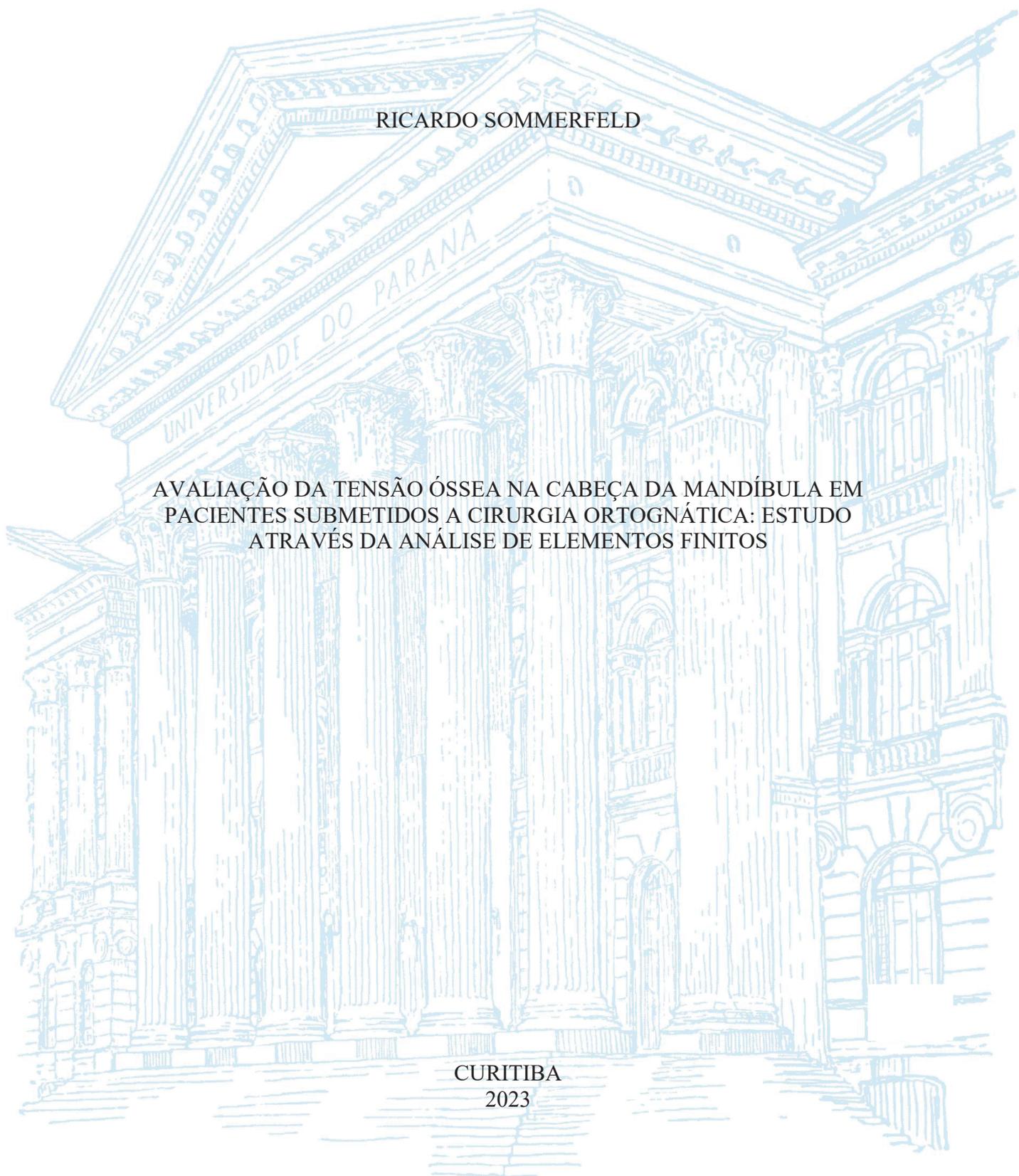


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RICARDO SOMMERFELD

AVALIAÇÃO DA TENSÃO ÓSSEA NA CABEÇA DA MANDÍBULA EM  
PACIENTES SUBMETIDOS A CIRURGIA ORTOGNÁTICA: ESTUDO  
ATRAVÉS DA ANÁLISE DE ELEMENTOS FINITOS

CURITIBA  
2023



RICARDO SOMMERFELD

AVALIAÇÃO DA TENSÃO ÓSSEA NA CABEÇA DA MANDÍBULA EM  
PACIENTES SUBMETIDOS A CIRURGIA ORTOGNÁTICA: ESTUDO  
ATRAVÉS DA ANÁLISE DE ELEMENTOS FINITOS

Tese apresentada como requisito parcial à  
obtenção do título de Doutor, Programa de Pós-  
Graduação em Odontologia, Curso de  
Odontologia, Setor de Ciências da Saúde,  
Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Delson João da Costa

Coorientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Rafaela Scariot

CURITIBA  
2023

Sommerfeld, Ricardo

Avaliação da tensão óssea na cabeça da mandíbula em pacientes submetidos a cirurgia ortognática [recurso eletrônico]: estudo através da análise de elementos finitos / Ricardo Sommerfeld – Curitiba, 2023.  
1 recurso online : PDF

Tese (doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Odontologia.  
Setor de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná, 2023.

Orientador: Prof. Dr. Delson João da Costa  
Coorientador: Profa. Dra. Rafaela Scariot

1. Cirurgia ortognática. 2. Articulação temporomandibular. 3. Análise de elementos finitos. I. Costa, Delson João da. II. Scariot, Rafaela. III. Universidade Federal do Paraná. IV. Título.

CDD 617.605



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ODONTOLOGIA -  
40001016065P8

**ATA Nº214**

**ATA DE SESSÃO PÚBLICA DE DEFESA DE DOUTORADO PARA A OBTENÇÃO DO  
GRAU DE DOUTOR EM ODONTOLOGIA**

No dia vinte e tres de outubro de dois mil e vinte e tres às 08:30 horas, na sala Auditório Maurício Bissoli, CAMPUS JARDIM BOTÂNICO, foram instaladas as atividades pertinentes ao rito de defesa de tese do doutorando **RICARDO SOMMERFELD**, intitulada: **Avaliação da tensão óssea na cabeça da mandíbula em pacientes submetidos a cirurgia ortognática: estudo através da análise de elementos finitos.**, sob orientação do Prof. Dr. DELSON JOÃO DA COSTA. A Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação ODONTOLOGIA da Universidade Federal do Paraná, foi constituída pelos seguintes Membros: DELSON JOÃO DA COSTA (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ), ALINE MONISE SEBASTIANI (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ), LUCIANA SIGNORINI (HOSPITAL ERASTO GAERTNER), JULIANA FELTRIN DE SOUZA CAPARROZ (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ). A presidência iniciou os ritos definidos pelo Colegiado do Programa e, após exarados os pareceres dos membros do comitê examinador e da respectiva contra argumentação, ocorreu a leitura do parecer final da banca examinadora, que decidiu pela APROVAÇÃO. Este resultado deverá ser homologado pelo Colegiado do programa, mediante o atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca dentro dos prazos regimentais definidos pelo programa. A outorga de título de doutor está condicionada ao atendimento de todos os requisitos e prazos determinados no regimento do Programa de Pós-Graduação. Nada mais havendo a tratar a presidência deu por encerrada a sessão, da qual eu, DELSON JOÃO DA COSTA, lavrei a presente ata, que vai assinada por mim e pelos demais membros da Comissão Examinadora.

CURITIBA, 23 de Outubro de 2023.

Assinatura Eletrônica  
24/10/2023 13:26:23.0  
DELSON JOÃO DA COSTA  
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica  
30/10/2023 11:15:20.0  
ALINE MONISE SEBASTIANI  
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica  
24/10/2023 13:55:26.0  
LUCIANA SIGNORINI  
Avaliador Externo (HOSPITAL ERASTO GAERTNER)

Assinatura Eletrônica  
24/10/2023 20:11:45.0  
JULIANA FELTRIN DE SOUZA CAPARROZ  
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ODONTOLOGIA -  
40001016065P8

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação ODONTOLOGIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **RICARDO SOMMERFELD** intitulada: **Avaliação da tensão óssea na cabeça da mandíbula em pacientes submetidos a cirurgia ortognática: estudo através da análise de elementos finitos.**, sob orientação do Prof. Dr. DELSON JOÃO DA COSTA, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua **APROVAÇÃO** no rito de defesa.

A outorga do título de doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 23 de Outubro de 2023.

Assinatura Eletrônica  
24/10/2023 13:26:23.0  
DELSON JOÃO DA COSTA  
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica  
30/10/2023 11:15:20.0  
ALINE MONISE SEBASTIANI  
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica  
24/10/2023 13:55:26.0  
LUCIANA SIGNORINI  
Avaliador Externo (HOSPITAL ERASTO GAERTNER)

Assinatura Eletrônica  
24/10/2023 20:11:45.0  
JULIANA FELTRIN DE SOUZA CAPARROZ  
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

## RESUMO

A cirurgia ortognática é um procedimento utilizado para correção das deformidades dentofaciais, buscando uma melhora funcional e estética dos pacientes. Apesar desse procedimento apresentar muitas vantagens, ele pode alterar a posição da cabeça da mandíbula na fossa mandibular. Essas mudanças, afetariam biomecanicamente as distribuições da tensão na articulação temporomandibular (ATM), podendo gerar um impacto nos sinais e sintomas de disfunção temporomandibular (DTM). Devido há relação entre o posicionamento da cabeça da mandíbula e DTM, e da impossibilidade de mensuração dessa alteração *in vivo*, a simulação computacional dessa situação, através dos métodos de elementos finitos (MEF), pode ser uma alternativa. Diante disso, esse estudo tem como objetivo avaliar, por meio do MEF, a distribuição da tensão na cabeça da mandíbula e os sinais e sintomas de disfunção temporomandibular (DTM) através do *Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (DC/TMD)*, o pré e pós-operatório de 06 meses da cirurgia ortognática. Para isso, o estudo selecionou 10 casos de pacientes com deformidade dentofacial com necessidade de intervenção cirúrgica, sendo 5 pacientes classe II e 5 pacientes classe III. Análise de dados: testes usados na comparação. Nível de significância adotado. Os resultados mostraram que, em pacientes classe II, a média da tensão pré-operatória foi de  $723,82 \pm 306,70$  megapascal (MPa), diminuindo para  $465,53 \pm 268,27$  MPa após a cirurgia ortognática ( $p = 0,115$ ). Por outro lado, nos pacientes classe III, a média inicial de tensão foi de  $326,25 \pm 83,41$  MPa, reduzindo para  $259,01 \pm 81,99$  MPa após o procedimento cirúrgico ( $p = 0,065$ ). Em relação a DTM muscular e articular, nos pacientes classe II, 4 dos 5 pacientes com DTM muscular passaram a ser diagnosticados com ausência de DTM após a cirurgia ( $p = 0,250$ ). No que se refere à DTM articular em classe II, 3 dos 4 pacientes anteriormente diagnosticados com DTM articular agora foram classificados como sem DTM ( $p = 0,500$ ). Já para os classe III, 4 dos 5 pacientes com os sintomas apresentaram ausência de DTM após a cirurgia, tanto para DTM muscular como articular ( $p = 0,250$ ), contudo não houve diferença estatisticamente significativa quando comparado o pré e pós-operatório ( $p > 0,05$ ). De um modo geral, podemos observar, por meio da análise de tensão em MEF uma tendência de que a cirurgia ortognática, após 6 meses de tratamento, reduz as tensões na cabeça da mandíbula, assim como os sinais e sintomas de DTM.

