UNILEÃO
CENTRO UNIVERSITÁRIO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

FILIPPE LEVY SOUSA TEIXEIRA
MONALISE CARVALHO DE MENEZES

**CUSTOMIZAÇÃO E PLANEJAMENTO CIRÚRGICO VIRTUAL EM CIRURGIA
ORTOGNÁTICA – UMA MUDANÇA DE PARADIGMA. REVISÃO DE
LITERATURA**

JUAZEIRO DO NORTE-CE
2022

FILIPPE LEVY SOUSA TEIXEIRA
MONALISE CARVALHO DE MENEZES

**CUSTOMIZAÇÃO E PLANEJAMENTO CIRÚRGICO VIRTUAL EM CIRURGIA
ORTOGNÁTICA – UMA MUDANÇA DE PARADIGMA. REVISÃO DE
LITERATURA**

Projeto de trabalho de conclusão de curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso de Odontologia do Centro Universitário Doutor Leão Sampaio, como pré-requisito para aprovação na disciplina.

Orientador(a): Prof. Esp. Me. Jéferson Martins
Pereira Lucena Franco

JUAZEIRO DO NORTE-CE
2022

FILIPPE LEVY SOUSA TEIXEIRA
MONALISE CARVALHO DE MENEZES

**CUSTOMIZAÇÃO E PLANEJAMENTO CIRÚRGICO VIRTUAL EM CIRURGIA
ORTOGNÁTICA – UMA MUDANÇA DE PARADIGMA. REVISÃO DE
LITERATURA**

Projeto de trabalho de conclusão de curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso de Odontologia do Centro Universitário Doutor Leão Sampaio, como pré-requisito para aprovação na disciplina.

Orientador(a): Prof. Esp. Me. Jéferson Martins
Pereira Lucena Franco

Aprovado em 01/07/2022

BANCA EXAMINADORA

Professor Mestre Jéferson Martins Pereira Lucena Franco

Prof.(a) Orientador

Professor Especialista Eduardo Fernando Chaves Moreno

Prof (a). Examinador 1

Professor Mestre Flórido Sampaio Neves Peixoto

Prof (a). Examinador 2

CUSTOMIZAÇÃO E PLANEJAMENTO CIRÚRGICO VIRTUAL EM CIRURGIA ORTOGNÁTICA – UMA MUDANÇA DE PARADIGMA. REVISÃO DE LITERATURA

FILIPPE LEVY SOUSA TEIXEIRA¹
MONALISE CARVALHO DE MENEZES²
JÉFERSON MARTINS PEREIRA LUCENA FRANCO³

RESUMO

Introdução: O planejamento virtual tridimensional (3D) ganhou bastante espaço nos últimos anos com o avanço tecnológico das imagens a partir da tomografia computadorizada (TC) que permitiram o desenvolvimento de softwares de design e tecnologia CAD/CAM. **Objetivos:** Apresentar por meio de uma revisão da literatura os benefícios do planejamento cirúrgico virtual tridimensional com o auxílio de softwares de planejamento virtual, ressaltando as principais divergências e enfatizando a importância de um diagnóstico correto. **Metodologia:** O presente estudo se trata de uma revisão integrativa de literatura, a partir da aplicação dos seguintes Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e Medical Subject Headings (MeSH): “Cirurgia Ortognática”, “CAD/CAM” e “Planejamento Virtual Cirúrgico” para a pesquisa de trabalhos publicados em periódicos indexados nas principais bases de dados: Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), Scielo e Google Acadêmico. **Resultados e Discussão:** O planejamento cirúrgico virtual economiza tempo cirúrgico, sendo um dos principais benefícios relatados o uso de guias de corte cirúrgico e placas personalizadas para procedimentos, elevando a precisão do reposicionamento maxilar, além do uso de placas customizadas por CAD/CAM em cirurgia ortognática que tende a oferecer melhores resultados estéticos e da oclusão do paciente. **Conclusão:** Nessa revisão integrativa foi abordado sobre como o diagnóstico correto e planejamento cirúrgico virtual por meio de softwares adaptados pela tecnologia CAD/CAM influenciam em vantagens na condução cirúrgica e resultados pós-operatórios.

Palavras-chave: Cirurgia Ortognática. CAD/CAM. Planejamento Virtual Cirúrgico.

