

# RESSALVA

Atendendo solicitação do autor, o texto completo desta tese será disponibilizado somente a partir de 30/08/2026.



**UNESP - Universidade Estadual Paulista**  
**“Júlio de Mesquita Filho”**  
**Faculdade de Odontologia de Araraquara**



**Luiz Henrique Godoi Marola**

**Avaliação do uso de folha de Polidioxanona para reconstrução orbitária:  
estudo em modelo animal**

**Araraquara**

**2024**



**UNESP - Universidade Estadual Paulista**  
**“Júlio de Mesquita Filho”**  
**Faculdade de Odontologia de Araraquara**



**Luiz Henrique Godoi Marola**

**Avaliação do uso de folha de Polidioxanona para reconstrução orbitária:  
estudo em modelo animal**

Tese apresentada à Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia, Araraquara para obtenção do título de Doutor em Ciências Odontológicas, na Área de Diagnóstico e Cirurgia

**Orientador:**

Prof. Dr. Valfrido Antonio Pereira Filho

**Araraquara**

**2024**

M354a Marola, Luiz Henrique Godoi  
Avaliação do uso de folha de Polidioxanona para  
reconstrução orbitária : estudo em modelo animal /  
Luiz Henrique Godoi Marola. -- Araraquara, 2024  
65 p. : il., tabs., fotos, mapas

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista  
(UNESP), Faculdade de Odontologia, Araraquara  
Orientador: Valfrido Antonio Pereira Filho

1. Traumatismos oculares. 2. Fraturas Orbitárias.  
3. Polidioxanona. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp.  
Biblioteca da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de  
Odontologia, Araraquara. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

**Luiz Henrique Godoi Marola**

**Avaliação do uso de folha de Polidioxanona para reconstrução orbitária:  
estudo em modelo animal**

**Comissão julgadora**

**Defesa de tese para obtenção do grau de Doutor em Ciências Odontológicas  
na área de Diagnóstico e Cirurgia**

Presidente e orientador: Prof. Dr. Valfrido Antonio Pereira Filho

2º Examinador: Profª. Drª. Ana Paula Farnezi Bassi

3º Examinador Profª. Drª. Marisa Aparecida Cabrini Gabrielli

4º Examinador Prof. Dr. Eduardo Hochuli Vieira

5º Examinador Prof. Dr. Eduardo Francisco de Souza Facó

Araraquara, 30 de agosto de 2024

## **DADOS CURRICULARES**

### **Luiz Henrique Godoi Marola**

**NASCIMENTO:** 18 de fevereiro de 1993 – Lins – São Paulo

**FILIAÇÃO:** Denise Arminante de Godoi e Narcizo Marola Junior

**FORMAÇÃO:**

2011 – 2016: Cirurgião-dentista pela Faculdade de Odontologia de Lins, Universidade Metodista de Piracicaba, Lins, São Paulo, Brasil.

2017 – 2020: Cirurgião Bucomaxilofacial pela Residência em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial da Universidade Federal de Santa Catarina em conjunto com o Hospital Governador Celso Ramos, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. Bolsista em período total pelo Ministério da Saúde – Residência Multiprofissional em Saúde.

2021 – 2024: Pós-graduação stricto sensu, nível: Doutorado em Ciências Odontológicas, área de Diagnóstico e Cirurgia (Conceito CAPES 5) pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP, Araraquara, São Paulo, Brasil. Orientador: Prof. Dr. Valfrido Antonio Pereira Filho. Bolsista em período parcial pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES, Brasil. Grande área: Ciências da Saúde.

## AGRADECIMENTOS

À minha querida esposa, Fabiana F. Bomente, pelo suporte ininterrupto que permitiu e suportou a realização deste sonho em meio a tantas outras atividades.

À minha mãe, Sra. Denise A. Godoi, minha irmã, Kamila A. Godoi, minha avó, Sra. Egle A. Godoi, e meu pai, Sr. Narcizo Marola Junior, pela compreensão diante de minha ausência em tantas oportunidades.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Valfrido A. Pereira Filho, pela plena compreensão diante da minha agenda apertada, pela liberdade concedida para desenvolver minhas ideias e pela prontidão em oferecer suporte sempre que necessário.

Ao colega de pós-graduação, Dr. Luiz H. S. Torres, que foi essencial em todas as etapas deste pesquisa.

À Plenum® Health, por disponibilizar as membranas de PDO e custear parte deste trabalho.

À Bionnovation® Produtos Biomédicos LTDA, por disponibilizar as folhas de titânio sem custos para esta pesquisa.

Ao Departamento de Diagnóstico e Cirurgia da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Odontologia, Araraquara, na pessoa da Profa. Dra. Marisa A. C. Gabrielli, por me acolher durante essa jornada.

Ao Departamento de Diagnóstico e Cirurgia da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Odontologia, Araçatuba, na pessoa da Profa. Dra. Ana Paula F. Bassi, por não medir esforços para permitir a realização da etapa cirúrgica.

Ao Departamento de Fisiologia e Patologia da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Odontologia, Araraquara, por disponibilizar suas instalações para o processamento histológico.

Ao Departamento de Patologia Oral da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Faculdade de Odontologia, Florianópolis, na pessoa da Profa. Dra. Elena Riet Correa Rivero, por disponibilizar seu laboratório para algumas fotografias histológicas adicionais.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001

“Science can never solve one problem without raising ten more problems.”

“A ciência nunca pode resolver um problema sem criar pelo menos outros dez.” (tradução livre).

George Bernard Shaw\*

---

\* Shaw and Einstein Speeches. The New York Times, 29 out. 1930.

Marola LHG. Avaliação do uso de folha de Polidioxanona para reconstrução orbitária: estudo em modelo animal [tese de doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2024.

## RESUMO

O traumatismo orbitário é um trauma frequente na rotina da Cirurgia Buco-Maxilo-Facial, necessitando de constante aprimoramento técnico e de materiais. A utilização de implantes absorvíveis nesses traumas tem se mostrado benéfica, mas é ainda pouco difundida no Brasil. A proposta deste trabalho foi avaliar o perfil inflamatório, mensurar a área do tecido de granulação perimplantar e o comportamento do tecido periorbitário, em coelhos, frente ao uso de uma membrana de polidioxanona (PDO) nacional (Plenum Guide). O ensaio foi realizado em 17 coelhos, da espécie *Oryctolagus Cuniculus*, em que uma das órbitas foi submetida a exposição cirúrgica da bolha alveolar e posicionamento da membrana de PDO em formato circular com 8mm de diâmetro e espessura de 1mm; e na órbita contralateral, foi posicionada uma folha de titânio (FT) (Surgitime Titanium Seal) de 8mm de diâmetro e 0.04mm espessura, servindo ao propósito de controle positivo. As órbitas foram avaliadas para identificação do perfil inflamatório (neutrófilos, plasmócitos, linfócitos e vasos sanguíneos) e mensuração do tecido de granulação ao redor dos implantes, em 7, 15 e 60 dias. Complicações pós-operatórias como proptose clinicamente relevante, inflamação incompatível, edema, sangramento ou abscesso não foram observados em nenhuma das amostras durante as avaliações clínicas. A avaliação histológica não revelou, em nenhum dos grupos, destruição óssea local, formação de granulomas, fibrose, necrose tecidual ou sinais de neoangiogênese patológica com edema ou exsudação. O grupo PDO apresentou maior quantidade de plasmócitos no período de 7 dias em comparação com o grupo FT ( $p= 0.012$ ). No período de 15 dias, o grupo PDO apresentou maior quantidade de linfócitos ( $p= <.001$ ), neutrófilos ( $p= <.001$ ) e plasmócitos ( $p= <0.004$ ) em comparação com o grupo FT. A análise da área do tecido de granulação revelou maior média ao redor do PDO nos períodos de 7 e 15 dias ( $p= 0.009$  e  $p= <.001$ ). A avaliação da PDO não sofreu alterações significativas entre os períodos, já o grupo FT revelou diminuição significativa entre o período de 7 e 15 dias ( $p= 0.041$ ) e sem alterações entre 15 e 60 dias. Aos 60 dias, nenhum remanescente da membrana de PDO foi observado em nenhuma das amostras e o tecido local não apresentou sinais de fibrose ou deterioração local. Considerando as limitações deste estudo, concluímos que a membrana de PDO causou um processo inflamatório maior que a FT, entretanto, essa inflamação não se estendeu aos tecidos periorbitais adjacentes e não levou a alterações clínicas relevantes durante o período de acompanhamento pós-operatório.