Palavras-chave: cirurgia ortognática; deformidade dento facial; disfunção temporomandibular; análise de elementos finitos.

## ABSTRACT

Orthognathic surgery is a procedure used to correct dentofacial deformities, aiming to improve both functional and aesthetic aspects in patients. Despite its numerous advantages, this procedure can alter the position of the mandibular condyle within the mandibular fossa. These changes biomechanically affect the distribution of stress in the temporomandibular joint (TMJ), potentially impacting the signs and symptoms of temporomandibular dysfunction (TMD). Due to the relationship between mandibular condyle positioning and TMD, coupled with the inability to measure this alteration in vivo, computational simulation of this situation using finite element methods (FEM) can provide an alternative approach. Therefore, this study aims to assess, through FEM, the stress distribution in the mandibular condyle and its association with signs and symptoms of temporomandibular dysfunction (TMD) using the Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (DC/TMD) in the pre- and postoperative phases at 6 months following orthognathic surgery. For this purpose, the study selected 10 cases of patients with dentofacial deformities requiring surgical intervention, including 5 Class II and 5 Class III patients. The results showed that in class II patients, the mean preoperative stress was  $723.82 \pm 306.70$  megapascals (MPa), decreasing to  $465.53 \pm 268.27$  MPa after orthognathic surgery ( $p = 0.115$ ). On the other hand, in class III patients, the initial stress mean was  $326.25 \pm 83.41$  MPa, reducing to  $259.01 \pm 81.99$  MPa after the surgical procedure ( $p = 0.065$ ). Regarding muscular and articular TMD, in class II patients, 4 out of 5 patients with muscular TMD were diagnosed with the absence of TMD after surgery ( $p = 0.250$ ). Regarding articular TMD in class II, 3 out of 4 patients previously diagnosed with articular TMD were now classified as without TMD ( $p = 0.500$ ). In class III, 4 out of 5 patients with symptoms showed the absence of TMD after surgery, both for muscular and articular TMD ( $p = 0.250$ ). However, there was no statistically significant difference when comparing pre- and postoperative conditions ( $p > 0.05$ ). Overall, we can observe a tendency that orthognathic surgery, after 6 months of treatment, reduces tensions in the mandible, as well as signs and symptoms of TMD.

**Keywords:** orthognathic surgery; dentofacial deformity; temporomandibular disorder; finite element analysis.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>09</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>12</b>
2.1 Objetivo Geral .....	12
2.2 Objetivos Específicos .....	12
<b>3. ARTIGO .....</b>	<b>13</b>
<b>4. CONCLUSÃO.....</b>	<b>27</b>
<b>5. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>28</b>
<b>6. APÊNDICE .....</b>	<b>32</b>
6.1 DC/TMD .....	32
<b>7. ANEXO.....</b>	<b>34</b>
7.1 Parecer Consubstanciado do CEP .....	34

## 1. INTRODUÇÃO

A má oclusão é uma desordem dentofacial que afeta os maxilares e músculos faciais, sendo originada por fatores hereditários e ambientais. As mais severas estão associadas a comprometimento estético, funcional e problemas na articulação temporomandibular (ATM) (AGBAJE *et al.*, 2018).

As deformidades dentofaciais são caracterizadas por desvios significativos das proporções normais do complexo maxilo-mandibular, podendo afetar a aparência facial, a função mastigatória e a saúde bucal, e são classificadas em diferentes categorias, dependendo da natureza do desvio (DUARTE *et al.*, 2022). Elas podem ser categorizadas no sentido anteroposterior, vertical e transversal. Os padrões esqueléticos anteroposteriores de classe II e III são os mais comuns, afetando a aparência facial, a função mastigatória e a saúde mental do paciente (MA *et al.*, 2019). A deformidade de classe II pode surgir de um crescimento mandibular insuficiente, crescimento excessivo da maxila ou uma combinação dos dois motivos. Da mesma maneira, uma deformidade esquelética de classe III decorre de uma mandíbula prognata, de uma maxila retrognata ou por ambos. (JAYARATNE *et al.*, 2016).

A cirurgia ortognática é um procedimento da cirurgia bucomaxilofacial que tem o objetivo de corrigir as deformidades dentofaciais buscando uma melhora funcional do sistema estomatognático e equilíbrio estético (LIN *et al.*, 2018). Os movimentos na maxila são realizados por meio da osteotomia de Le Fort I, e não estão associadas a trauma direto na ATM, por isso, há apenas efeitos mínimos na ATM. A osteotomia sagital é uma técnica muito utilizada para reposicionar a mandíbula em sua base óssea, em ambas as direções: avanço e recuo da mandíbula. Ela fornece um amplo contato medular entre os segmentos ósseos, o que garante uma maior capacidade de união estável das porções ósseas. A fixação interna estável dos segmentos elimina ou reduz a duração da fixação intermaxilar (IMF), além de obter uma oclusão pós-operatória imediata mais previsível.

Após o advento da osteotomia sagital do ramo da mandíbula, muitos cirurgiões se empenharam em manter o segmento proximal (segmento mandibular que sustenta a cabeça da mandíbula e processo coronóide) em relação cêntrica (RC), que é, teoricamente, a posição mais estável para o cabeça da mandíbula, na fossa mandibular. A posição de RC é a mais retruída e não tensionada da cabeça da mandíbula dentro da fossa mandibular. Com isso, a posição da cabeça da mandíbula pode mudar após a cirurgia ortognática (LEE *et al.*, 2019), alterando a distribuição da carga na ATM, desencadeando uma nova adaptação da ATM e conseqüentemente uma remodelação óssea, podendo alterar o formato do cabeça da mandíbula (VANDEPUT *et al.*,

2019). Essa mudança de tensão na ATM após a osteotomia, pode resultar em uma disfunção temporomandibular (DTM) (SHU *et al.*, 2018).

A DTM, é uma doença multifatorial, ocasionada por hábitos parafuncionais orais, desequilíbrios posturais, variações hormonais, além de alterações psicossociais e de comportamento. Dentre os sinais e sintomas da DTM podemos citar limitação funcional, dor muscular e articular, crepitação articular, diminuição do movimento da mandíbula entre outros (LIU *et al.*, 2013). Os subtipos mais frequentes de DTMs são distúrbios relacionados à dor, como dor miofascial, artralgia, e distúrbios associados à ATM, principalmente distúrbios internos e doenças articulares degenerativas. Além disso podem haver alterações psicológicas, como depressão, disfunção psicossocial, incapacidade de realizar atividades da vida diária, suscetibilidade ao abuso de medicamentos e frequência de procura por tratamento, que são alguns dos componentes para apresentação clínica de dor crônica (OHRBACH *et al.*, 2016). Embora o distúrbio possa impactar negativamente a qualidade de vida do paciente, nem todos os pacientes recebem o tratamento adequado. Existem diversos meios de diagnosticar as DTMs, o que contribui para as dificuldades de se chegar a um diagnóstico consistente. Na literatura, não existe um consenso no critério de diagnóstico para os pacientes. Contudo, quando se avalia esses pacientes com finalidade de pesquisa, já há um instrumento adequado. O *Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders RDC/TMD* (Eixos I e II), é capaz de avaliar por meio de questionários e exame físico, de forma padronizada e confiável, os sinais e sintomas de distúrbios temporomandibulares, bem como fatores psicológicos e psicossociais (CAMPOS *et al.*, 2007). O primeiro método de diagnóstico baseado em evidências para DTMs, surgiu em 1992, devido a necessidade de ter um sistema de diagnóstico que, além de ser confiável em distinguir para fins de pesquisa epidemiológica e clínica, também pudesse diferenciar e diagnosticar subtipos comuns de DTMs relacionadas à dor crônica. Porém, em 2014 um novo diagnóstico foi lançado, o sistema de classificação *Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders* (DC / TMD), desenvolvido a partir do RDC / TMD (OHRBACH *et al.*, 2016).

Esse sistema de classificação foi baseado em um modelo biopsicossocial de dor que incluem uma avaliação física, usando critérios de diagnóstico confiáveis e bem operacionalizados e uma avaliação do status psicossocial e da incapacidade relacionada à dor. A intenção do estudo é fornecer simultaneamente um diagnóstico físico e identificar outras características relevantes do paciente que possam influenciar a expressão e, assim, o manejo de sua DTM. Um dos motivos para atualizar o RDC/TMD é que sua aplicação foi considerada impraticável para uso em ambientes clínicos, pois havia uma necessidade de atualizar as definições de subtipos de DTM. O objetivo era chegar a um acordo sobre uma ferramenta de amplo uso, tanto em ambientes clínicos como de pesquisa (OHRBACH, 2016).

Além disso, para aprimorar ainda mais a compreensão das complexas interações na ATM, a avaliação da tensão na cabeça da mandíbula tornou-se fundamental. Nesse contexto, a aplicação do Método de Elementos Finitos (MEF) oferece uma abordagem avançada e precisa para analisar as tensões e comportamento de estruturas do corpo humano, como a ATM, proporcionando insights valiosos para seu diagnóstico e tratamento (SOMMERFELD *et al.*, 2020).