ABSTRACT

Introduction: Three-dimensional (3D) virtual planning has gained a lot of space in recent years with the technological advancement of images from computed tomography (CT) that allowed the development of design software and CAD/CAM technology. **Objectives:** To present, through a literature review, the benefits of three-dimensional virtual surgical planning with the help of virtual planning software, highlighting the main differences and emphasizing the importance of a correct diagnosis. **Methodology:** The present study is an integrative literature review, based on the application of the following Health Sciences Descriptors (HeSD) and Medical Subject Headings (MeSH): “Orthognathic Surgery”, “CAD/CAM” and “Virtual Planning Surgical” for the research of works published in journals indexed in the main

¹ GRADUANDO EM ODONTOLOGIA PELO CENTRO UNIVERSITÁRIO DOUTOR LEÃO SAMPAIO – E-MAIL: filipelevy8@gmail.com

² GRADUANDA EM ODONTOLOGIA PELO CENTRO UNIVERSITÁRIO DOUTOR LEÃO SAMPAIO – E-MAIL: monalizabdc777@gmail.com

³ DOCENTE DO CURSO DE ODONTOLOGIA PELO CENTRO UNIVERSITÁRIO DOUTOR LEÃO SAMPAIO – E-MAIL: jefersonlucenaodonto@hotmail.com

databases: Virtual Health Library (VHL), Scielo and Google Scholar. **Results and Discussion:** Virtual surgical planning saves surgical time and significantly reduces costs in the planning process, one of the main benefits reported is the use of surgical cutting guides and customized plates procedures, increasing the accuracy of maxillary repositioning, in addition to the use of customized CAD/CAM plates in orthognathic surgery that tends to offer better aesthetic and occlusion results for the patient. **Conclusion:** In this integrative review, it was discussed how the correct diagnosis and virtual surgical planning through software adapted by CAD/CAM technology influence advantages in surgical management and postoperative results.

Keyword: Orthognathic Surgery. CAD/CAM. Virtual Surgery Planning.

1) INTRODUÇÃO

O planejamento virtual tridimensional (3D) ganhou bastante espaço nos últimos anos com o avanço tecnológico das imagens a partir da tomografia computadorizada (TC) que permitiram o desenvolvimento de softwares de design e tecnologia CAD/CAM, o que facilita o planejamento virtual tridimensional (3D). Projeções virtuais de osteotomias e ostectomias, confecção de guias cirúrgicos impressos, o que acarreta um planejamento cirúrgico mais preciso, redução de tempo transoperatório e melhores resultados pós-cirúrgicos (SHAHEEN EMAN *et al.*, 2016).

O conhecimento sobre a importância da cirurgia ortognática para o reestabelecimento dos padrões estéticos e faciais de pacientes acometidos com má-oclusões, lesões e doenças faciais é indiscutível (LIN *et al.*, 2018). De acordo com Sharifi (2008) e Barbenel (2010) durante as etapas de planejamento e diagnóstico podem ocorrer pequenas alterações que, conseqüentemente, acarretam graves erros no tratamento cirúrgico e prognóstico do paciente, principalmente nas etapas de transferência do arco facial e medidas de distâncias intercondilares, dificultando o processo de retificação das deformidades maxilares e mandibulares pré-existentes ou induzindo em complicações pós-cirúrgicas, como resultados indesejados quando analisado do ponto de vista estético para o paciente (BOWLEY *et al.*, 1992).

Quanto ao planejamento cirúrgico, os procedimentos antes planejados manualmente possuíam limitações que implicavam em diversos prejuízos aos pacientes, principalmente sobre suas condições pós-operatórias e/ou frustração dos resultados almejados não alcançados. Entretanto, com os avanços tecnológicos emergiu-se o planejamento cirúrgico virtual, que permitiu que a cirurgia ortognática fosse observada de uma forma mais segura e eficaz, através do desenvolvimento de imagens 3D por Tomografias Computadorizadas (TC), Tomografias Computadorizadas de Feixe Cônico (CBCT), sistemas de escaneamento, digitalização intraoral e softwares específicos (SWENNEN *et al.*, 2009).

É importante ressaltar que essas tecnologias permitem ao cirurgião-dentista o acesso ao ambiente computadorizado para planejar e executar as osteotomias virtualmente antes da cirurgia, realizando movimentos 3D em todos os segmentos ósseos, tendo assim, uma previsão de como seria no momento da cirurgia, o que nesse caso ocasiona em um pré-operatório confiante e execução cirúrgica segura e eficiente na aplicabilidade dos resultados esperados, além de evitar movimentos ósseos invasivos que dificultariam a recuperação pós-cirúrgica do paciente (SWENNEN *et al.*, 2009).