**Palavras – chave:** Traumatismos oculares. Fraturas Orbitárias. Polidioxanona.

Marola LHG. Evaluation of Polydioxanone sheet for orbital reconstruction: a study in animal model [tese de doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2024.

## **ABSTRACT**

Orbital trauma is a frequent trauma in the routine of Oral and Maxillofacial Surgery, requiring constant technical and material improvement. The use of absorbable implants in these traumas has been shown to be beneficial, but it is still not widespread in Brazil. This study aimed to evaluate the inflammatory profile, measure the peri-implant granulation tissue area, and the periorbital tissue's behavior in rabbits using a national polydioxanone membrane (PDO) (Plenum Guide). The assay was conducted in 17 rabbits, of the species *Oryctolagus Cuniculus*, in which one of the orbits was submitted to surgical exposure of the alveolar bulla and positioning of the PDO membrane in a circular shape with 8mm diameter and thickness of 1mm. In the contralateral orbit, a titanium sheet (FT) was positioned (Surgitime Titanium Seal) of 8mm diameter and 0.04mm thickness, serving the purpose of positive control. The orbits were evaluated to identify the inflammatory profile (neutrophils, plasma cells, lymphocytes, and blood vessels) and to measure the granulation tissue around the implants, at 7, 15, and 60 days. Postoperative complications such as clinically relevant proptosis, mismatched inflammation, edema, bleeding, or abscess were not observed in any samples during clinical evaluations. Histological evaluation did not reveal, in any of the groups, local bone destruction, granuloma formation, fibrosis, tissue necrosis, or signs of pathological neoangiogenesis with edema or exudation. The PDO group had a higher number of plasma cells in the 7 days compared to the FT group ( $p= 0.012$ ). In the 15 days, the PDO group had a higher number of lymphocytes ( $p= <,001$ ), neutrophils ( $p= <,001$ ), and plasma cells ( $p= <0.004$ ) compared to the FT group. The analysis of the granulation tissue area revealed a higher mean around the PDO in the periods of 7 and 15 days ( $p= 0.009$  and  $p= <.001$ ). The PDO assessment did not suffer significant changes between the periods, whereas the FT group showed a significant decrease between the period of 7 and 15 days ( $p= 0.041$ ) and no changes between 15 and 60 days. At 60 days, no remnants of the PDO membrane were observed in any of the samples and the local tissue showed no signs of fibrosis or local deterioration. Considering the limitations of this study, we conclude that the PDO membrane caused a greater inflammatory process than TF, however, this inflammation did not extend to adjacent periorbital tissues and did not lead to relevant clinical changes during the postoperative follow-up period.

**Keywords:** Eye Injuries. Orbital Fractures. Polydioxanone.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>1.1 Classificação das Fraturas Orbitárias.....</b>	<b>12</b>
<b>1.2 Biomateriais .....</b>	<b>13</b>
<b>1.2.1 Malhas de titânio.....</b>	<b>16</b>
<b>1.2.2 Polidioxanona (PDO) .....</b>	<b>17</b>
<b>1.3 Lacuna de Literatura.....</b>	<b>18</b>
<b>2 PROPOSIÇÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODO.....</b>	<b>20</b>
<b>3.1 Cálculo Amostral.....</b>	<b>20</b>
<b>3.2 Seleção da Amostra .....</b>	<b>21</b>
<b>3.3 Procedimento Cirúrgico.....</b>	<b>22</b>
<b>3.4 Eutanásia .....</b>	<b>26</b>
<b>3.5 Processamento Histológico .....</b>	<b>26</b>
<b>3.6 Análise Histológica .....</b>	<b>28</b>
<b>3.6.1 Perfil inflamatório.....</b>	<b>28</b>
<b>3.6.2 Área de granulação .....</b>	<b>29</b>
<b>3.7 Análise Estatística.....</b>	<b>31</b>
<b>3.7.1 Perfil inflamatório.....</b>	<b>31</b>
<b>3.7.2 Área de granulação .....</b>	<b>31</b>
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>32</b>
<b>4.1 Avaliação Intergrupos - Período de 7 Dias.....</b>	<b>34</b>
<b>4.1.1 Perfil inflamatório – 7 dias.....</b>	<b>35</b>
<b>4.1.2 Área de granulação – 7 dias .....</b>	<b>35</b>
<b>4.2 Avaliação Intergrupos - Período de 15 Dias.....</b>	<b>36</b>
<b>4.2.1 Perfil inflamatório – 15 dias.....</b>	<b>37</b>

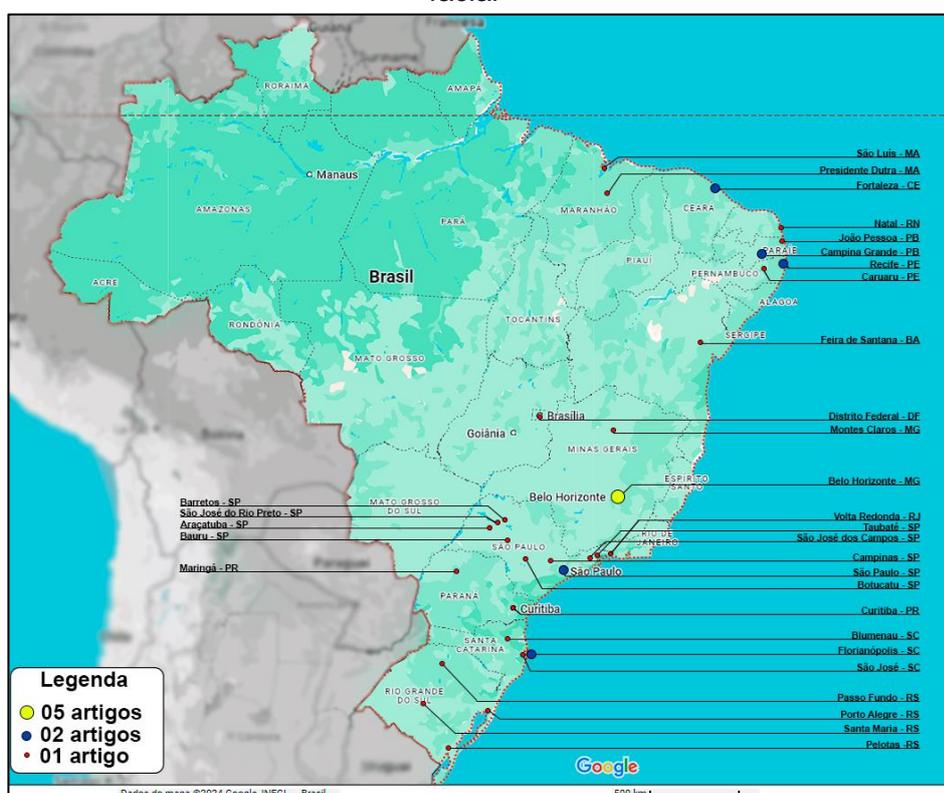
4.2.2 Área de granulação – 15 dias .....	38
4.3 Avaliação Intergrupos - Período de 60 Dias.....	39
4.4 Avaliação Intragrupo PDO .....	40
4.4.1 Perfil inflamatório .....	41
4.4.2 Área de granulação .....	41
4.5 Avaliação Intragrupo FT .....	42
4.5.1 Perfil inflamatório .....	42
4.5.2 Área de granulação .....	43
4.6 Avaliação Geral da Resposta Inflamatória .....	44
5 DISCUSSÃO .....	46
5.1 Ensaio Animais Anteriores.....	46
5.2 Principais Preocupações Com a PDO .....	47
5.2.1 Estabilidade estrutural.....	48
5.2.2 Resposta biológica.....	48
5.3 Recomendações Para Estudos Futuros.....	50
6 CONCLUSÃO .....	51
REFERÊNCIAS.....	52
ANEXO A – APROVAÇÃO NO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA .....	61
ANEXO B – CHECKLIST ARRIVE 2.0 .....	62

## 1 INTRODUÇÃO

As fraturas faciais são um problema de saúde pública. Este tipo de trauma é debilitante e potencialmente perigoso, além de ser numeroso e oneroso ao sistema de saúde. Os custos do tratamento da vítima de trauma facial incluem diárias hospitalares, medicamentos, disponibilização de recursos humanos, sala de centro cirúrgico, tratamentos de reabilitação e em alguns casos, o valor dos materiais de órtese e prótese supera os anteriores<sup>1,2</sup>.