O MEF tem o intuito de solucionar diferentes problemas físicos em um único programa de computador, sendo utilizado pela primeira vez na odontologia por Thresher e Saito para analisar as tensões nos dentes humanos. A partir de então, este método de estudo tem se mostrado eficaz em várias especialidades odontológicas, sendo as mais comuns, a ortodontia e implantodontia (ZHANG *et al.*, 2015).

A estrutura a ser analisada pode compreender tamanhos, formas, cargas e condições de suporte arbitrárias, onde pode-se obter uma grande semelhança física entre a estrutura real e seu modelo virtual (CHOI *et al.*, 2014). O MEF utiliza qualquer modelo físico que representa um problema e o fragmenta em um grupo específico de "elementos" menores de medidas "finitas". Uma vez que esses 'elementos finitos' menores são associados, eles constituem uma 'malha' na estrutura estudada, formando arestas e nós, resultando em triângulos internos e externos onde cada elemento consegue assumir uma formação geométrica própria (TRENTO *et al.*, 2016). Reunindo a geometria real e suas propriedades estruturais, podemos determinar relações de equilíbrio entre as forças externas e os deslocamentos que resultam em seus pontos de canto ("nós"). Essas equações são mais devidamente escritas em meio de matriz para aplicação em um algoritmo de computador (CHOI *et al.*, 2014).

No geral, o MEF é uma ferramenta matemática adequada para aplicação na Cirurgia e Traumatologia Bucocomaxilofacial e é capaz de definir a medida de tensão, deformação e deslocamento no complexo ósseo após diversas maneiras de carga de força aplicada (SOMMERFELD *et al.*, 2020). Esse método é muito útil para determinar dados mecânicos de biomateriais e tecidos humanos que raramente conseguiriam ser avaliados *in vivo*, além da redução na quantidade de exames necessários e na redução de custos (SILVA *et al.*, 2009).

Sendo assim, hipotetiza-se que a cirurgia ortognática, quando aplicada a pacientes com má oclusão de Classe II e Classe III, possa reduzir significativamente as tensões na cabeça da mandíbula, resultando em melhorias na condição da DTM muscular e articular.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a tensão na cabeça da mandíbula em pacientes submetidos a cirurgia ortognática por meio do Método de Elementos Finitos (MEF), uma semana antes do procedimento e seis meses após a cirurgia

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar a diferença de tensão na cabeça da mandíbula em pacientes com diferentes deformidades esqueléticas (Classe II e Classe III) submetidos a cirurgia ortognática;
- Realizar simulações de análise de elementos finitos para quantificar as tensões nas estruturas da mandíbula antes e após o tratamento cirúrgico ortognático;
- Realizar o DC/TMD para avaliar os sinais e sintomas de DTM nos pacientes antes e após a cirurgia ortognática.

### 3. ARTIGO

**Artigo Original: Avaliação da tensão óssea na cabeça da mandíbula em pacientes submetidos a cirurgia ortognática: estudo através da análise de elementos finitos**

**Título Curto: Tensão óssea na cabeça da mandíbula em pacientes submetidos a cirurgia ortognática: análise de elementos finitos**

Ricardo Sommerfeld, DDs, MSc <sup>1</sup>; Bernardo Olsson, DDs, MSc, <sup>2</sup>; Rafaela Scariot, DDs, MSc, PhD <sup>3</sup>; Delson João da Costa, DDs, MSc, PhD <sup>4</sup>.

<sup>1</sup>*Departamento de Estomatologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil, [ricardosommerfeld@gmail.com](mailto:ricardosommerfeld@gmail.com);*

<sup>2</sup>*Departamento de Estomatologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil, [rafaelascariot@yahoo.com.br](mailto:rafaelascariot@yahoo.com.br);*

<sup>3</sup>*Departamento de Estomatologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil, [delsoncosta@ufpr.br](mailto:delsoncosta@ufpr.br).*

\*Endereço do autor: Departamento de Estomatologia, Universidade Federal do Paraná, Av. Prefeito Lothário Meissner 632, Jardim Botânico, Curitiba/PR, Brasil, CEP 80210-170. E-mail: [ricardosommerfeld@gmail.com](mailto:ricardosommerfeld@gmail.com).

**Palavras-chave:** cirurgia ortognática, deformidade dento facial, disfunção temporomandibular, análise de elementos finitos.

## Resumo

**Introdução:** A cirurgia ortognática é um procedimento para corrigir deformidades dentofaciais, visando melhorias funcionais e estéticas. No entanto, pode afetar a posição da cabeça da mandíbula na fossa mandibular, impactando as tensões na articulação temporomandibular (ATM) e os sinais de disfunção temporomandibular (DTM). Devido à dificuldade de medir essas mudanças *in vivo*, a simulação computacional pelo método de elementos finitos (MEF) pode ajudar a avaliar essa relação. **Objetivo:** Diante disso, esse estudo tem como objetivo avaliar, por meio do MEF, a distribuição da tensão na cabeça da mandíbula e os sinais e sintomas de disfunção temporomandibular (DTM) através do *Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (DC/TMD)*, o pré e pós-operatório de 06 meses da cirurgia ortognática. **Material e métodos:** Para isso, o estudo selecionou 10 casos de pacientes com deformidade dentofacial com necessidade de intervenção cirúrgica, sendo 5 pacientes classe II e 5 pacientes classe III. **Resultados:** Os resultados mostraram que, em pacientes classe II, a média da tensão pré-operatória foi de  $723,82 \pm 306,70$  megapascal (MPa), diminuindo para  $465,53 \pm 268,27$  MPa após a cirurgia ortognática ( $p = 0,115$ ). Por outro lado, nos pacientes classe III, a média inicial de tensão foi de  $326,25 \pm 83,41$  MPa, reduzindo para  $259,01 \pm 81,99$  MPa após o procedimento cirúrgico ( $p = 0,065$ ). Em relação a DTM muscular nos pacientes classe II, 4 dos 5 pacientes passaram a ser diagnosticados com ausência de DTM após a cirurgia ( $p = 0,250$ ). No que se refere à DTM articular em classe II, 3 dos 4 pacientes anteriormente diagnosticados com DTM articular agora foram classificados como sem DTM ( $p = 0,500$ ). Já para os classe III, 4 dos 5 pacientes com os sintomas apresentaram ausência de DTM após a cirurgia, tanto para DTM muscular como articular ( $p = 0,250$ ), contudo não houve diferença estatisticamente significativa quando comparado o pré e pós-operatório ( $p > 0,05$ ). **Conclusão:** De um modo geral, podemos observar uma tendência de que a cirurgia ortognática, após 6 meses de tratamento, reduz as tensões na cabeça da mandíbula, assim como os sinais e sintomas de DTM.

## Introdução

As deformidades dentofaciais, frequentemente originadas por fatores hereditários e ambientais, são alterações que afetam os maxilares e músculos faciais, variando em gravidade e manifestações clínicas (AGBAJE *et al.*, 2018). As formas mais graves dessas deformidades não apenas comprometem a estética facial, mas também desencadeiam implicações funcionais significativas, podendo levar a distúrbios na articulação temporomandibular (ATM). Dentre os problemas decorrentes da má oclusão, destacam-se as cefaleias e disfunção da função oral (AGBAJE *et al.*, 2018).

A cirurgia ortognática visa corrigir as deformidades dentofaciais, abrangendo tanto a melhora funcional do sistema estomatognático quanto o equilíbrio estético. Os movimentos realizados na maxila por meio da osteotomia de Le Fort I têm impacto mínimo na ATM, visto que não estão diretamente relacionados ao trauma nessa articulação. No entanto, a osteotomia sagital, uma técnica amplamente utilizada para reposicionar a mandíbula em sua base óssea, pode desencadear alterações na distribuição de cargas na ATM. Isso pode culminar em adaptações da ATM e, em casos específicos, resultar em distúrbios temporomandibulares (DTM) subsequentes à cirurgia ortognática (SHU *et al.*, 2018).

A avaliação diagnóstica de distúrbios DTM demanda uma abordagem minuciosa com o propósito de identificar, quantificar e registrar cuidadosamente os sintomas associados a essas disfunções (LIU *et al.*, 2013). Existem diversos meios de diagnosticar as DTMs, o que contribui para as dificuldades de se chegar a um diagnóstico consistente. Na literatura, não existe um consenso no critério de diagnóstico para os pacientes. Contudo, quando se avalia esses pacientes com finalidade de pesquisa, já há um instrumento adequado. O *Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders* (DC/TMD) se apresenta como uma ferramenta confiável e amplamente aceita, capaz de mensurar sinais e sintomas relacionados à DTM (CAMPOS *et al.*, 2007).

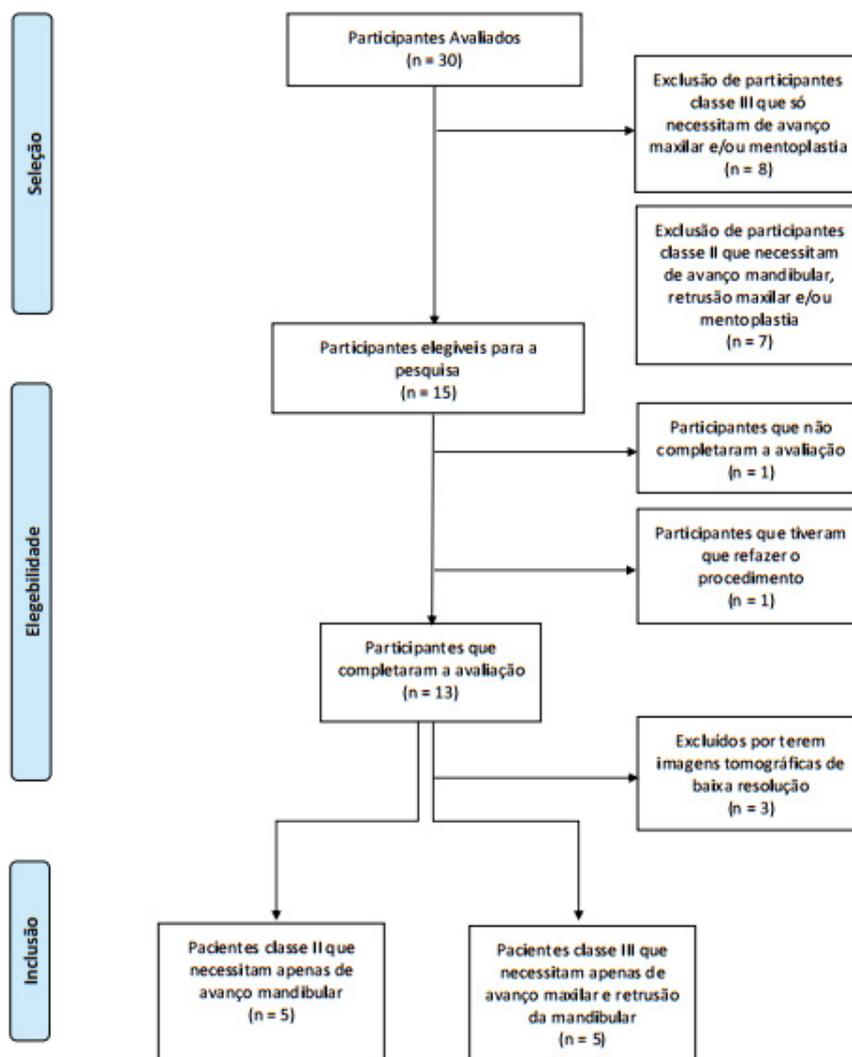
Além disso, para aprimorar ainda mais a compreensão das complexas interações na ATM, a avaliação da tensão na cabeça da mandíbula tornou-se fundamental. Nesse contexto, a aplicação do Método de Elementos Finitos (MEF) oferece uma abordagem avançada e precisa para analisar as tensões e comportamento de estruturas do corpo humano, proporcionando informações valiosas sobre seu comportamento. Essa metodologia utiliza modelos matemáticos para estudar a biomecânica de estruturas anatômicas, onde é capaz de definir a medida de tensão, deformação e deslocamento no complexo ósseo após diversas maneiras de carga de força aplicada (SOMMERFELD *et al.*, 2020).