O planejamento virtual com uso de softwares tridimensionais (3D) e confecção de guias cirúrgicos impressos auxiliada por computadores com tecnologia CAD/CAM promoveram mudanças na forma como a cirurgia ortognática é planejada e executada. Compreende-se que o planejamento cirúrgico virtual é realizado pautado em princípios da cirurgia ortognática, sendo adaptados em tais tecnologias de modo à elevar o nível de precisão dos resultados pós-cirúrgicos, além de facilitar todo o manejo transoperatório. Sendo assim, a contribuição desse estudo auxilia no desenvolvimento de novos estudos sobre planejamento cirúrgico virtual, servindo como base para outros estudos científicos na área de cirurgia ortognática.

Assim, o objetivo deste trabalho é analisar por meio de uma revisão integrativa de literatura, o planejamento cirúrgico virtual de forma tridimensional com o auxílio de softwares, ressaltando as principais divergências e enfatizando a importância de um diagnóstico correto.

2) METODOLOGIA

O presente estudo se trata de uma revisão integrativa de literatura que consiste em um método de investigação que avalia as evidências científicas existentes sobre um tema específico, onde o produto final é o conhecimento do tema pelo qual foi investigado, de modo que haja uma identificação dos problemas e dedução de hipóteses que servem para conduzir novas pesquisas (SOUSA *et al.*, 2017).

Para a determinação de amostras, os Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e Medical Subject Headings (MeSH) foram: Cirurgia Ortognática, Orthognatic Surgery, CAD-CAM, Osteotomia, Osteotomy, Imagem Tridimensional, Three-dimensional image, Anomalias Maxilofaciais, Maxillofacial anomalies. Após a combinação dos descritores, foi realizada a pesquisa por trabalhos publicados em periódicos indexados nas principais bases de dados: Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), Scielo e Google Acadêmico. Tendo como estratégia de busca na BVS “Cirurgia Ortognática” AND “Osteotomia”, Scielo “CAD-CAM” OR “Cirurgia Ortognática” e Google Acadêmico “Anomalias Maxilofaciais” AND “Imagens Tridimensionais”.

Como critérios de inclusão foram selecionados artigos que abordassem sobre o tema que tivessem textos completos disponíveis, publicados nos idiomas Inglês e Espanhol, que contribuíssem para a construção bibliográfica dessa revisão. Como critério de exclusão, foram definidas divergências na temática e duplicidade, sendo excluídos aqueles em que não houvessem conformidade com o tema principal.

3) REVISÃO DE LITERATURA

3.1) RESULTADOS

A busca associada dos descritores na plataforma BVS resultou em 264 publicações. Após a aplicação dos critérios de inclusão mantiveram-se 170 publicações. A busca associada dos descritores na plataforma Scielo resultou em 203 publicações. Após a aplicação dos critérios de inclusão mantiveram-se 148 publicações. A busca associada dos descritores na plataforma Google Acadêmico resultou em 88 publicações. Após a aplicação dos critérios de inclusão mantiveram-se 47 publicações. Por meio da leitura dos títulos e resumos, foi possível excluir estudos que não abordavam sobre o tema da revisão.

Desses, foram selecionados 32 para leitura completa e desenvolvimento do referencial teórico, metodologia e discussão da revisão integrativa de literatura.

TABELA 1. Relatório de Busca de Dados

Base de Dados	Busca inicial de artigos indexados em periódicos	Selecionados após aplicação dos critérios de inclusão
BVS	264 (47,5%)	170 (46,5%)
Scielo	203 (36,5%)	148 (40,5%)
Google Acadêmico	88 (16%)	47 (13,5%)
Todos	555 (100%)	365 (100%)

#: porcentagem

Fonte: Autoria Própria

3.2) DIAGNÓSTICO E PLANEJAMENTO CIRÚRGICO VIRTUAL (PCV)

De acordo com Popat e Richmond (2010) o crescimento do planejamento virtual em cirurgia ortognática pode ser explicado em decorrência das limitações existentes na previsão tridimensional do planejamento 2D, o que induziu uma enorme mudança na logística organizacional da cirurgia ortognática, com progressão dos planejamentos com tecnologias

softwares (3D) (BERRONE *et al.*, 2016; KÄRKKÄINEN *et al.*, 2018; FRANZ *et al.*, 2019). Dessa maneira, o planejamento tridimensional 3D surgiu como uma mudança de paradigma, sendo muito eficazes em cirurgias, sejam elas reconstruções de trauma facial, implantes dentários, oncologia de cabeça e pescoço, ortopedia e neurocirurgia (TETSWORTH *et al.*, 2017; RINALDI E GANZ, 2019).