Dentre as fraturas faciais, é necessária atenção especial ao trauma orbitário. A respeito de sua epidemiologia, a maior parte da literatura nacional publicada é heterogênea e não permite uma síntese de dados. Em um levantamento parcial da literatura<sup>3-42</sup>, com a distribuição geográfica vista na Figura 1, encontramos um total de 23.212 pacientes, o acometimento foi majoritariamente no sexo masculino (74.14%), e as fraturas orbitárias isoladas, quando relatadas, foram encontradas desde baixos índices (<5%)<sup>4,5,8,10,17,22,27,38</sup> até quantidades relevantes, como 14<sup>6</sup> e 17%<sup>26</sup>.

**Figura 1** – Localização das publicações encontradas sobre etiologia e epidemiologia do trauma facial



Fonte: Mapa base retirado de <https://google.com/maps>. Edições de elaboração própria.

Como visto, as fraturas orbitárias são frequentes, podem causar alterações visuais, importantes deformidades faciais e o tratamento ainda não possui um consenso na literatura<sup>43-46</sup>. As principais discussões estão em torno do tamanho mínimo do defeito para causar uma repercussão clínica que indique a cirurgia<sup>47,48</sup>, qual o melhor momento operatório<sup>48-53</sup> e qual material utilizar<sup>43,44,46,54-64</sup>.

Atualmente, as malhas de titânio são os implantes mais utilizados para este fim, e apresentam excelentes resultados. Entretanto, visto sua permanência por toda vida do paciente, é essencial que o cirurgião disponha de opções absorvíveis que possam ser utilizadas em pacientes pediátricos<sup>65,66</sup>, em praticantes de esporte de contato, e quando o suporte estrutural da órbita não foi comprometido, como em fraturas tipo Jaquiéry<sup>67</sup> I.

Uma pesquisa feita com PDO no passado não obteve bons resultados<sup>68</sup> e isso gerou muitas discussões sobre a indicação deste implante em reconstruções orbitárias. O material seguiu sendo pesquisado, algumas propriedades foram mais bem compreendidas<sup>69,70</sup>, as indicações mais delimitadas e os resultados obtidos foram melhores e mais estáveis<sup>44,46,59,60</sup>. Porém, levando em consideração os resultados de Kontio et al. 2001<sup>68</sup>, entendemos ser necessário uma melhor avaliação do comportamento histológico deste material quando em contato com a periórbita e tecidos oculares, que até o momento, não estão bem esclarecidos na literatura.

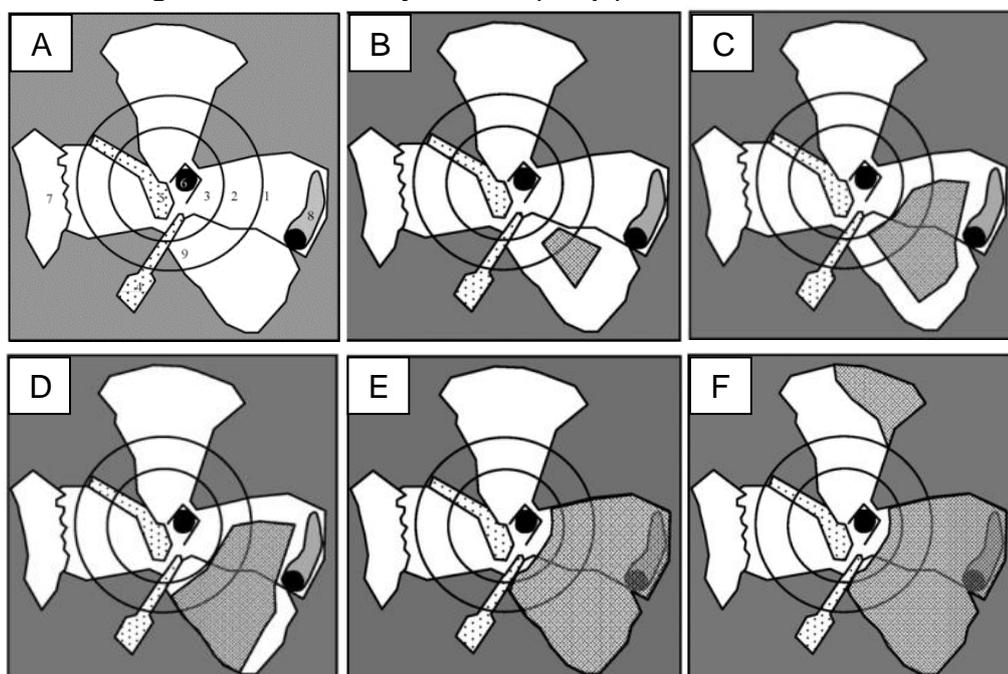
Portanto, o objetivo deste ensaio em modelo animal, foi compreender melhor o processo de reparo da periórbita em contato com uma membrana de PDO, desenvolvida por empresa nacional, nas reconstruções orbitárias, e assim fornecer mais dados que possam contribuir para a criação de novos protocolos/produtos para a utilização deste material.

### **1.1 Classificação das Fraturas Orbitárias**

Como forma de padronizar o local e extensão das fraturas de órbita, Jaquiéry et al.<sup>67</sup> (2007) publicaram uma classificação após análise retrospectiva de 83 fraturas orbitárias. A classificação divide a órbita em três áreas de profundidade (Figura – 2A), sendo a área 1 mais próxima ao rebordo periorbitário; a área 2 representa a região intermediária e a área 3 mais próxima ao ápice orbitário. Também dispõe de cinco categorias, sendo a Categoria I (Figura – 2B): defeitos isolados do assoalho ou parede

medial, 1-2cm<sup>2</sup>, na área 1 e/ou 2; Categoria II (Figura – 2C): defeitos do assoalho e/ou parede medial, >2cm<sup>2</sup>, na área 1 e/ou 2, com a preservação da borda óssea medial da fissura orbitária inferior; Categoria III (Figura – 2D): defeitos do assoalho e/ou parede medial, >2cm<sup>2</sup>, na área 1 e/ou 2, com a destruição da borda óssea medial da fissura orbitária inferior; Categoria IV (Figura – 2E): defeitos de todo assoalho orbitário e parede medial com extensão a área 3 e borda óssea medial da fissura orbitária inferior ausente; Categoria V (Figura – 2F): o mesmo que a categoria IV com extensão ao teto orbitário.

**Figura 2 – Classificação de Jaquiéry para fraturas orbitárias**



Fonte: Imagens retiradas do trabalho de Jaquiéry et al.<sup>67</sup> (2007).

## 1.2 Biomateriais

As qualidades que um material ideal deve apresentar para reconstruções orbitárias, são: biocompatibilidade; permitir uma fácil modelagem para adaptação ao assoalho orbitário; ser radiopaco; permanecer estável; não gerar um sítio doador; ser quimicamente inerte; não alergênico; não carcinogênico; estar amplamente disponível; não transmitir doenças cruzadas; permitir fixação passiva na posição desejada; ser absorvível; resistente a infecção; não dispor de bordas cortantes; apresentar uma superfície lisa; apresentar boa incorporação; apresentar fácil remoção

se for necessário; permitir a drenagem dos fluídos orbitários e por fim, ser osteoindutor/osteocondutor<sup>43,44,54,57,61,71,72</sup>.

Sobre os biomateriais que temos atualmente para reconstruções orbitárias, podemos dividi-los em cinco grandes grupos: materiais biológicos (enxertos autógenos – osso, cartilagem e fáscia temporal –, heterógenos – fáscia irradiada, dura-máter e cartilagem liofilizada – ou xenógenos – membrana de colágeno –); cerâmicas biológicas (vidro bioativado e hidroxiapatita porosa); metais (titânio e ligas de cobalto); polímeros (silicone, nylon, politetrafluoroetileno, carboximetilcelulose, polietileno poroso, ácido poliláctico, ácido poliglicólico, polidioxanona e poligalactina) e os compósitos que são resultados da fusão de alguns materiais com a finalidade de anular os pontos indesejáveis ou somar características positivas<sup>43,54</sup>.