Desta forma, esse estudo tem como objetivo avaliar a tensão na cabeça da mandíbula em pacientes submetidos a cirurgia ortognática por meio do Método de Elementos Finitos (MEF), uma semana antes do procedimento e seis meses após a cirurgia.

### **Materiais e Métodos**

O projeto de pesquisa aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, do Setor de Ciências da Saúde da UFPR, sob o número de CAAE: 45269221.2.0000.0102. Os indivíduos foram convidados a participar do estudo e receberão as informações referentes a pesquisa, por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

A amostra foi composta inicialmente por 30 pacientes, Dentre eles, 8 participantes da classe III que requeriam apenas avanço maxilar e/ou mentoplastia foram excluídos. Além disso, 7 participantes da classe II que necessitavam de avanço mandibular, retrusão maxilar e/ou mentoplastia também foram excluídos. Após essas exclusões, restaram 15 participantes elegíveis para a pesquisa. No entanto, um participante não completou a avaliação e outro teve que refazer o procedimento, resultando em um total de 13 participantes que finalizaram a avaliação. Além disso, 3 participantes foram excluídos devido à baixa resolução das imagens tomográficas. Entre os participantes incluídos, 5 apresentavam necessidade apenas de avanço mandibular, enquanto os outros 5 necessitavam de avanço maxilar e retrusão da mandíbula devido à sua classificação como classe III, conforme fluxograma 1.



Fluxograma 1. Seleção dos pacientes. Fonte: Dados de pesquisa.

Cada paciente foi avaliado uma semana antes da cirurgia ortognática (T0) e no pós-operatório de 6 meses (T1). Todos os pacientes selecionados realizaram tomografias computadorizadas no mesmo aparelho tanto no T0 quanto no T1. As imagens foram adquiridas no tomógrafo i-CAT® Cone Beam 3D Imaging System (*3D Imaging System, Imaging Sciences International Inc.*, Hatfield, PA, USA) com um campo de visão de FOV de 16 x 13 cm, uma resolução de 0,25 mm, 37,07 mAs, 120 kVp e tempo de exposição de 26,9 segundos. O posicionamento do paciente no tomógrafo é padrão no serviço do laboratório de ensino e pesquisa de imaginologia da UFPR (LABIM), sendo o plano de Camper paralelo ao solo, com plano sagital paralelo a este. As imagens geradas foram em formato *DICOM*. Após a aquisição das imagens, estas foram processadas em uma estação de trabalho que possui o software i-Cat Vision® (*Imaging Science International, Hatfield, EUA*), responsável pela reconstrução das imagens, e exportadas

para um programa específico de reconstrução 3D.

Além disso, no mesmo intervalo de tempo citado anteriormente, os participantes foram submetidos a análise de sinais e sintomas de DTM pelo *Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders* (DC/TMD), para uma possível relação desses dados com os achados na simulação de elementos finitos.

#### *Geração do Modelo*

Os sólidos geométricos foram modelados através de imagens tomográficas e manipuladas no software *Invesalius*® 3.1 (CC-GPL 2 – Brasil), ilustrado na figura 1. A segmentação foi realizada pelo princípio do limiar do número de Housfield, visando separar as regiões de interesse por meio das imagens tomográficas, tais como: osso cortical, osso medular, dentina e esmalte.

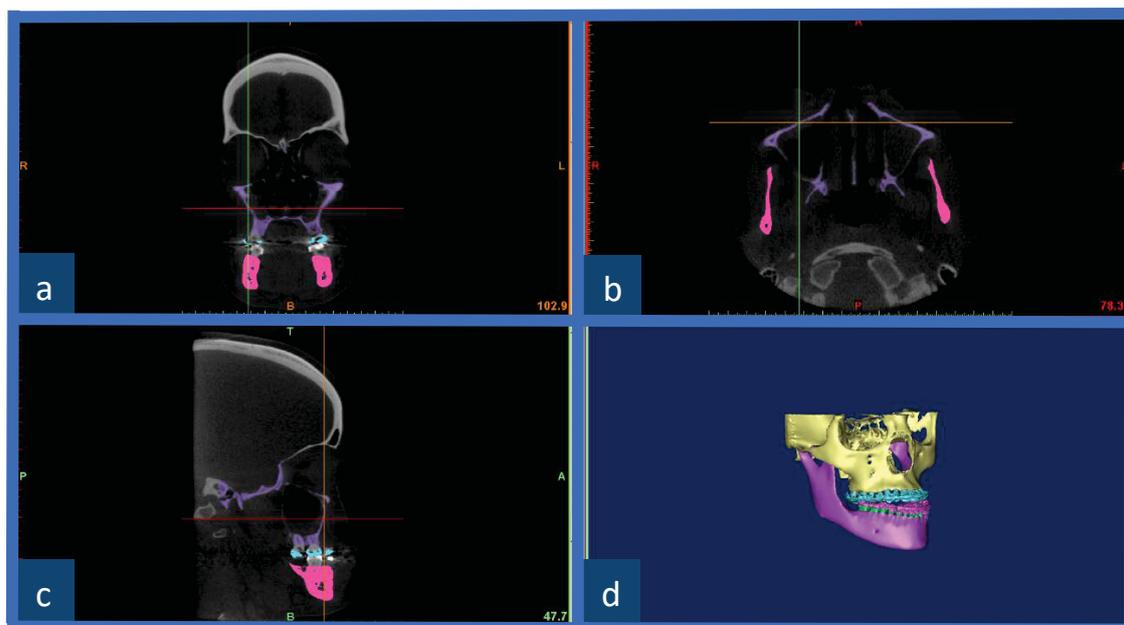


Figura 1: Manipulação de imagens tomográficas na reconstrução 3D do crânio. (o autor)

a) corte coronal; b) corte axial; c) corte sagital; d) modelo tridimensional.

#### *Preparação do Modelo*

O modelo anatômico 3D e todos os dados, como propriedades das estruturas, aplicação das forças musculares e geração da malha de elementos finitos foram importados e manipulados no programa *Ansys Student 2019 R2* (NASDAQ: ANSS - Estados Unidos), onde foi realizada a simulação propriamente dita.

Os músculos responsáveis pela mastigação são masseter, temporal, pterigoideo medial, pterigoideo lateral e digástrico. Na simulação foram utilizados os músculos envolvidos na

atividade mastigatória no sentido vertical (temporal, masseter e pterigoideo medial). Com base nessas informações, durante a simulação, foram aplicadas forças nas inserções dos músculos mastigatórios, ilustrado na figura 2, da seguinte forma: o músculo temporal com uma força média de 235 N, o masseter com uma força média de 151 N e o músculo pterigoideo medial com uma força média de 145 N (TRENTO *et al.*, 2016).

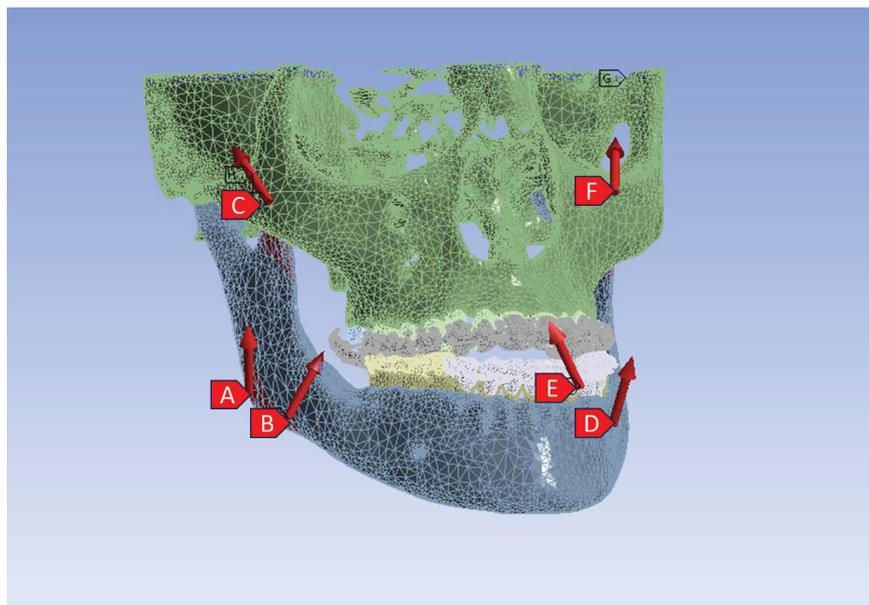


Figura 2: Regiões e direção da força muscular (*o autor*)

- a) masseter direito; b) pterigoideo medial direito; c) temporal direito; d) masseter esquerdo; e) pterigoideo medial esquerdo; f) temporal esquerdo.