A importância do diagnóstico virtual para o correto planejamento cirúrgico do paciente é imprescindível, o cirurgião-dentista deve obter o registro de fotografias clínicas e vídeos do paciente durante as sessões de planejamento, por conta destes dados auxiliarem mostrando o quanto os incisivos estão expostos em repouso e movimentação, além de identificar o plano esquelético facial, padronizando esses dados e transferindo a linha média do tecido mole e sua relação com a linha média óssea (MOMI *et al.*, 2006).

Goulart e Biegelmeier *et al.*, (2022) afirmam que o planejamento virtual em OS (Orthognatic Surgery) supera o método convencional, através da aplicabilidade de tomografias computadorizadas (TC) em arquivo DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine), oferecendo imagens tridimensionais de alta resolução de modo que estruturas ósseas e tecidos moles possam ser observados de forma mais precisa, proporcionando um melhor diagnóstico, planejamento virtual cirúrgico e uma prévia do resultado final ao paciente. De acordo com Stokbro *et al.*, (2014) o planejamento virtual cirúrgico possibilita uma melhor relação entre as arcadas e as estruturas ósseas existentes. Nesta etapa é crucial que se haja uma execução correta do VSP (Virtual Surgery Planning) para que haja melhores resultados estéticos e oclusais, sendo fundamental o uso da modelagem 3D influencia diretamente nos resultados finais da cirurgia ortognática.

Brito e Mordente (2018) descrevem que a assimetria facial é uma das condições capaz de comprometer a função oclusal e as interações sociais, e por conta disso ela interfere na qualidade de vida das pessoas, sendo assim, os autores realizaram um estudo para que se possa obter uma oclusão estável tendo como consequência uma melhoria na estética facial, e nesse caso os autores indicam o tratamento ortodôntico-cirúrgico. Os autores realizam um estudo de caso em que o exame extrabucal do paciente revelou face assimétrica, com o queixo desviado para o lado direito e plano oclusal maxilar inclinado, seguindo desse exemplo e relatado que uma simulação virtual da cirurgia poderá permitir planejar qual a forma mais adequada, e antecipada para se atuar, os movimentos cirúrgicos efetuados na maxila, mandíbula e mento.

Sendo assim, o principal objetivo dos autores nesse estudo foi corrigir as discrepâncias esqueléticas, assim como as compensações dentárias criadas pela má oclusão, a mordida cruzada posterior, e a assimetria maxilar vertical, assimetria mandibular e sua protrusão do lábio

inferior, tudo ocorreu como planejado pois o tratamento foi realizado com sucesso graças ao uso de guias prototipados obtidos a partir do planejamento virtual (BRITO E MORDENTE, 2018).

O uso de placas customizadas em cirurgia ortognática tende a oferecer maior precisão no reposicionamento dos maxilares, com a ajuda de um planejamento virtual adequado, em seu trabalho os mesmos propõem o uso de uma técnica híbrida dividida em 6 etapas, onde visaram a customização de guias e miniplacas em cirurgia ortognática utilizando abordagens a fim de serem a menos invasiva possível, para evitar o uso de guias oclusais intermediárias. Seu foco era em um sistema que gerasse mais conforto ao paciente, pois o processo de customização convencional além de ser demorado, apresenta alto custo que envolve questões legais com seguradoras, assim como os sistemas disponíveis para placas customizadas requerem grandes incisões, com grande descolamento de partes moles para inserção das guias e placas. Porém, o estudo não atendeu os resultados esperados pois são apresentadas várias problemáticas e os mesmos indicam que mais estudos são necessários para avaliar o impacto geral, mesmo assim não descartam seu uso pois a técnica permite ao cirurgião diminuir as incisões, aumentar a precisão e reduzir o tempo preparativo com um processo de baixo custo (CLAUS *et al.*, 2020).