Dentre as opções de implantes, em uma recente *overview* de revisões sistemáticas publicada pela nossa equipe<sup>73</sup>, não encontramos evidências de moderada ou alta qualidade sobre a superioridade de um biomaterial absorvível em relação aos demais nas reconstruções orbitárias. Das 14 revisões sistemáticas analisadas, sete apresentaram alto risco de viés pela ferramenta ROBIS, e todas foram classificadas com baixa qualidade pela ferramenta AMSTAR 2. Observamos que, apesar de baixa qualidade de evidência, mas com forte recomendação de adesão, fraturas orbitárias extensas ou que envolvam pilares ósseos requerem maior suporte estrutural para sua reconstrução, idealmente com implantes não absorvíveis, rígidos e com possibilidade de modelagem com acurácia. Apesar de não preencher critérios de evidência, os enxertos com osso mandibular autógeno e reconstruções com implantes de silicone mostraram maiores índices de complicações e seu uso clínico deveria aguardar novos ensaios controlados para melhorar a qualidade dos dados. O quadro adaptado do sistema GRADE, usado no trabalho citado, está disponível no Quadro 1.

Quadro 1 – Quadro adaptado do sistema GRADE para evidências

Outcomes	SRs	Evidence found	Quality of evidence	Strength of recommendation
Enophthalmos	Gunarajah and Samman 2013 [16], Dubois <i>et al.</i> 2015 [17], Ramesh <i>et al.</i> 2018 [19], Bourry <i>et al.</i> 2020 [22]	Combined orbital fractures or those involving bony pillar fractures benefit from more rigid, non-absorbable, and accurate orbital implants.	⊕⊕⊕⊖ <b>LOW</b> Reasons: Heterogeneities, bias in primary studies and SR, low-quality review and primary studies, and overlap of primary studies.	<b>STRONG RECOMMENDATION</b> Understanding the need for mechanical support in more extensive fractures has become an axiom in reconstructive surgeries. Despite the low quality of evidence in SRs, based on the knowledge available thus far, we understand this approach is safer for the patient. Furthermore, these implants are widely available in trauma centers.
	Murray-Douglass <i>et al.</i> 2022 [26]	3D printed implants, contour models, and surgical planning are effective in reducing postoperative enophthalmos	⊕⊖⊖⊖ <b>VERY LOW</b> Reasons: Heterogeneities, low-quality, and bias in primary studies, low-quality review, and the impossibility of isolating the benefit from other confounding variables.	<b>STRONG RECOMMENDATION</b> 3D printers have become increasingly accessible and cost-effective. As this laboratory step MAY improve postoperative outcomes, we see no reason not to recommend its use.
Diplopia	Wan <i>et al.</i> 2015 [18]	Mirror image overlay, intraoperative navigation, and individualized preformed CAD/CAM implant may improve diplopia.	⊕⊖⊖⊖ <b>VERY LOW</b> Reasons: small sample, studies heterogeneities, and low-quality review.	<b>WEAK RECOMMENDATION</b> Although we acknowledge the apparent benefits of these technologies, especially when we consider evidence from related fields, intraoperative navigation, and CAD/CAM still entail the high acquisition and routine use costs. At present, we do not find evidence to support the acquisition of these technologies for use in orbital reconstructions. However, if available in the institution, as it represents a stage that MAY improve postoperative outcomes, there is no reason to not use it.
	Murray-Douglass <i>et al.</i> 2022 [26]	Contour model, mould, and surgical planning effectively reduce postoperative diplopia.	⊕⊖⊖⊖ <b>VERY LOW</b> Reasons: Heterogeneities, bias in primary studies, low-quality review, and the impossibility of isolating the benefit from other confounding variables.	<b>STRONG RECOMMENDATION</b> 3D printers have become increasingly accessible and cost-effective. As this laboratory step MAY improve postoperative outcomes, we see no reason to not recommend its use.
Orbital volume	Maher <i>et al.</i> 2021 [23] <sup>a</sup> Singh <i>et al.</i> 2023 [27] <sup>b</sup>	Manual molding of PSI on 3D-printed models is effective in maintaining postoperative orbital volume close to the contralateral orbit.	⊕⊕⊕⊖ <b>LOW</b> Reasons: unclear quality and bias in primary studies <sup>a</sup> , critically low-quality review <sup>a,b</sup> , high risk of bias review <sup>a</sup> , overlap of primary studies.	<b>STRONG RECOMMENDATION</b> We understand that establishing the orbital volume of the untraumatized orbit in the traumatized one is a surgical goal. Moreover, the access and cost of 3D printers have become increasingly available as they involve a laboratory step that MAY improve postoperative outcomes; we see no reason to not recommend its use.
Infection	Avashia <i>et al.</i> 2012 [15]	Reconstructions performed with autogenous mandibular grafts showed a 9% infection rate.	⊖⊖⊖⊖ <b>DID NOT MEET EVIDENCE CRITERIA.</b> We do not consider it as evidence, merely as a warning.	<b>NO RECOMMENDATIONS</b> This systematic review revealed a series of weaknesses and, did not provide sufficient evidence to make any recommendations. It should serve only as a cautionary note.
ROM or OSTE	-	∅	∅	∅
Miscellaneous complications	Su <i>et al.</i> 2016 [32]	Series of epithelial cysts following orbital reconstruction with silicone implants.	⊖⊖⊖⊖ <b>DID NOT MEET EVIDENCE CRITERIA.</b> We do not consider it as evidence, merely as a warning.	<b>NO RECOMMENDATIONS</b> This systematic review has revealed a series of clinical case reports detailing predominantly silicone-based orbital reconstructions. However, it did not provide sufficient evidence to make any recommendations on this matter; it should serve only as a cautionary note.

∅: No reliable evidence found.  
⊕⊖: Grades of evidence.  
**High quality:** There is strong confidence that the evidence found is close to the truth.  
**Moderate quality:** There is moderate confidence in the evidence found, with low uncertainty in the findings.  
**Low quality:** There is low confidence in the evidence, with uncertainty in the findings.  
**Very low quality:** Confidence in the evidence is very limited, with a significant degree of uncertainty in the findings.

Fonte: Imagem retirada do trabalho de Marola et al.<sup>73</sup> (2024).

Apesar da resposta do hospedeiro ser menor frente ao uso de qualquer tecido autógeno, somado a possibilidade de osteoindução<sup>43,68,74,75</sup>, sempre que possível deve ser evitado um sítio doador, que proporcionará aumento no porte e duração da cirurgia, da morbidade operatória e dos riscos cirúrgicos inerentes ao sítio adicional<sup>55</sup>. A maioria dos implantes utilizados em reconstruções orbitárias ainda apresentam pouca evidência sobre propriedades osteocondutoras, como também é o caso da malha de titânio<sup>76</sup>.

Há uma tendência em recomendar implantes sintéticos para estas reconstruções<sup>55,77</sup>, dentre eles, a malha de titânio e os materiais absorvíveis estão entre os mais apontados na literatura internacional<sup>43,54,64,78</sup>.

### 1.2.1 Malhas de titânio

Ainda que as malhas de titânio sejam os implantes mais utilizados para reconstruções orbitárias e mostrem excelentes índices de sucesso, também apresentam pontos de preocupação. O maior deles é o fato de apresentar uma resistência consideravelmente maior – na versão 0.25mm com  $5.36 \pm 0.25$  N/mm<sup>2</sup> e na versão 0.5mm com  $16.08 \pm 5,17$  – que o osso do assoalho orbitário –  $0.8 \pm 0.49$  N/mm<sup>2</sup><sup>69</sup>, principalmente pela incerteza no comportamento desta malha frente um novo traumatismo no globo. Um relato de caso<sup>79</sup> mostrou extensa deformação da tela de titânio após novo trauma facial (Figura 4), e uma análise de elementos finitos demonstrou haver uma tendência de deslocamento da porção disto-medial tela em direção ao cone orbitário<sup>80</sup>. Por fim, nos casos da necessidade de reoperação, normalmente existe uma firme adesão de tecido cicatricial ao material, o que dificulta sua remoção e gera trauma adicional ao paciente<sup>54</sup>.

**Figura 4** – Caso clínico descrito por Foletti & Scolozzi<sup>79</sup> (2017)



**A.** Tomografia pós-operatória da primeira intervenção em 2015. **B.** Tomografia de admissão do mesmo paciente após novo trauma (agressão física) em 2017.

Fonte: Imagem retirada do trabalho de Foletti & Scolozzi<sup>79</sup> (2017).