As estruturas anatômicas foram consideradas com um comportamento isotrópico, homogêneo e linear elástico (STRINGHINI *et al.*, 2016), com coeficiente de Poisson e módulo de Young citados na tabela 1.

Tabela 1. Propriedade dos Materiais.

Material	Módulo de Young (MPa)	Coefficiente de Poisson
Osso Cortical	13800	0,26
Osso Trabecular	345	0,38
Dentina	18600	0,31
Esmalte	84100	0,2

Fonte: (PACHECO *et al.*, 2016 e POBLETE *et al.*, 2012).

O software discretizou o modelo anatômico por meio de uma malha de elementos finitos. Essa malha dividiu a geometria em elementos menores, permitindo que a análise seja conduzida

separadamente em cada elemento. No contexto desta análise, foi criada uma malha tridimensional tetraédrica composta por uma média de 836.039 elementos e 1.470.201 nós. Essa malha foi gerada de forma automática utilizando o programa *Ansys Student 2019 R2 (NASDAQ: ANSS - Estados Unidos)*.

### *Simulação*

Após a conclusão das etapas anteriores, o software é capaz de automatizar a aplicação de equações da mecânica dos sólidos. O programa utilizou essas equações para calcular as tensões em todos os elementos da malha, levando em consideração as cargas aplicadas e as características dos materiais. Esses cálculos produzem uma escala numérica que expressa a magnitude da tensão, juntamente com uma representação visual que destaca as áreas de maior e menor concentração de tensão.

### *Análise dos Sinais e Sintomas de Disfunção Temporomandibular (DTM)*

A avaliação diagnóstica de DTM foi realizada por meio do eixo I do DC/TMD, uma semana antes da cirurgia e seis meses após o procedimento cirúrgico. Um examinador foi calibrado por um padrão-ouro (DVB). A reprodutibilidade foi analisada por meio da concordância entre os três examinadores simultaneamente. A confiabilidade inter-examinadores para a avaliação clínica associada aos critérios validados do DC/TMD, relativo à presença ou não de DTM foi excelente ( $\kappa \geq 0,87$ ).

Inicialmente foram solicitadas informações sobre a localização da dor e cefaleia nos últimos 30 dias, registradas como 0 (Não: sem dor) e 1 (Sim: dor). As medidas subsequentes registradas da mandíbula foram padrão de abertura, movimentos de abertura (abertura sem dor, abertura máxima não assistida e abertura máxima assistida), movimentos laterais (lateral direito e lateral esquerdo) e protrusivos, ruídos da ATM durante a abertura, fechamento, movimentos laterais e protrusivos e travamento articular. Dor durante a palpação da ATM e nos músculos suplementares foi a última medida. Foi aplicada uma pressão digital aproximada de 1 kg para o músculo masseter (três zonas horizontais: origem, corpo e inserção do masseter) e músculo temporal (três zonas verticais: anterior, média e posterior, bem como ao redor do polo articular lateral); 0,5 kg de pressão do dedo para o polo articular lateral e para os músculos suplementares. A pressão de palpação foi mantida por dois segundos para determinar a dor e por cinco segundos para registrar a dor referida, dois segundos para palpação muscular e por fim, cinco segundos para a haste articular lateral e ao redor da haste articular lateral. Para a confiabilidade dos achados clínicos como as respostas “sim” e “não”, e a dor com base na palpação muscular e sons articulares, foi utilizado o teste de confiabilidade de kappa.

### *Análise Estatística*

No contexto do MEF, os resultados foram expressos em MPA para quantificar as propriedades mecânicas dos materiais estudados. Além disso, utilizamos cores para representação visual, sendo que cada cor é atribuída a um grau específico de deformação ou tensão. Cores quentes, como o vermelho, indicam alta tensão, enquanto cores frias, como o azul, indicam baixa tensão. Essa codificação cromática torna mais fácil identificar padrões e áreas críticas de interesse na distribuição de tensão.

Com o objetivo de aprofundar nossa compreensão dos dados coletados, foi conduzida uma análise descritiva e inferencial da amostra, tendo a média e o desvio padrão como variáveis numéricas das tensões, utilizando o teste t pareado para comparar o pré e pós-operatório. A distribuição normal dos dados da amostra foi confirmada pelo teste Kolmogorov-Smirnov ( $p > 0,05$ ).

No que diz respeito aos sinais e sintomas de DTM, conduzimos uma análise descritiva, categorizando os casos de DTM muscular como mialgia local, dor miofacial com disseminação e dor miofacial referida como 'Com DTM', enquanto a ausência de dor foi considerada como 'Sem DTM'. Para DTM articular, investigamos a presença de estalidos ou crepitação nos lados direito, esquerdo e bilateralmente, classificando como 'Com DTM', ou a ausência de quaisquer sinais, como 'Sem DTM'. Para comparar o pré e pós-operatório realizamos o teste McNemar.

Para realizar as análises estatísticas, utilizamos o software IBM® SPSS versão 21.0 - *Statistical Package for Social Sciences*, com um nível de significância estabelecido em 95% ( $p < 0,05$ ).

### **Resultados**

Os participantes têm idades que variam entre 18 e 49 anos, sendo as 5 do sexo feminino e de etnia branca no grupo de pacientes classe II. Já os pacientes classe III, as idades variaram entre 21 e 34 anos, com a composição de 3 homens, sendo 2 negros, 1 branco, e 2 mulheres de etnia branca.

Conforme apresentado na tabela 2, a média da tensão pré-operatória para os pacientes classe II era de  $723,82 \pm 306,70$  MPA, a qual diminuiu para  $465,53 \pm 268,27$  MPA após a cirurgia ortognática ( $p = 0,115$ ). De maneira semelhante, para o grupo de pacientes classe III, também houve uma redução da média, partindo de  $326,25 \pm 83,41$  MPA do pré-operatório e diminuindo para  $259,01 \pm 81,99$  MPA após o procedimento cirúrgico ( $p = 0,065$ ).

Tabela 2. Média e desvio padrão em pacientes classe II e III.

	<b>Tensão (MPA)</b>				Valor de P
	Pré-Operatório		Pós-Operatório		
	Média	DP	Média	DP	
<b>Classe II</b>	723,83	341,52	465,53	156,02	0,115
<b>Classe III</b>	326,25	196,01	259,02	213,29	0,065

Nota: Teste t pareado; nível de significância de 5%.

No que se refere à distribuição das tensões, nos pacientes classe II, notou-se uma predominância na região posterior da cabeça e colo da mandíbula. Quanto aos pacientes classe III, também se observou uma prevalência na mesma região, porém sem alterações significativas em sua localização após o procedimento, como pode ser visualizado na Figura 3.

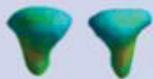
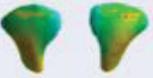
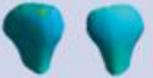
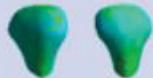
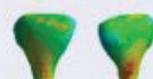
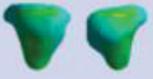
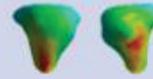
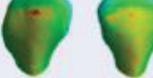
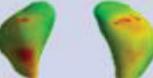
Paciente	Classificação de Angle	Pré-Operatório	Pós-Operatório
01	II		
02	II		
03	II		
04	II		
05	II		
06	III		
07	III		
08	III		
09	III		
10	III		

Figura 3: Vista posterior da cabeça da mandíbula em pacientes classe II e III. (o autor).

No que se refere as mudanças nos diagnósticos de DTM muscular e articular após a cirurgia ortognática, nos pacientes Classe II, observa-se uma melhora de 4 dos 5 pacientes que anteriormente apresentavam DTM muscular, agora sendo diagnosticados com ausência DTM após o procedimento cirúrgico ( $p = 0,250$ ). Da mesma forma, no contexto da DTM articular em

Classe II, a análise aponta para uma tendência positiva, sendo que 3 dos 4 pacientes que tinham um diagnóstico prévio de DTM articular agora sendo diagnosticados como, sem disfunção após a cirurgia ( $p = 0,500$ ). No que diz respeito à Classe III, os pacientes que inicialmente apresentavam DTM muscular a articular, também demonstraram uma melhora, com 4 dos 5 pacientes agora tendo diagnóstico ausente de DTM após a cirurgia ( $p = 0,250$ ), para ambas as disfunções, contudo não houve diferença estatisticamente significativa quando comparado o pré e pós-operatório ( $p > 0.05$ ). Esses dados podem ser vistos na tabela 3.

Tabela 3. Dados do DC/TMD em pacientes classe II e III.

Classificação de Angle	Diagnóstico		Pré – n (%)	Pós – n (%)	Valor de P
Classe II	DTM muscular	Sem	1 (20%)	4 (80%)	0,250
		Com	4 (80%)	1 (20%)	
	DTM articular	Sem	2 (40%)	4 (80%)	0,500
		Com	3 (60%)	1 (20%)	
Classe III	DTM muscular	Sem	1 (20%)	4 (80%)	0,250
		Com	4 (80%)	1 (20%)	
	DTM articular	Sem	1 (20%)	4 (80%)	0,250
		Com	4 (80%)	1 (20%)	

Nota: Teste McNemar com intervalo de confiança de 95%.

## Discussão

Os resultados mostraram que a cirurgia ortognática tende a reduzir as tensões na cabeça da mandíbula, com uma diminuição da tensão após o procedimento. Além disso, as melhorias nos diagnósticos de DTM muscular e articular destacam a importância desse procedimento na redução dos sintomas de DTM em ambos os grupos de pacientes. No entanto, do ponto de vista estatístico não encontramos diferenças significativas entre os períodos pré e pós-operatório. Isso pode ser explicado pelo número amostral do estudo. Ao discutir estudos que utilizam o MEF, é fundamental considerar a complexidade e as exigências técnicas inerentes a tais simulações. A elaboração de modelos detalhados, aliada ao processamento computacional extensivo, requer recursos e habilidades especializadas, além de um período substancial para a conclusão de cada simulação. A inclusão de 20 simulações neste estudo reflete um rigor metodológico significativo na literatura, especialmente considerando que trabalhos semelhantes geralmente envolveram uma quantidade menor de simulações para compreender os efeitos biomecânicos da cirurgia ortognática, como observado nos casos de ABE *et al.* (2013), LAI *et al.* (2020) e TANAKA *et al.* (2004), os quais utilizaram 4, 4 e 6 simulações, respectivamente.