BRUNSO *et al.*, (2016) demonstra a evolução dos métodos de análises em cirurgia ortognática e a importância do uso de novas tecnológicas no mercado de atuação, além de avaliar na tomografia com contraste o comportamento vascular das estruturas em estudo, complementando a avaliação inicial sem contraste previamente estipulado. O método utilizado é empregado com sucesso em 10 casos de cirurgia bimaxilar sem incidentes apresentados. Os feixes guia das osteotomias são perfeitamente adaptadas à superfície maxilar. Este protocolo é aplicado para localizar a mandíbula superior ou promover a excentricidade excêntrica, além de fundamentar um sistema base de osteossíntese personalizado que inclui as propriedades biomecânicas adaptadas às necessidades do paciente.

Siddiqui *et al.*, (2022) fundamenta que o processo de preparação dos pacientes no método tradicional que precisam da cirurgia ortognática é longo e tedioso, combinando trabalho clínico e laboratorial, sendo necessária a confecção de guias acrílicos e guias intraoperatórios. Esse método de planejamento é propenso à erro devido as alterações dimensionais sofridas pelos materiais devido à pressão. A cirurgia ortognática planejada de forma tradicional envolve uma avaliação de dados cefalométricos aliada à uma montagem de modelos dentários em articuladores, exames clínicos e fotografias faciais para planejamento das movimentações maxilomandibulares no plano sagital.

Dessa forma, o planejamento cirúrgico virtual assistido por computador fornece previsões mais precisas e realísticas dos resultados do que o modelo tradicional. O modelo virtual permite realizar osteotomias virtuais e movimentação de segmentos ósseos nos três planos espaciais, e aplicação destas no momento transoperatório a partir da impressão de modelos esterolitográficos e placas oclusais intermediárias para guiar a cirurgia, facilitando todo o processo a partir de uma reconstrução 3D realizada previamente (KUMARI; RAMANATHAN, 2022).

Schendel (2015) relata sobre a evolução da tecnologia e a avaliação clínica do paciente com comprometimento craniofacial. As relações anatômicas 3D não são fáceis de compreender e para isso, há uma necessidade de aprimoramento especial em avaliação de imagens 3D. A partir da aplicação dessas tecnologias no consultório, houve mais acessibilidade e velocidade nos processos de planejamento e execução da cirurgia ortognática de modo geral, principalmente pelo fato de que tanto o plano esquelético como os tecidos moles podem ser simulados ao mesmo tempo. Diversas análises estéticas e cefalométricas de tecidos moles são utilizadas, progredindo ao lado de traçados radiográficos e renderizações computadorizadas. Não existe perfeição, contudo ainda é o método mais preciso existente dentro da cirurgia ortognática. Sendo assim, um resultado mais provável pode ser alcançado, com maior precisão cirúrgica e menor risco cirúrgico e comorbidade.

3.3) CIRURGIA ORTOGNÁTICA E A TECNOLOGIA CAD-CAM

De acordo com Shaheen *et al.*, (2016) o uso de tecnologias de ferramentas com materiais 3D podem ser usadas em acompanhamentos de cirurgias ortognáticas, desse modo eles utilizam, para o estudo, 15 pacientes (sendo 4 homens e 11 mulheres de idade média de 29 anos) com classes esqueléticas II e III, submetidos à cirurgia bimaxilar, que realizaram tomografia computadorizada (TC) pré-operatória e tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), submetidos ao software AMIRA, e depois foi aplicado um teste estatístico, onde para avaliar o nível de confiança do método proposto o coeficiente de correlação intraclasse (ICC) foi usado em 95%, após análises os resultados excederam o proposto, mostrando que o estudo fornece um método confiável.

Claus *et al.*, (2021) testou a hipótese de uma modulação em 3D de uma cirurgia, a fim de reduzir ao máximo os desgastes nos pacientes, introduzindo novas tecnologias. Dentre outras vantagens oferecidas por essa tecnologia, destacam-se: Cirurgia sem guias; Reposicionamento tridimensional da maxila sem necessidade de referência vertical e rotação mínima do segmento proximal da mandíbula. Os autores defendem que a adaptação dos implantes depende de

inúmeros fatores, como a qualidade da TC, o processo de segmentação de tomografia computadorizada, a coincidência entre as osteotomias virtuais e reais e a qualidade do processo de impressão 3D. O estudo apresenta que o processo economiza tempo durante a cirurgia, pois as placas já estão formadas e nenhuma curvatura extra ou colocação de guias oclusais se mostram necessárias.