### 1.2.2 Polidioxanona (PDO)

Como uma opção absorvível, a PDO é um polímero de poliéster alifático semicristalino totalmente absorvido por hidrólise em até 1 ano, mas com decréscimo de 50% de sua sustentação após a 3ª semana<sup>43,44,64</sup>. Em sua versão de 0.15mm apresentou força tênsil inicial de  $2.57 \pm 0.32$  N/mm<sup>2</sup>. Como parâmetro, o conteúdo orbitário pesa aproximadamente 30g, exercendo uma força de 0.0005N/mm<sup>2</sup> no assoalho orbitário<sup>69</sup>. Além de ter seu uso estudado em reconstruções orbitárias<sup>44,46,58-61,63,68,71,81-83</sup>, a PDO é utilizada em suturas reabsorvíveis<sup>84,85</sup>, em fios para estética facial<sup>86</sup>, em reconstruções alveolares<sup>87-89</sup>, reparos de base de crânio em cirurgias endoscópicas<sup>90</sup>, e cirurgias da cavidade nasal, como septoplastia e rinoplastia<sup>91</sup>.

A literatura diverge sobre o uso de PDO para reconstruções orbitárias. Os trabalhos têm sugerido que por ser um material com rápido decréscimo de força tênsil, deveriam ser utilizados apenas em defeitos Jaquiéry I<sup>46,60-62,71</sup>, outros sugerem que podem ser utilizados em defeitos Jaquiéry II/III<sup>43-45,59,64,78</sup> e alguns artigos demonstram que o material tem mais desvantagens que benefícios nas reconstruções orbitárias<sup>50,68,74,92</sup>, afirmação que segundo Marola et al.<sup>73</sup> (2024), falhou em apresentar substrato metodológico de qualidade com controle de viés, ou evidências consistentes que a embasem<sup>73</sup>.

Os resultados desfavoráveis pelo uso da PDO em reconstruções orbitárias relatam ausência de osteocondução, reação de corpo estranho, material excessivamente flexível, rápida reabsorção e que o material não corrige anatomicamente o defeito<sup>50,68,74,92</sup>. Algumas dessas características são inerentes às propriedades do material e ressaltam a importância de uma indicação mais assertiva.

Os resultados negativos mais relevantes relacionados à PDO foram os reportados por Kontio et al.<sup>68</sup> (2001) antes de um conhecimento mais aprofundado das propriedades físico-químicas desse biomaterial e das melhores indicações do uso de PDO em reconstruções orbitárias. O trabalho em questão recrutou 16 pacientes consecutivos (11 homens e 5 mulheres) com fraturas orbitárias, excluindo apenas aqueles com comorbidades sistêmicas ou fraturas "grosseiramente deslocadas". Os critérios de inclusão foram restrição de mobilidade do olho, diplopia, e enoftalmo ou hipoftalmo. Os autores utilizaram acessos transconjuntivais ou subciliares e, após reposicionar o conteúdo orbitário, uma placa redonda (28 mm x 1 mm) ou uma folha (40 mm x 30 mm x 0.25 mm) de PDS Ethicon® foi posicionada para cobrir o defeito.

Nove fraturas foram reconstruídas com placas, seis com folhas, e um caso foi reconstruído com ambos os modelos de implante. A fixação do implante foi realizada, na maioria dos casos, com sutura de PDO no rebordo infraorbitário.

Os pacientes foram avaliados quanto à mobilidade do globo ocular, diplopia, enoftalmo e hipoftalmo nos pós-operatórios de 1, 2, 4, 8, 12 e 36 semanas. Avaliações por tomografia e ressonância magnética foram realizadas no pré e pós-operatório de 2 e 36 semanas. Dos 16 pacientes, seis apresentavam fratura de zigoma associada. Dos nove pacientes com diplopia pré-operatória, quatro permaneceram com diplopia em supravversão ao final das 36 semanas. Dois pacientes tinham enoftalmo pré-operatório, e cinco terminaram com 2 mm e um com 4 mm de enoftalmo até o final do estudo. Cinco pacientes apresentaram hipoftalmo pré-operatório e sete finalizaram as 36 semanas com 2 mm de hipoftalmo. Três pacientes terminaram com ambos os sinais (enoftalmo e hipoftalmo). Apenas um dos quatro pacientes com diplopia teve enoftalmo de 2 mm. Segundo os autores, não houve formação óssea no acompanhamento tomográfico. A ressonância magnética pós-operatória de 36 semanas mostrou 13 casos de protusão gordurosa, seis casos de irritação da membrana do seio maxilar, três casos de gás ao redor do implante e fibrose maior que 6 mm em sete casos<sup>68</sup>.

O trabalho de Kontio et al.<sup>68</sup> (2001) foi de grande importância para a PDO, pois muitas das limitações do biomaterial foram identificadas e embasaram estudos subsequentes. Baumann et al.<sup>59</sup> (2002) sugeriram evitar o uso de PDO na presença de periórbitas amplamente laceradas com exposição da gordura intraconal, devido ao risco de inflamação e adesões nesse importante corpo adiposo que favorece o pleno funcionamento das polias orbitárias. Posteriormente, diversos estudos indicaram que a reconstrução orbitária com PDO é recomendada para defeitos pequenos, menores que 2 cm<sup>2</sup> ou classificados como Jaquiéry I/II com bons resultados clínicos<sup>44,59,60</sup>, inclusive com um trabalho tendo acompanhado o material por 12 anos<sup>46</sup>.

### **1.3 Lacuna de Literatura**

Após o trabalho de Kontio et al.<sup>68</sup> (2001), outros trabalhos foram publicados com indicações mais precisas e, conseqüentemente, melhores resultados. No entanto, a questão relacionada à inflamação permanece como uma lacuna significativa na literatura.

## **6 CONCLUSÃO**

Este estudo mostrou que, apesar de apresentar uma inflamação de maior área e densidade celular, o processo inflamatório decorrente do PDO não se estendeu aos tecidos periorbitários, não apresentou formação de granulomas, fibroses, necrose tecidual, neoangiogenese patológica com edema e exsudação, reabsorção óssea local, ou alterações clínicas dignas de nota.

## REFERÊNCIAS

1. Melione LPR, Mello-Jorge MHP de. Gastos do Sistema Único de Saúde com internações por causas externas em São José dos Campos, São Paulo, Brasil. *Cad Saude Publica*. 2008; 24(8): 1814–24.
2. Siqueira SP, Lauxen JR, De Conto F, Barbosa Avila VJ. Gastos financeiros do Sistema Único de Saúde em pacientes com traumatismo facial. *Rev Ciências Médicas e Biológicas*. 2016; 15(1): 27–33.
3. Marola LHG, Cassol J, Burigo F, Bomente FF, Chiarelli M. Etiologia do trauma facial: uma análise aprofundada entre 2016 e 2019 em Florianópolis/SC. *Rev cir traumatol buco-maxilo-fac*. 2021; 21(3): 12–8.
4. Deus DP de, Pinho K, Teixeira AL de S. Levantamento epidemiológico das fraturas faciais no Hospital Regional de Urgência e Emergência de Presidente Dutra - MA. *Rev cir traumatol buco-maxilo-fac*. 2015; 15(3): 15–20.
5. Silva JJ de L, Lima AAAS, Melo IFS, Maia RCL, Pinheiro Filho TR de C. Trauma facial: análise de 194 casos. *Rev Bras Cir Plástica*. 2011; 26(1): 37–41.
6. Lopes ALC, Rangel CLG, Paiva KG, Camara THQ, Ferreira MÂF. Prevalência dos traumas buco-faciais em pacientes atendidos no Hospital Walfredo Gurgel (Natal-Rio Grande do Norte). *Rev cir traumatol buco-maxilo-fac*. 2011; 11(2): 123–30.
7. Marques AC, Guedes LJ, Sizenando RP. Incidência e etiologia das fraturas de face na região de Venda Nova – Belo Horizonte, MG – Brasil. *Rev Med Minas Gerais*. 2010; 20(4): 500–2.
8. Carvalho TBO, Cancian LRL, Marques CG, Piatto VB, Maniglia JV, Molina FD. Six years of facial trauma care: an epidemiological analysis of 355 cases. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2010; 76(5): 565–74.
9. Junior JCM, Keim FS, Helena ET de S. Epidemiological characteristics of trauma patients maxillofacial surgery at the Hospital Geral de Blumenau SC from 2004 to 2009. *Intl Arch Otorhinolaryngol*. 2010; 14(2): 192–8.
10. Cavalcante JR, Guimarães KB, Vasconcelos BC do E, Vasconcellos RJ de H. Estudo epidemiológico dos pacientes atendidos com trauma de face no Hospital Antônio Targino - Campina Grande/Paraíba. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2009; 75(5): 628–33.
11. Cavalcanti AL, de Lima IJD, Leite RB. Perfil dos pacientes com fraturas maxilo-faciais atendidos em um hospital de emergência e trauma, João Pessoa, PB, Brasil. *Pesqui Bras Odontopediatria Clin Integr*. 2009; 9(3): 339–45.
12. Silva JJ de L, Lima AAAS, Torres SM. Fraturas de face: análise de 105 casos. *Rev Bras Cir Craniomaxilofac*. 2009; 12(1): 16–20.