Outro ponto que merece destaque nesse estudo é a correlação entre o MEF e DC/TMD. Até o presente momento não se tem conhecimento de outro estudo com essa metodologia. A

análise de elementos finitos permitiu simular e quantificar as tensões na cabeça da mandíbula, fornecendo informações sobre as mudanças biomecânicas resultantes da cirurgia. Da mesma forma, o DC/TMD possibilitou uma avaliação subjetiva das melhorias nas queixas relacionadas à dor e disfunção temporomandibular dos pacientes.

No que se refere aos achados encontrados, a redução das tensões no disco, côndilo e cartilagens temporais, como indicado por SHU *et al.*, (2019), alinha-se de maneira consistente com a diminuição da tensão observada neste estudo após o procedimento cirúrgico. Além disso, a associação entre a redução do estresse e a melhora dos sintomas de DTM, conforme discutido por SHU *et al.*, (2020), sugere que a diminuição das tensões na cabeça da mandíbula pode estar correlacionada com os benefícios clínicos observados nos pacientes, reforçando assim a importância dos resultados obtidos neste estudo. As conclusões de SUN *et al.*, (2015) e LI *et al.*, (2014) também corroboram com a ideia de que a cirurgia ortognática desempenha um papel vital na redução das sobrecargas mecânicas e no alívio das tensões associadas a alterações funcionais e sintomatologia dolorosa na região da mandíbula, destacando a relevância clínica e terapêutica dessas descobertas.

Outro aspecto em destaque é a análise de DTM muscular e articular antes e após o tratamento. Os dados obtidos estão em consonância com os achados de ABRAHAMSSON (2013) e ABRAHAMSSON *et al.*, (2012), pois mostra que a cirurgia ortognática tende a ser uma resposta positiva para os pacientes, melhorando os sinais e sintomas de DTM. A melhora desta condição, após 6 meses de tratamento, sugere que a cirurgia ortognática pode ser considerada uma opção eficaz para o tratamento dessas disfunções em pacientes com má oclusão classe II e classe III. A literatura também aborda resultados controversos sobre o efeito da cirurgia na saúde da ATM. Enquanto BERMELL *et al.* (2015) observaram que o procedimento está associado a menos DTM, outros estudos como o de MORAISSI *et al.* (2017) não encontraram diferenças significativas na redução de DTM após o tratamento. Essas divergências destacam a importância de se considerar fatores individuais dos pacientes e a necessidade de investigar o impacto específico de cada procedimento cirúrgico.

Em suma, os estudos aqui discutidos oferecem dados valiosos sobre os efeitos da cirurgia ortognática nas tensões articulares em pacientes com má oclusão Classe II e Classe III. No entanto, é importante mencionar algumas limitações deste estudo. A amostra utilizada foi pequena e pode não representar toda a diversidade da população de pacientes com classe II e classe III. Além disso, a duração do acompanhamento de 6 meses pode não ser suficiente para capturar todas as mudanças decorrentes do tratamento orto-cirúrgico. Mais pesquisas são necessárias para aprofundar o conhecimento sobre o impacto biomecânico de diferentes cirurgias ortognáticas na ATM e seus efeitos sobre os sintomas de DTM, possibilitando abordagens de tratamento mais

personalizadas e eficazes para pacientes com deformidades dento faciais.

Para ampliar e aprofundar o conhecimento sobre os efeitos de longo prazo da cirurgia ortognática, torna-se fundamental o desenvolvimento de estudos futuros com amostras mais amplas e um acompanhamento prolongado dos pacientes. A inclusão de uma amostra mais ampla permitiria uma compreensão mais abrangente dos efeitos da cirurgia ortognática, podendo avaliar com maior precisão as mudanças ao longo do tempo e garantir a estabilidade dos resultados cirúrgicos, contribuindo para melhorar as práticas clínicas e os resultados terapêuticos para os pacientes.

#### 4. CONCLUSÃO

Os resultados destacam por meio do MEF, uma tendência da cirurgia ortognática reduzir a tensão na cabeça da mandíbula após 6 meses do tratamento cirúrgico, em pacientes classes II e III. A diminuição das medidas de tensão pós-operatória sugere uma melhora na estabilidade biomecânica da região, indicando benefícios desse procedimento cirúrgico no manejo de desequilíbrios tensionais mandibulares.

Quanto à DTM muscular e articular, os achados sugerem uma tendência positiva em relação à redução de sintomas após 6 meses da cirurgia ortognática, embora a diferença estatística não tenha atingido significância.

## 5. REFERÊNCIAS

1. ABE S, KAWANO F, KOHGE K, KAWAOKA T, UEDA K, HATTORI-HARA E, MORI H, KURODA S, TANAKA E. Stress analysis in human temporomandibular joint affected by anterior disc displacement during prolonged clenching. *J Oral Rehabil.* Abr;40(4):239-46, 2013.
2. ABRAHAMSSON, H. Orthognathic Surgery and Temporomandibular Disorders: A Retrospective Study on the Effect of Orthognathic Surgery on Signs and Symptoms of Temporomandibular Disorders. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 42(1), 20-25, 2013.
3. ABRAHAMSSON, H., WESTERGREN, H., & PASHAPOUR, A. Orthognathic Surgery and Temporomandibular Disorders: A Retrospective Study on the Effect of Orthognathic Surgery on Signs and Symptoms of Temporomandibular Disorders. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 70(2), 358-364, 2012.
4. AGBAJE J, LUYTEN J, POLITIS C. Pain Complaints in Patients Undergoing Orthognathic Surgery. *Pain Res Manag.* 2018.
5. ANUSAVICE, K.J. Phillips Materiais Dentários. 10ed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 1998.
6. BERMELL, A., PEÑARROCHA, M., & BAGÁN, J. Temporomandibular Joint Dysfunction and Orthognathic Surgery: A Prospective Study. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 44(4), 438-445, 2015.
7. CAMPOS, JADB et al. Consistência interna e reprodutibilidade da versão em português do critério de diagnóstico na pesquisa para desordens temporomandibulares (RDC/TMD - Eixo II). *Rev. bras. fisioter.*, São Carlos, v. 11, n. 6, p. 451-459, dez. 2007.
8. CHOI, A. H., CONWAY, R. C., BEN-NISSAN, B. Finite-element modeling and analysis in nanomedicine and dentistry. *Nanomedicine (Lond)*, v. 9, n. 11, p. 1681-95, Aug 2014.
9. DEPORTER, D.A.; ZARB, G.A. O Periodonto. In: MOHL, N.D. at el. Fundamentos de oclusão. São Paulo: Quintessence, vol. 2, p. 77-87, 1989.
10. DUARTE V, ZAROR C, VILLANUEVA J, ANDREO M, DALLASERRA M, SALAZAR J, PONT À, FERRER M. Oral Health-Related Quality of Life Changes in Patients with Dentofacial Deformities Class II and III after Orthognathic Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 9;19(4):1940, Feb 2022.
11. JAYARATNE YS, ZWAHLEN RA. A via aérea orofaríngea em jovens adultos com deformidades de Classe II e Classe III: uma análise morfométrica 3-D. *PLoS One*; 11:(2), 2016.
12. JUNG HD, KIM SY, PARK HS, JUNG YS. Orthognathic surgery and temporomandibular joint symptoms. *Maxillofac Plast Reconstr Surg*; 37(1):14, 2015.

13. KIM YK. Complicações associadas à cirurgia ortognática. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg* 43 (1): 3-15, 2017.
14. LAI L, HUANG C, ZHOU F, XIA F, XIONG G. Finite elements analysis of the temporomandibular joint disc in patients with intra-articular disorders. *BMC Oral Health*. Mar 30;20(1):93, 2020.
15. LEE CH, CHO SW, KIM JW, AHN HJ, KIM YH, YANG BE. Three-dimensional assessment of condylar position following orthognathic surgery using the centric relation bite and the ramal reference line: A retrospective clinical study. *Medicine (Baltimore)*; 98(12):14931, 2019.
16. LI, J., WANG, X., TANG, Z., & HUANG. Biomechanical Effects of Sagittal Split Ramus Osteotomy and Mandibular Protraction: A Three-Dimensional Finite Element Analysis. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 72(11), 2195-2206, 2014.
17. LIN HH, LONIC D, LO LJ. 3D printing in orthognathic surgery - A literature review. *J Formos Med Assoc*.117(7):547-558, 2018.
18. LIU F, STEINKELER A. Epidemiology, diagnosis, and treatment of temporomandibular disorders. *Dent Clin North Am*.57(3):465-479, 2013.
19. LOTTI R. S., MACHADO, A. W., MAZZIEIRO, E. T., JÚNIOR, J. L. Aplicabilidade científica do método de elementos finitos. *Revista Dental Press Ortodon Ortop. Facial*, Maringá, v. 11, n.2, p. 35-43, mar. /abril 2006.
20. LOPES L. V. M. Avaliação das distribuições de tensões, por meio da análise de elementos finitos, em uma hemi-maxila, durante a fase de retração anterior por deslizamento, na mecânica ortodôntica. 2011. 141 f. Dissertação (Mestrado em Ortodontia) – Programa de Pós-Graduação em ciências Odontológicas – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
21. LUO H, TENG H, CHONG DYR, LIU Z. Effects of bilateral sagittal split ramus osteotomy and bimaxillary osteotomies on stress distribution of temporomandibular joints in patients with maxillofacial deformity under asymmetric occlusions. *Med Biol Eng Comput*, 61(6):1427-1437, 2023.
22. MA J, HUANG J, JIANG JH. Análise morfológica do osso alveolar dos dentes anteriores nas más oclusões esqueléticas de alto ângulo graves de Classe II e Classe III avaliadas com tomografia computadorizada de feixe cônico. *PLoS One*; 14 (3), 2019.
23. MA, L., SHU, H., TANG, Z., & WANG, X. Biomechanical Effects of Orthognathic Surgery on Stress Distribution in the Temporomandibular Joint: A Three-Dimensional Finite Element Analysis. *Journal of Craniofacial Surgery*, 34(2), 607-615, 2023.
24. MORAIS, G., SHU, H., TANG, Z., & MA, L. Biomechanical Effects of Orthognathic Surgery on Stress Distribution in the Temporomandibular Joint: A Three-Dimensional Finite Element Analysis. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 75(7), 1440-1452, 2017.
25. OHRBACH R, DWORKIN SF. The Evolution of TMD Diagnosis: Past, Present, Future. *J Dent Res*. 95 (10):1093-1101, 2016.

