary Ophthalmology \(GERVO\)](#), authors must provide an Ethical Approval Statement. Please select (and edit accordingly) the most suitable Ethical Approval Statement from our templated statements available here: [Templates for Ethical Approval Statements](#). The finalized statement should be included in the Title Page.

Conflict of Interest

Veterinary Ophthalmology requires that all authors include a conflict of interest statement (this should be included in the Title Page). Any interest or relationship, financial or otherwise, that might be perceived as influencing an author's objectivity is considered a potential source of conflict of interest. These must be disclosed when directly relevant or indirectly related to the work that the authors describe in their manuscript. Potential sources of conflict of interest include but are not limited to patent or stock ownership, membership of a company board of directors, membership of an advisory board or committee for a company, and consultancy for or receipt of speaker's fees from a company.

If authors are unsure whether a past or present affiliation or relationship should be disclosed in the manuscript, they can query the editorial office at yop.office@wiley.com. The existence of a conflict of interest does not preclude publication in this journal. **If the authors have no conflict of interest to declare, they must also state this in the manuscript and at submission.** It is the responsibility of the corresponding author to review this policy with all authors and collectively to list in the manuscript, and in the online submission system all pertinent commercial and other relationships.

2. Article Type

Article Type	Description	Word Guide (this is a suggested range and not prescriptive)	Abstract / Structure	Other Requirements
Original Articles	Including clinical studies (prospective and retrospective)	4,000 - 5,000	Yes, structured	Ethical Approval Conflict of Interest Statement
Review Articles	Papers which clarify, summarize and critically evaluate the current literature	4,000 - 5,000	Yes, unstructured	Conflict of Interest Statement
Case Reports	Case reports making a substantial contribution to ophthalmic knowledge	2,000 – 2,500 (with a recommendation of around 4 figures and between 18-20 references)	Yes, structured	Ethical Approval Conflict of Interest Statement
Viewpoint	Papers which challenge existing concepts or present an alternative interpretation of available information	2,000 – 2,500	Yes, unstructured	Conflict of Interest Statement
Brief Communications	Brief communications are used when the extent of the investigation or the findings do not warrant a full paper, but are still considered of value to the ophthalmic community	1,500 – 2,000 (with a recommendation of around 2 figures and between 10 - 12 references)	Yes, structured	Ethical Approval Conflict of Interest Statement
Letter to the Editor	Letters may cover a variety of topics	750 – 1,000 (including references and a recommendation of around 1-2 figures/tables)	No	Conflict of Interest Statement

3. After Acceptance

Wiley Author Services

When an accepted article is received by Wiley's production team, the corresponding author will receive an email asking them to login or register with [Wiley Author Services](#). You will be asked to sign a publication license at this point as well as pay for any applicable APCs.

Copyright & Licensing

You may choose to publish under the terms of the journal's standard copyright agreement, or Open Access under the terms of a Creative Commons License.

Standard [re-use and licensing rights](#) vary by journal. Note that [certain funders](#) mandate a particular type of CC license be used. This journal uses the CC-BY/CC-BY-NC/CC-BY-NC-ND [Creative Commons License](#).

Self-Archiving Definitions and Policies: Note that the journal's standard copyright agreement allows for [self-archiving](#) of different versions of the article under specific conditions.

Early View

Upon publication, articles are available as full text HTML or PDF in Early View prior to inclusion in an issue and can be cited as references using their Digital Object Identifier (DOI) number.

Proofs

Authors will receive an e-mail notification with a link and instructions for accessing HTML page proofs online. Authors should also make sure that any renumbered tables, figures, or references match text citations and that figure legends correspond with text citations and actual figures. Proofs must be returned within 48 hours of receipt of the email.

Article Promotion Support

[Wiley Editing Services](#) offers professional video, design, and writing services to create shareable video abstracts, infographics, conference posters, lay summaries, and research news stories for your research – so you can help your research get the attention it deserves.

Author Name Change Policy

In cases where authors wish to change their name following publication, Wiley will update and republish the paper and redeliver the updated metadata to indexing services. Our editorial and production teams will use discretion in recognizing that name services. Our editorial and production teams will use discretion in recognizing that name changes may be of a sensitive and private nature for various reasons including (but not limited to) alignment with gender identity, or as a result of marriage, divorce, or religious conversion. Accordingly, to protect the

author's privacy, we will not publish a correction notice to the paper, and we will not notify co-authors of the change. Authors should contact the journal's Editorial Office with their name change request.

Correction to Authorship

In accordance with Wiley's [Best Practice Guidelines on Research Integrity and Publishing Ethics](#) and the [Committee on Publication Ethics](#)' guidance, *Veterinary Ophthalmology* will allow authors to correct authorship on a submitted, accepted, or published article if a valid reason exists to do so. All authors – including those to be added or removed – must agree to any proposed change. To request a change to the author list, please complete the [Request for Changes to a Journal Article Author List Form](#) and contact either the journal's editorial or production office, depending on the status of the article. Authorship changes will not be considered without a fully completed Author Change form. [Correcting the authorship is different from changing an author's name; the relevant policy for that can be found in [Wiley's Best Practice Guidelines](#) under "Author name changes after publication."]

Fonte: <https://onlinelibrary.wiley.com/page/journal/14635224/homepage/forauthors.html>

ANEXO B – ACEITE DO COMITÊ DE ÉTICA



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"



CAMPUS ARAÇATUBA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

CEUA - Comissão de Ética no Uso de Animais
CEUA - Ethics Committee on the Use of Animals

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto de Pesquisa intitulado **"Fabricação de lentes de contato terapêuticas para animais por meio da impressão 3D com resinas biocompatíveis: Um estudo experimental."**, Processo FOA nº 585-2024, sob responsabilidade de Alexandre Lima de Andrade apresenta um protocolo experimental de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal e sua execução foi aprovada pela CEUA em 12 de dezembro de 2024.

VALIDADE DESTE CERTIFICADO: 17 de março de 2025.

DATA DA SUBMISSÃO DO RELATÓRIO FINAL: até 17 de abril de 2025.

CERTIFICATE

We certify that the study entitled **"Manufacturing therapeutic contact lens for animals through 3D printing with biocompatible resins: An experimental study"**, Protocol FOA nº 585-2024, under the supervision of Alexandre Lima de Andrade presents an experimental protocol in accordance with the Ethical Principles of Animal Experimentation and its implementation was approved by CEUA on December 12, 2024.

VALIDITY OF THIS CERTIFICATE: March 17, 2025.

DATE OF SUBMISSION OF THE FINAL REPORT: April 17, 2025.

Prof. Dr. Fellippo Ramos Verri
Coordenador da CEUA
CEUA Coordinator

CEUA - Comissão de Ética no Uso de Animais
Faculdade de Odontologia de Araçatuba
Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba
Rua José Bonifácio, 1193 – Vila Mendonça - CEP: 16015-050 – ARAÇATUBA – SP
Fone (18) 3636-3234 Email CEUA: ceua.foa@unesp.br