13. Motta MM. Análise epidemiológica das fraturas faciais em um hospital secundário. *Rev Bras Cir Plást.* 2009; 24(2): 162–9.
14. Faverani LP, Jardim ÉCG, Gulinelli JL, Queiroz TP, Panzarini SR, Garcia Júnior IR, et al. Traumas faciais : estudo retrospectivo de 1190 casos na região de Araçatuba. *Rev Bras Cir Cabeça Pescoço.* 2009; 38(1): 22–5.
15. Pereira Marques N, Marzola C, Pastori CM, Toledo Filho JL, Zorzetto DLG, Capelari MM, et al. Etiologia e incidências das fraturas faciais no serviço de cirurgia e traumatologia bucomaxilofacial do Hospital de Base de Bauru - São Paulo - Brasil. *Rev Odontol.* 2014; 14(2): 73–86.
16. Pereira MD, Krenski T, Santos R de A, Ferreira LM. Trauma craniofacial: perfil epidemiológico de 1223 fraturas atendidas entre 1999 e 2005 no Hospital São Paulo – UNIFESP-EPM. *Rev Soc Bras Cir Craniomaxilofac.* 2008; 11(2): 47–50.
17. Maliska MC de S, Júnior SML, Gil JN. Analysis of 185 maxillofacial fractures in the state of Santa Catarina, Brazil. *Braz Oral Res.* 2009; 23(3): 268–74.
18. Menezes MM, Yui KCK, Araujo MAM, Valera MC. Prevalência de traumatismos maxilo-faciais e dentais em pacientes atendidos no pronto-socorro municipal de São José Dos Campos/SP. *Rev Odonto Ciência.* 2007; 22(57): 210–6.
19. Macedo JLS de, Camargo LM De, Almeida PF de, Rosa SC. Perfil epidemiológico do trauma de face dos pacientes atendidos no pronto socorro de um hospital público. *Rev Col Bras Cir.* 2008; 35(1): 9–13.
20. Montovani JC, Campos LMP De, Gomes MA, Moraes VRS De, Ferreira FD, Nogueira EA. Etiologia e incidência das fraturas faciais em adultos e crianças: experiência em 513 casos. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2006; 72(2): 235–41.
21. Brasileiro BF, Passeri LA. Epidemiological analysis of maxillofacial fractures in Brazil: a 5-year prospective study. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* 2006; 102(1): 28–34.
22. Rodrigues FHOC, Miranda ES de, Souza VE de M e, Castro VM de, Oliveira DRF de, Leão CEG. Avaliação do trauma bucomaxilofacial no Hospital Maria Amélia Lins da Fundação Hospitalar do Estado de Minas Gerais. *Rev Soc Bras Cir Plást.* 2006; 21(4): 211–6.
23. Falcão MFL, Segundo AVL, Silveira MMF. Estudo epidemiológico de 1758 fraturas faciais tratadas no Hospital da Restauração, Recife/PE. *Rev Cir Traumatol Buco-Maxilo-Fac.* 2005; 5(3): 65–72.
24. Portolan M, Torriani MA. Estudo de prevalência das fraturas buco-maxilo-faciais na região de Pelotas. *Rev Odonto Ciência.* 2005; 20(47): 63–8.
25. Leite Segundo AV, Campos MV de S, Vasconcelos BC do E. Perfil epidemiológico de pacientes portadores de fraturas faciais. *Rev Ciênc Méd.* 2005; 14(4): 345–50.

26. Bortoli MM de, Eidt JMS, Engelmann JL, Rocha FD, Conto F de. Trauma maxilofacial: avaliação de 1385 casos de fraturas de face na cidade de Passo Fundo-RS. *Rev Cir Traumatol Buco-Maxilo-Fac.* 2014; 14(2): 87–94.
27. Wulkan M, Parreira Junior JG, Botter DA. Epidemiologia do trauma facial. *Rev Assoc Med Bras.* 2005; 51(5): 290–5.
28. Krause RG da S, Silva Júnior AN, Schneider LE, Aguiar RC de, Smidt R. Etiologia e incidência das fraturas faciais: estudo prospectivo de 108 pacientes. *R Ci méd biol.* 2004; 3(2): 188–93.
29. Camarini ET, Pavan AJ, Iwaki Filho L, Barbosa CEB. Estudo epidemiológico dos traumatismos bucomaxilofaciais na região metropolitana de Maringá-PR entre os anos de 1997 e 2003. *Rev Cir e Traumatol Buco-Maxilo-Facial.* 2004; 4(2): 131–5.
30. Chrcanovic BR, Freire-Maia B, Souza LN de, Araújo V de O, Abreu MHNG de. Facial fractures: a 1-year retrospective study in a hospital in Belo Horizonte. *Braz oral res.* 2004; 18(4): 322–8.
31. Rebellato NLB. Análise epidemiológica das fraturas faciais em um serviço da cidade de Curitiba-PR, de janeiro de 1986 a dezembro de 2000. Universidade Estadual de Campinas; 2003.
32. Silva JJ da, Nascimento MMM do, Machado RA. Perfil dos traumatismos maxilofaciais no serviço de CTBMF do Hospital Da Restauração – Recife – PE. *Int J Dent.* 2003; 2(2): 244–9.
33. Claro FA. Prevalência de fraturas maxilo-faciais na cidade de Taubaté: revisão de 125 casos. *Rev biociênc.* 2003; 9(4): 31–7.
34. Cavalcanti AV, Cavalcante JR, Cavalcanti AL. Fraturas faciais em pacientes atendidos no Hospital Antonio Targino - PB. *Rev facul Odont.* 2003; 9(1): 52–6.
35. Guidi M de C, Amaral CMR do. Estudo retrospectivo das fraturas faciais atendidas pela disciplina de cirurgia plástica da FCM - UNICAMP no período de maio de 1994 a maio de 2001. Universidade Estadual de Campinas; 2002.
36. Mota VC, Aguiar EG de, Dutra CEA. Levantamento sobre os atendimentos de trauma facial realizado em hospital de pronto socorro. *RGO.* 2001; 49(4): 187–90.
37. Gonzaga F, Santos AMB. Estudo dos traumas de face atendidos e tratados cirurgicamente no Hospital Regional de São José Dr. Homero de Miranda Gomes, no ano de 2012. Universidade Federal de Santa Catarina; 2013.
38. Scannavino FLF, Santos F de S dos, Novo Neto JP, Novo LP. Epidemiological analysis of maxillofacial trauma of an emergency service. *Rev Cir e Traumatol Buco-Maxilo-Facial.* 2013; 13(4): 95–100.