26. RIBEIRO J. P. F. Análise pelo método de elementos finitos, da distribuição de tensões em dente com e sem remanescente coronário, utilizando diferentes pinos intra-radulares. 2004. 95 f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Programa de Pós-Graduação em odontologia – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2004.
27. SAGL B, SCHIMID-SCHWAP M, PIEHSLINGER E, KUNDI M, STAVNESS I. A Dynamic Jaw Model with a Finite-Element Temporomandibular Joint. *Front Physiol*, v. 10, p.1156, Set 2019.
28. SILVA, B., R., JÚNIOR, F. I. S., NETO, J. J. S. M., AGUIAR, A. S. W. Aplicação do Método de Elementos Finitos em Odontologia: análise das publicações científicas de 1999 a 2008. *Int J Dent*, V. 8, N 4, P. 197-201, out. /Dez.,2009.
29. SHU JH, YAO J, ZHANG YL, CHONG DYR, LIU Z. The influence of bilateral sagittal split ramus osteotomy on the stress distributions in the temporomandibular joints of the patients with facial asymmetry under symmetric occlusions. *Medicine (Baltimore)*, v. 25, p. 97, jun 2018.
30. SHU, H., TANG, Z., WANG, X., & MA, L. Biomechanical Effects of Numerically Optimized Orthognathic Surgery on Stress Distribution in the Temporomandibular Joint: A Three-Dimensional Finite Element Analysis. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 77(5), 942-952, 2019.
31. SHU, H., TANG, Z., WANG, X., & MA, L. Biomechanical Effects of Orthognathic Surgery on Stress Distribution in the Temporomandibular Joint: A Three-Dimensional Finite Element Analysis. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 48(1), 45-52, 2020.
32. SOMMERFELD, R. S., BERGAMASCHI, I. P., SCARIOT, R., COSTA, D. J. Evaluation of Tissue Tensions in Segmental Maxillary Osteotomies by Finite Element Analysis. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, v.78, n.12, p. 2298, dec. 2020.
33. STRINGHINI, D. J., SOMMERFELD R., UETANABARO, L. C., LEONARDI, D. P., ARAÚJO, M. R., REBELLATO N. L. B., COSTA, D. J., SCARIOT, R. Resistance and Stress Finite Element Analysis of Different Types of Fixation for Mandibular Orthognathic Surgery. *Brazilian Dental Journal*, v. 27, n.3, p.284-291, May/June 2016.
34. SUN, Y., ZHOU, J., HU, Y., LI, Z., & LI, Z. Biomechanical Effects of Sagittal Split Ramus Osteotomy and Mandibular Protraction: A Three-Dimensional Finite Element Analysis. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 73(12), 2427-2437, 2015.
35. TANAKA E, DEL POZO R, TANAKA M, ASAI D, HIROSE M, IWABE T, TANNE K. Three-dimensional finite element analysis of human temporomandibular joint with and without disc displacement during jaw opening. *Med Eng Phys*. Jul;26(6):503-11, 2004.
36. TRENTO, G. S., SOMMERFELD, R., ONUKI, L. T., STRINGHINI, D. J., REBELLATO, N. L. B., COSTA, D. J. Análise por Elementos Finitos das Forças Mastigatórias em uma Placa de Reconstrução Mandibular. *Brazilian Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, v.16, n.1, p. 13-17, jan/mar 2016.

37. TEIXEIRA, L.M.S., REHER, P., REHER, V.G.S. *Anatomia aplicada a Odontologia*, 2<sup>a</sup> Ed, Guanabara, 2008 p. 75–79.
38. VANDEPUT AS, VERHELST PJ, JACOBS R, SHAHEEN E, SWENNEN G, POLITIS C. Condylar changes after orthognathic surgery for class III dentofacial deformity: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg*.48(2):193-202, 2019.
39. VALLE-COROTTI K, PINZAN A, DO VALLE CV, NAHÁS AC, COROTTI MV. Assessment of temporomandibular disorder and occlusion in treated class III malocclusion patients. *J Appl Oral Sci*.15(2):110-114, 2007.
40. ZHANG, D., ZHENG, L., WANG, Q., LU, L., MA, J. Displacements prediction from 3D finite element model of maxillary protraction with and without rapid maxillary expansion in a patient with unilateral cleft palate and alveolus. *Biomed Eng Online*, v. 14, p. 80, Aug 2015.

## 6. APÊNDICE

## 6.1 DC/TMD

DC/TMD Formulário de Exame				Preencha a data (dd-mm-aaaa)						
Paciente _____ Examinador _____				<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: flex; justify-content: space-around;"> <span style="border-bottom: 1px solid black; width: 20px; height: 15px;"></span> <span style="border-bottom: 1px solid black; width: 20px; height: 15px;"></span> <span style="border-bottom: 1px solid black; width: 20px; height: 15px;"></span> <span style="border-bottom: 1px solid black; width: 20px; height: 15px;"></span> <span style="border-bottom: 1px solid black; width: 20px; height: 15px;"></span> </div>						
<b>1a. Local da Dor: Últimos 30 dias (Marque tudo o que se aplica)</b>										
<b>DOR LADO DIREITO</b>				<b>DOR LADO ESQUERDO</b>						
<input type="checkbox"/> Nenhum <input type="checkbox"/> Temporal <input type="checkbox"/> Outros M. Mas. <input type="checkbox"/> Estruturas <input type="checkbox"/> Masseter <input type="checkbox"/> ATM <input type="checkbox"/> Não Mast.				<input type="checkbox"/> Nenhum <input type="checkbox"/> Temporal <input type="checkbox"/> Outros M. Mas. <input type="checkbox"/> Estruturas <input type="checkbox"/> Masseter <input type="checkbox"/> ATM <input type="checkbox"/> Não Mast.						
<b>1b. Localização da Cefaleia: Últimos 30 Dias (Marque tudo o que se aplica)</b>										
<input type="checkbox"/> Nenhuma <input type="checkbox"/> Temporal <input type="checkbox"/> Outra				<input type="checkbox"/> Nenhuma <input type="checkbox"/> Temporal <input type="checkbox"/> Outra						
<b>2. Relações Incisais</b> <b>Dente de Referência</b> <input type="radio"/> FDI #11 <input type="radio"/> FDI #21 <input type="radio"/> Outro										
<b>Trespasse Horizontal Incisal</b> <input type="checkbox"/> Se negativo		<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/> mm		<b>Trespasse Vertical Incisal</b> <input type="checkbox"/> Se negativo		<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/> mm				
				Desvio de Linha Média    Direita    Esquerda    N/A		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/> mm				
<b>3. Padrão de Abertura-Fechamento (Complementar; Marque tudo o que se aplica)</b> <b>Desvio não Corrigido</b>										
<input type="checkbox"/> Reto <input type="checkbox"/> Desvio Corrigido				<input type="checkbox"/> Direita <input type="checkbox"/> Esquerda						
<b>4. Movimentos de Abertura</b>										
<b>A. Abertura Sem Dor</b>										
<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/> mm		<b>LADO DIREITO</b>			<b>LADO ESQUERDO</b>					
		Dor    Dor    Cefaleia Familiar    Familiar			Dor    Dor    Cefaleia Familiar    Familiar					
		Temporal	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	Temporal	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	
		Masseter	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	Masseter	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	
		ATM	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	ATM	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	
		Outros Músc M	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	Outros Músc M	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	
		Não-mast.	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	Não-mast.	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	
		Temporal	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	Temporal	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	
		Masseter	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	Masseter	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	
		ATM	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	ATM	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	
		Outros Músc M	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	Outros Músc M	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	
		Não-mast.	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	Não-mast.	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	
		Temporal	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	Temporal	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	
		Masseter	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	Masseter	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	
		ATM	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	ATM	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	
		Outros Músc M	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	Outros Músc M	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	
		Não-mast.	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	Não-mast.	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	
<b>D. Interrompida?</b> <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S										
<b>5. Movimentos Laterais e Protrusivo</b>										
<b>A. Lateralidade Direita</b>		<b>LADO DIREITO</b>			<b>LADO ESQUERDO</b>					
<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/> mm		Dor    Dor    Cefaleia Familiar    Familiar			Dor    Dor    Cefaleia Familiar    Familiar					
		Temporal	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	Temporal	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	
		Masseter	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	Masseter	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	
		ATM	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	ATM	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	
		Outros Músc M	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	Outros Músc M	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	
		Não-mast.	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	Não-mast.	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	
		Temporal	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	Temporal	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	
		Masseter	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	Masseter	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	
		ATM	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	ATM	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	
		Outros Músc M	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	Outros Músc M	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	
		Não-mast.	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	Não-mast.	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	
		Temporal	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	Temporal	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	
		Masseter	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	Masseter	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	
		ATM	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	ATM	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	
		Outros Músc M	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	Outros Músc M	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	
		Não-mast.	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	Não-mast.	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> S	
<b>C. Protrusão</b>										
<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/> mm										
<input type="checkbox"/> Se negativo										

## 6. Ruídos na ATM Durante os Movimentos de Abertura &amp; Fechamento

	ATM DIREITA				ATM ESQUERDA					
	Examinador		Paciente	Dor c/ Estalido	Dor Familiar	Examinador		Paciente	Dor c/ Estalido	Dor Familiar
	Abertura	Fechamento			Abertura	Fechamento				
Estalido	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S
Crepitação	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S

## 7. Ruídos na ATM Durante os Movimentos Laterais &amp; Protusivo

	ATM DIREITA				ATM ESQUERDA			
	Examinador	Paciente	Dor c/ Estalido	Dor Familiar	Examinador	Paciente	Dor c/ Estalido	Dor Familiar
	Estalido	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S
Crepitação	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S

## 8. Travamento Articular

	ATM DIREITA				ATM ESQUERDA			
	Travamento		Redução		Travamento		Redução	
		Paciente	Examinador			Paciente	Examinador	
Durante a Abertura	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S
Posição de Abertura Máxima	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S

## 9. Dor à Palpação dos Músculos &amp; ATM

	LADO DIREITO				LADO ESQUERDO			
	Dor	Dor Familiar	Cefaleia Familiar	Dor Referida	Dor	Dor Familiar	Cefaleia Familiar	Dor Referida
<b>(1 kg)</b>								
Temporal (posterior)	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S
Temporal (médio)	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S
Temporal (anterior)	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S
Masseter (origem)	N S	N S		N S	N S	N S		N S
Masseter (corpo)	N S	N S		N S	N S	N S		N S
Masseter (inserção)	N S	N S		N S	N S	N S		N S
<b>ATM</b>								
Polo Lateral (0.5 kg)	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S
Em volta do Polo Lateral (1 kg)	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S	N S