39. Noronha Filho OL de, Valente C, Kozlowski K. Etiologia e incidência das fraturas faciais: análise de 152 casos. *Rev da Univ Val do Rio Verde*. 2012; 10(1): 117–23.
40. Oliveira JCS de, Bastos EG, Rabêlo Júnior PMS, Rabêlo LRS, Camelo J. Fraturas faciais no Hospital Universitário Presidente Dutra, São Luís – MA. *Rev Cir Traumatol Buco-Maxilo-Fac*. 2011; 11(4): 97–102.
41. Freitas DA, Caldeira LV, Pereira ZM, Silva ADM, Freitas VA, Antunes SLNO. Estudo epidemiológico das fraturas faciais ocorridas na cidade de Montes Claros/MG. *Rev Bras Cir Cabeça Pescoço*. 2009; 38(2): 113–5.
42. Stolz ASB, Meller FB, Quesada GA, Bergoli C, Escobar CAB, Martins EM. Análise epidemiológica de fraturas bucomaxilofaciais em pacientes atendidos no Hospital Universitário de Santa Maria-HUSM : um estudo retrospectivo. *Rev Odontol Bras Cent*. 2011; 20(53): 129–35.
43. Gunarajah DR, Samman N. Biomaterials for repair of orbital floor blowout fractures: a systematic review. *J Oral Maxillofac Surg*. 2013; 71(3): 550–70.
44. Gierloff M, Karl Seeck NG, Springer I, Becker S, Kandzia C, Wiltfang J. Orbital floor reconstruction with resorbable polydioxanone implants. *J Craniofac Surg*. 2012; 23(1): 161–4.
45. Holtmann H, Eren H, Sander K, Kübler NR, Handschel J. Orbital floor fractures - short- and intermediate-term complications depending on treatment procedures. *Head Face Med*. 2016; 12(1): 1–6.
46. Beck-Broichsitter BE, Acar C, Kandzia C, Jochens A, Wiltfang J, Becker ST. Reconstruction of the orbital floor with polydioxanone: a long-term clinical survey of up to 12 years. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2015; 53(8): 736–40.
47. Dubois L, Steenen SA, Gooris PJJ, Mourits MP, Becking AG. Controversies in orbital reconstruction - I. defect-driven orbital reconstruction: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2015; 44(3): 308–15.
48. Kunz C, Sigron GR, Jaquiéry C. Functional outcome after non-surgical management of orbital fractures-the bias of decision-making according to size of defect: critical review of 48 patients. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2013; 51(6): 486–92.
49. Dubois L, Steenen SA, Gooris PJJ, Mourits MP, Becking AG. Controversies in orbital reconstruction - II. timing of post-traumatic orbital reconstruction: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2014; 44(4): 433–40.
50. Kontio R, Lindqvist C. Management of Orbital Fractures. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. 2009; 21(2): 209–20.
51. Hawes MJ, Dortzbach RK. Surgery on orbital floor fractures: influence of time of repair and fracture size. *Ophthalmology*. 1983; 90(9): 1066–70.

52. Dal Canto AJ, Linberg J V. Comparison of orbital fracture repair performed within 14 days versus 15 to 29 days after trauma. *Ophthal Plast Reconstr Surg*. 2008; 24(6): 437–43.
53. Ben Simon GJ, Syed HM, McCann JD, Goldberg RA. Early versus late repair of orbital blowout fractures. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. 2009; 40(2): 141–8.
54. Dubois L, Steenen SA, Gooris PJJ, Bos RRM, Becking AG. Controversies in orbital reconstruction - III. biomaterials for orbital reconstruction: a review with clinical recommendations. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2016; 45(1): 41–50.
55. Nowinski D, Messo E, Hedlund A. Treatment of orbital fractures: evaluation of surgical techniques and materials for reconstruction. *J Craniofac Surg*. 2010; 21(4): 1033–7.
56. Kontio RK, Laine P, Salo A, Paukku P, Lindqvist C, Suuronen R. Reconstruction of internal orbital wall fracture with iliac crest free bone graft: clinical, computed tomography, and magnetic resonance imaging follow-up study. *Plast Reconstr Surg*. 2006; 118(6): 1365–74.
57. Mok D, Lessard L, Cordoba C, Harris PG, Nikolis A. A review of materials currently used in orbital floor reconstruction. *Can J Plast Surg*. 2004; 12(03): 134–40.
58. Jank S, Emschoff R, Schuchter B, Strobl H, Brandlmaier I, Norer B. Orbital floor reconstruction with flexible Ethisorb patches: a retrospective long-term follow-up study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2003; 95(1): 16–22.
59. Baumann A, Burggasser G, Gauss N, Ewers R. Orbital floor reconstruction with an alloplastic resorbable polydioxanone sheet. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2002; 31(4): 367–73.
60. Dietz A, Dacho A, Althof F, Ziegler CM, Kolling G, H VB, et al. Effectiveness of a new perforated 0.15 mm poly-p-dioxanon-foil versus titanium-dynamic mesh in reconstruction of the orbital floor. *J Cranio-Maxillofacial Surg*. 2001; 29(2): 82–8.
61. Iizuka T, Mikkonen P, Paukku P, Lindqvist C. Reconstruction of orbital floor with polydioxanone plate. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 1991; 20(2): 83–7.
62. Bourry M, Hardouin JB, Fauvel F, Corre P, Lebranchu P, Bertin H. Clinical evaluation of the efficacy of materials used for primary reconstruction of orbital floor defects: meta-analysis. *Head Neck*. 2020; 43(2): 679–90.
63. Steinmassl O, Laimer J, Offermanns V, Wildauer M, Steinmassl PA, Grams AE, et al. Clinical outcome following surgical repair of small versus large orbital floor fractures using polyglactin 910/polydioxanone (Ethisorb®). *Materials (Basel)*. 2020; 13(1): 1–12.
64. Ramesh S, Hubschman S, Goldberg R. Resorbable implants for orbital fractures: a systematic review. *Ann Plast Surg*. 2018; 81(3): 372–9.

65. Azzi J, Azzi AJ, Cugno S. Resorbable material for pediatric orbital floor reconstruction. *J Craniofac Surg*. 2018; 29(7): 1693–6.
66. Valente L, Tieghi R, Elia G, Galiè M. Orbital fractures in childhood. *Ann Maxillofac Surg*. 2019; 9(2): 403–6.
67. Jaquiéry C, Aeppli C, Cornelius P, Palmowsky A, Kunz C, Hammer B. Reconstruction of orbital wall defects: critical review of 72 patients. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2007; 36(3): 193–9.
68. Kontio R, Suuronen R, Salonen O, Paukku P, Konttinen YT, Lindqvist C. Effectiveness of operative treatment of internal orbital wall fracture with polydioxanone implant. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2001; 30(4): 278–85.
69. Birkenfeld F, Behrens E, Kern M, Gassling V, Wiltfang J. Mechanical properties of collagen membranes: are they sufficient for orbital floor reconstructions? *J Cranio-Maxillofacial Surg*. 2015; 43(2): 260–3.
70. Winnand P, Ooms M, Ayoub N, Schick D, Paulßen von Beck F, Hölzle F, et al. The impact of polydioxanone (PDS) foil thickness on reconstruction of the orbital geometry after isolated orbital floor fractures. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2024;
71. Becker ST, Terheyden H, Fabel M, Kandzia C, Möller B, Wiltfang J. Comparison of collagen membranes and polydioxanone for reconstruction of the orbital floor after fractures. *J Craniofac Surg*. 2010; 21(4): 1066–8.
72. Büchel P, Rahal A, Seto I, Iizuka T. Reconstruction of orbital floor fracture with polyglactin 910/polydioxanone patch (Ethisorb): A retrospective study. *J Oral Maxillofac Surg*. 2005; 63(5): 646–50.
73. Marola LHG, Torres LHS, Mochizuki Junior C, Marinho BD, Chiarelli M, Pereira Filho VA. What solid evidence do systematic reviews provide about post-traumatic orbital reconstruction materials? An overview of systematic reviews. *Rev Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*. 2024; 1(7): 47–81.
74. Ellis E, Messo E. Use of nonresorbable alloplastic implants for internal orbital reconstruction. *J Oral Maxillofac Surg*. 2004; 62(7): 873–81.
75. Potter JK, Malmquist M, Ellis E. Biomaterials for reconstruction of the internal orbit. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. 2012; 24(4): 609–27.
76. Hirota M, Ikeda T, Tabuchi M, Nakagawa K, Park W, Ishijima M, et al. Bone generation profiling around photofunctionalized titanium mesh. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2016; 31(1): 73–86.
77. Kirby EJ, Turner JB, Davenport DL, Vasconez HC. Orbital floor fractures: outcomes of reconstruction. *Ann Plast Surg*. 2011; 66(5): 508–12.
78. Avashia YJ, Sastry A, Fan KL, Mir HS, Thaller SR. Materials used for reconstruction after orbital floor fracture. *J Craniofac Surg*. 2012; 23(1): 1991–7.

79. Foletti JM, Scolozzi P. Severe distortion of an orbital titanium mesh implant after recurrent facial trauma: a potential threat to the orbital contents? *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2017; 55(8): 836–8.
80. Foletti JM, Martinez V, Haen P, Godio-Raboutet Y, Guyot L, Thollon L. Finite element analysis of the human orbit. Behavior of titanium mesh for orbital floor reconstruction in case of trauma recurrence. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. 2018; 120(2): 91–4.
81. Kruber D, Hierl T, Doerfler HM, Huempfer-Hierl H, Krause M. Preforming of polydioxanone sheets for orbital wall fractures – a technical note. *J Cranio-Maxillofacial Surg*. 2018; 46(7): 1159–61.
82. Roul-Yvonnet F, Tabchouri N, Cassier S, Constantinescu G, Vazquez MP, Picard A, et al. Children orbital floor fracture: retrospective study, about 34 cases. *Ann Chir Plast Esthet*. 2012; 57(3): 240–4.
83. Blake F, Blessmann M, Smeets R, Friedrich R, Schmelzle R, Heiland M, et al. Long-term follow-up of blowout fractures of the orbital floor reconstructed with a polyglactin 910/PDS implant. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2011; 37(6): 609–13.
84. van Steensel S, van den Hil LCL, Bloemen A, Gijbels MJ, Breukink SO, Melenhorst J, et al. Prevention of incisional hernia using different suture materials for closing the abdominal wall: a comparison of PDS, Vicryl and Prolene in a rat model. *Hernia*. 2019; 24(1): 67–78.
85. Tobias KM, Kidd CE, Mulon PY, Zhu X. Tensile properties of synthetic, absorbable monofilament suture materials before and after incubation in phosphate-buffered saline. *Vet Surg*. 2020; 49(3): 550–60.
86. Suh DH, Jang HW, Lee SJ, Lee WS, Ryu HJ. Outcomes of polydioxanone knotless thread lifting for facial rejuvenation. *Dermatologic Surg*. 2015; 41(6): 720–5.
87. Christgau M, Bader N, Felden A, Gradl J, Wenzel A, Schmalz G. Guided tissue regeneration in intrabony defects using an experimental bioresorbable polydioxanone (PDS) membrane: a 24-month split-mouth study. *J Clin Periodontol*. 2002; 29(8): 710–23.
88. Dörfer CE, Kim TS, Steinbrenner H, Holle R, Eickholz P. Regenerative periodontal surgery in interproximal intrabony defects with biodegradable barriers. *J Clin Periodontol*. 2000; 27(3): 162–8.
89. Eickholz P, Kim T, Steinbrenner H, Dörfer C, Holle R. Guided tissue regeneration with bioabsorbable barriers: intrabony defects and class II furcations. *J Periodontol*. 2000; 71(6): 999–1008.
90. Al-Asousi F, Okpaleke C, Dadgostar A, Javer A. The use of polydioxanone plates for endoscopic skull base repair. *Am J Rhinol Allergy*. 2017; 31(2): 122–6.

91. Kim S, Yang H, Kim TK, Jeong JY, Shin C, Oh SH. In vitro and in vivo biocompatibility and degradability evaluation of modified polydioxanone plate. *J Craniofac Surg.* 2020; 31(7): 2059–62.
92. Kontio R. Treatment of orbital fractures: The case for reconstruction with autogenous bone. *J Oral Maxillofac Surg.* 2004; 62(7): 863–8.
93. Gosau M, Schöneich M, Draenert FG, Ettl T, Driemel O, Reichert TE. Retrospective analysis of orbital floor fractures-complications, outcome, and review of literature. *Clin Oral Investig.* 2011; 15(3): 305–13.
94. du Sert NP, Hurst V, Ahluwalia A, Alam S, Avey MT, Baker M, et al. The arrive guidelines 2.0: updated guidelines for reporting animal research. *Plos Biol.* 2020; 18(7): 1–12.
95. Lee JM, Baek S. Antiadhesive effect of mixed solution of sodium hyaluronate and sodium carboxymethylcellulose after blow-out fracture repair. *J Craniofac Surg.* 2012; 23(6): 1878–83.
96. Olfert E, Cross B, Mc William A. Guide to the care and use of experimental animals. 2º. Olfert ED, Cross BM, McWilliam AA, editors. Vol. 1. Ottawa; 2020. 209 p.
97. Calasans-maia MD, Monteiro ML, Áscoli FO, Granjeiro JM. The rabbit as an animal model for experimental surgery. *Acta Cirúrgica Bras.* 2009; 24(4): 325–8.
98. BRASIL Ministério da Ciência T e I. Diretriz da Prática de Eutanásia do CONCEA. Resolução Normativa CONCEA nº 37, de 15.02.2018 Brasília/DF - 2015 - BRASIL; 2023 p. 1–54.
99. Greenhalgh DG, Sprugel KH, Murray MJ, Ross R. PDGF and FGF stimulate wound healing in the genetically diabetic mouse. *Am J Pathol.* 1990; 136(6): 1235–46.
100. Bassi APF, Bizelli VF, Mendes Brasil LF, Pereira JC, Al-Sharani HM, Momesso GAC, et al. Is the bacterial cellulose membrane feasible for osteopromotive property? *Membranes.* 2020; 10(9): 1–15.
101. Brown M, Lowe DG. Automatic panoramic image stitching automatic 2D stitching. *Int J Comput Vis.* 2007; 74(1): 59-73.
102. Allen HC, Sharma P. Histology, Plasma Cells. In: StatPearls. Treasure Island (FL); 2024
103. Aral AM, Özmen S, Uygur S, Kaya B, Coskun N, Ömeroglu S, et al. Comparison of resorbable mesh (poly l-lactide/glycolic acid) and porous polyethylene in orbital floor fractures in an experimental model. *Plast Surg.* 2017; 25(3): 163–70.
104. Zheng YX, Wang J, Lin HT, Li L. Reconstruction of orbital defect in rabbits with composite of calcium phosphate cement and recombinant human bone morphogenetic protein-2. *Chin Med J (Engl).* 2010; 123(24): 3658–62.

105. Görgülü T, Akçal A, Uğurlu K. Use of human nail for reconstruction of the orbital floor: an experimental study in rabbits. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2016; 54(6): 664–8.
106. Gu RD, Xiao F, Wang L, Sun KJ, Chen LL. Biocompatibility of polyetheretherketone for the treatment of orbital bone defects. *Int J Ophthalmol.* 2020; 13(5): 725–30.
107. Ho Han H, Yun S, Won JY, Lee JS, Kim KJ, Park KH, et al. Orbital wall reconstruction in rabbits using 3D printed polycaprolactone- $\beta$ -tricalcium phosphate thin membrane. *Mater Lett.* 2018; 218: 280–4.
108. Costa JMC, Patrocínio LG, Rossi R de, Amorim ÂBC, Patrocínio JA. Utilização da esclera bovina para correção de fratura em assoalho de órbita de coelhos bovine sclerae graft for orbital floor fracture in rabbits. *Arq Otorrinolaringol.* 2005; 9(3): 181–9.
109. Abramov Y, Golden B, Sullivan M, Botros SM, Miller JJR, Alshahrour A, et al. Histologic characterization of vaginal vs. abdominal surgical wound healing in a rabbit model. *Wound Repair Regen.* 2007; 15(1): 80–6.
110. van Leeuwen AC, Ong SH, Vissink A, Grijpma DW, Bos RRM. Reconstruction of orbital wall defects: recommendations based on a mathematical model. *Exp Eye Res.* 2012; 97(1): 10–8.
111. Ploder O, Klug C, Voracek M, Burggasser G, Czerny C. Evaluation of computer-based area and volume measurement from coronal computed tomography scans in isolated blowout fractures of the orbital floor. *J Oral Maxillofac Surg.* 2002; 60(11): 1267–72.
112. Neta R, Salvin SB. Specific suppression of delayed hypersensitivity: the possible presence of a suppressor B cell in the regulation of delayed hypersensitivity. *J Immunol.* 1974; 113(6): 1716–25.
113. Ben Nasr M, Usuelli V, Seelam AJ, D'Addio F, Abdi R, Markmann JF, et al. Regulatory B Cells in Autoimmune Diabetes. *J Immunol.* 2021; 206(6): 1117–25.
114. Martins JA, Lach AA, Morris HL, Carr AJ, Mouthuy PA. Polydioxanone implants: a systematic review on safety and performance in patients. *J Biomater Appl.* 2019; 34(7): 902–16.
115. Saska S, Pilatti L, De Sousa Silva ES, Nagasawa MA, Câmara D, Lizier N, et al. Polydioxanone-based membranes for bone regeneration. *Polymers (Basel).* 2021; 13(11): 1685–97.
116. Parameswaran A, Marimuthu M, Panwar S, Hammer B. Orbital Fractures. In: *Oral and Maxillofacial Surgery for the Clinician.* 2021. p. 1201–50.