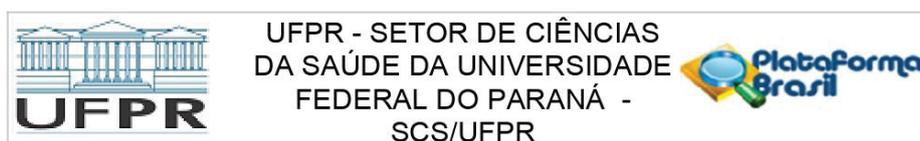
## 10. Dor à Palpação em Músculos Acessórios

	LADO DIREITO			LADO ESQUERDO		
	Dor	Dor Familiar	Dor Referida	Dor	Dor Familiar	Dor Referida
<b>(0.5 kg)</b>						
Região posterior da mandíbula	N S	N S	N S	N S	N S	N S
Região submandibular	N S	N S	N S	N S	N S	N S
Região do pterigóideo lateral	N S	N S	N S	N S	N S	N S
Tendão do Temporal	N S	N S	N S	N S	N S	N S

## 11. Comentários

## 7. ANEXO

### 7.1 Parecer Consubstanciado do CEP



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Avaliação da tensão óssea na cabeça da mandíbula em pacientes submetidos a cirurgia ortognática: estudo através da análise de elementos finitos

**Pesquisador:** DELSON JOÃO DA COSTA

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 45269221.2.0000.0102

**Instituição Proponente:** Programa de Pós-Graduação em Odontologia

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 4.893.961

##### Apresentação do Projeto:

O projeto tem como pesquisador principal o Prof. Dr. Delson João da Costa, com colaboração do aluno de pós-graduação Ricardo Sommerfeld e da Prof. Dr. Rafaela Scariot. O estudo terá a participação de 10 pacientes. O período previsto para a realização da pesquisa é partir da aprovação do CEP até julho de 2023. Serão selecionados 10 casos de pacientes com necessidade de realização de cirurgia ortognática, sendo 5 pacientes com deformidade dentofacial classe II e 5 pacientes classe III. Serão coletados dados como sexo, idade e quantidade de movimento realizado. Cada paciente será avaliado uma semana antes da cirurgia ortognática e no pós-operatório de 6 meses. Todos os pacientes selecionados farão tomografias computadorizadas no mesmo aparelho uma semana antes da realização do procedimento e no período pós-operatório de 6 meses.

##### Objetivo da Pesquisa:

**Objetivo Geral:**

Avaliar, através da análise de elementos finitos (MEF), a tensão na cabeça da mandíbula, após a realização de cirurgia ortognática.

**Objetivos Específicos:**

**Endereço:** Rua Padre Camargo, 285 - 1º andar

**Bairro:** Alto da Glória

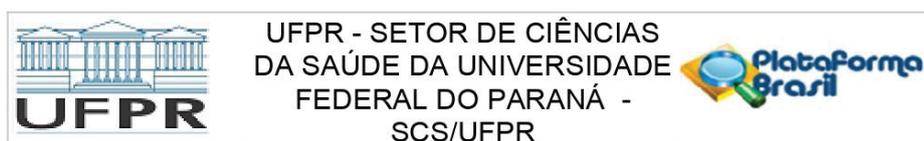
**UF:** PR

**Município:** CURITIBA

**CEP:** 80.060-240

**Telefone:** (41)3360-7259

**E-mail:** cometica.saude@ufpr.br



Continuação do Parecer: 4.893.961

1. Comparar a diferença na tensão na cabeça da mandíbula em pacientes com diferentes deformidades esqueléticas (Classe II e Classe III) submetidos a cirurgia ortognática bimaxilar;
2. Correlacionar a tensão na cabeça da mandíbula com os achados do DC/TMD, tanto no pre quanto no pós-operatório.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

- Quais os benefícios, diretos ou indiretos, para a população e a sociedade?

A sociedade terá benefícios indiretos, pois esse estudo irá proporcionar mais conhecimento, ainda inexplorado no âmbito da cirurgia ortognática, possibilitando um melhor tratamento proveniente dos profissionais que irão atender a população.

- Quais os riscos inerentes ou decorrentes da pesquisa?

Não haverá riscos para a população ou pessoas envolvidas na pesquisa, pois só iremos utilizar a tomografia computadorizada que o paciente deverá realizar no seu plano de tratamento. Não iremos mostrar ou publicar nomes ou fotos dos pacientes, somente as imagens tomográficas para obtenção do modelo tridimensional e dados demográficos e dados referentes ao questionário de DTM.

- Qual a possibilidade da ocorrência?

Nenhuma.

- Quais as medidas para sua minimização e proteção do participante da pesquisa?

Os dados dos pacientes só serão manipulados pelo pesquisador principal, assumindo a responsabilidade de não passar adiante tais informações, diminuindo o risco de compartilhamento desses dados. O paciente será examinado e irá responder o questionário em uma sala privativa, de forma isolada, para que o mesmo não fique constrangido no momento da pesquisa.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O projeto é de tema bastante relevante na Odontologia.

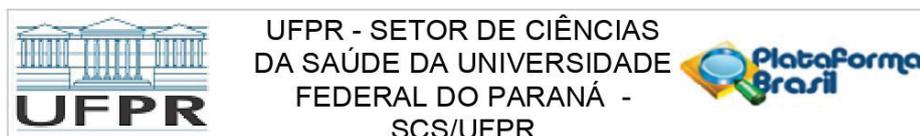
**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Os termos foram apresentados.

**Recomendações:**

Não há.

**Endereço:** Rua Padre Camargo, 285 - 1º andar  
**Bairro:** Alto da Glória **CEP:** 80.060-240  
**UF:** PR **Município:** CURITIBA  
**Telefone:** (41)3360-7259 **E-mail:** cometica.saude@ufpr.br



Continuação do Parecer: 4.893.961

#### Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

As pendências apontadas no parecer anterior foram atendidas. Sou de parecer favorável à aprovação do projeto.

Favor inserir em seu TCLE e TALE o número do CAAE e o número deste Parecer de aprovação, para que possa aplicar aos participantes de sua pesquisa, conforme decisão da Coordenação do CEP/SD de 13 de julho de 2020.

Após o isolamento, retornaremos à obrigatoriedade do carimbo e assinatura nos termos para novos projetos.

#### Considerações Finais a critério do CEP:

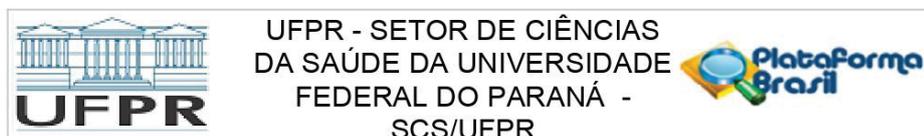
Solicitamos que sejam apresentados a este CEP, relatórios semestrais e final, sobre o andamento da pesquisa, bem como informações relativas às modificações do protocolo, cancelamento, encerramento e destino dos conhecimentos obtidos, através da Plataforma Brasil - no modo: NOTIFICAÇÃO. Demais alterações e prorrogação de prazo devem ser enviadas no modo EMENDA. Lembrando que o cronograma de execução da pesquisa deve ser atualizado no sistema Plataforma Brasil antes de enviar solicitação de prorrogação de prazo.

Emenda – ver modelo de carta em nossa página: [www.cometica.ufpr.br](http://www.cometica.ufpr.br) (obrigatório envio).

#### Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1668209.pdf	12/07/2021 10:55:55		Aceito
Declaração de Pesquisadores	respostas_versao_2.docx	12/07/2021 10:54:16	DELSON JOÃO DA COSTA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_detalhado_versao_2.docx	12/07/2021 10:53:33	DELSON JOÃO DA COSTA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	descumprimento_de_prazo_pedido.docx	13/06/2021 18:10:29	DELSON JOÃO DA COSTA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	resposta_pendencias.docx	13/06/2021 17:55:32	DELSON JOÃO DA COSTA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura	projeto_detalhado_corrigeo.docx	13/06/2021 17:54:22	DELSON JOÃO DA COSTA	Aceito

**Endereço:** Rua Padre Camargo, 285 - 1º andar  
**Bairro:** Alto da Glória **CEP:** 80.060-240  
**UF:** PR **Município:** CURITIBA  
**Telefone:** (41)3360-7259 **E-mail:** [cometica.saude@ufpr.br](mailto:cometica.saude@ufpr.br)



UFPR - SETOR DE CIÊNCIAS  
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO PARANÁ -  
SCS/UFPR

Continuação do Parecer: 4.893.961

Investigador	projeto_detalhado_corrigido.docx	13/06/2021 17:54:22	DELSON JOÃO DA COSTA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_corrigido.docx	13/06/2021 17:53:53	DELSON JOÃO DA COSTA	Aceito
Folha de Rosto	Rosto.pdf	13/06/2021 17:53:01	DELSON JOÃO DA COSTA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	concordancia_servicos_envolvidos.pdf	06/04/2021 11:53:27	DELSON JOÃO DA COSTA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCEL.docx	04/04/2021 12:13:36	DELSON JOÃO DA COSTA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	declaracao_de_compromisso_equipe.pdf	04/04/2021 12:12:40	DELSON JOÃO DA COSTA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	carta_encaminhamento.pdf	04/04/2021 12:08:03	DELSON JOÃO DA COSTA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_detalhado.docx	04/04/2021 12:06:05	DELSON JOÃO DA COSTA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Ata.pdf	17/03/2021 10:33:02	DELSON JOÃO DA COSTA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	checklist.pdf	17/03/2021 10:31:23	DELSON JOÃO DA COSTA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	analise_de_merito.pdf	17/03/2021 10:30:55	DELSON JOÃO DA COSTA	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

CURITIBA, 09 de Agosto de 2021

Assinado por:  
**IDA CRISTINA GUBERT**  
(Coordenador(a))

**Endereço:** Rua Padre Camargo, 285 - 1º andar  
**Bairro:** Alto da Glória **CEP:** 80.060-240  
**UF:** PR **Município:** CURITIBA  
**Telefone:** (41)3360-7259 **E-mail:** cometica.saude@ufpr.br