LIU *et al.*, (2013) ressalta a importância das construções esqueléticas e do planejamento tridimensional em cirurgia ortognática, com utilização de talas cirúrgicas assistidas por computador (CAD/CAM) evitando erros no processo de modelagem tradicional. As osteotomias do maxilar quando planejadas e os movimentos dos segmentos ósseos relativos às estruturas fixas são armazenados estruturalmente em templates, ajustando para que sejam realizadas de maneira segura e, de preferência intraoralmente, para evitar cicatrizes na face. Este método virtual facilita a execução de forma correta, evitando cicatrizes na face e, concomitantemente, proporcionando uma exposição adequada ao esqueleto. Com a utilização de um guia de reposicionamento para orientar as margens de ressecção, a osteotomia é realizada entre os orifícios pré-perfurados, com a lâmina de serra devidamente guiada facilitando o encaixe entre a superfície interna do guia e a superfície externa da maxila. Em contrapartida, o método tradicional realizado manualmente possuem muitos erros e podem interferir diretamente no resultado final. Dessa forma, com a aplicação dos guias de osteotomia, reduziu-se o tempo transoperatório além de evitar maiores lesões ao paciente.

Na cirurgia ortognática, as anomalias faciais são corrigidas pelo reposicionamento de estruturas ósseas, sempre realizando uma simulação computacional tridimensional (3D) para visualizar o resultado cirúrgico, podendo ser aplicada para correção de queixos em posições irregulares, sempre voltados ao maxilar. Nessa pesquisa, foram analisados 10 pacientes (5 homens e 5 mulheres) com deformidades dentofaciais, sendo estes submetidos a TC 6 meses após a correção cirúrgica com osteotomias clássicas. Foi utilizado pelo autor o software Surgi-Case-CMF1PRO com dados armazenados no formato DICOM. A partir disso, as linhas de osteotomia foram traçadas na imagem virtual 3D facilitando todo o processo transoperatório de realocação óssea. Foi necessário contornar para melhorar a eficácia do seu método, utilizando a TC para realizar cálculos que oferecessem mais segurança. Marchetti *et al.*, (2010) enfatiza o sucesso na aplicação, e relata que de forma mais simples, seus objetivos foram atingidos, e os resultados como um todo são positivos, e nesse caso a simulação em computador 3D pode ser útil para visualizar o resultado cirúrgico em cirurgia ortognática (MARCHETTI *et al.*, 2010).

O sistema CAD/CAM permite que os cirurgiões utilizem guias de corte personalizados para facilitar, reduzir o tempo transoperatório e evitar o erro por planejamento manual clínico.

Em 2018, Xue *et al.*, incluíram um protocolo ortodôntico-cirúrgico-ortognático que otimiza o movimento multidirecional preciso da maxila durante o processo cirúrgico. O reposicionamento maxilar por meio do planejamento 3D eleva a precisão, como foi verificado no estudo transversal de Lin e Cols, que incluiu 15 pacientes com hiperplasia mandibular e padrão de normalidade na articulação temporomandibular (WALSHAW; TAYLOR, 2020).

As reconstruções tridimensionais desde a década de 1980 facilitaram um diagnóstico apurado e detalhado das deformidades craniofaciais complexas, ademais de pacientes com assimetria acentuada. As guias de fixação devem ser alocadas na maxila anterior para que se haja ótimos resultados com os segmentos osteotomizados sendo assentados suavemente antes de serem fixados com o parafuso ósseo. Dessa forma, este estudo concluiu que a reposição da maxila na cirurgia pode ser altamente precisa a partir da utilização dos guias cirúrgicos de titânio escaneados pelo sistema CAD/CAM e com placas de fixação, a incidência do sub-avanço maxilar foi reduzido e houve uma diminuição na variabilidade dos resultados cirúrgicos com o uso de guias de titânio quando comparados com o uso de talas cirúrgicas (WONG *et al.*, 2019).

Riu *et al.*, (2014) descreve os principais passos realizados em um planejamento cirúrgico virtual, inicialmente com a utilização de dados de uma TC de feixe cônico (KaVo, Biberach, Alemanha) e o software Maxilim (Medicim, Nobel Biocare Group). O protocolo de aquisição das imagens de TC envolve uma análise clínica do paciente em oclusão cêntrica com os lábios relaxados, uma análise da mordida em baixa resolução e em sequência em alta resolução. Após adquirir as imagens tomográficas no software, foi observado um modelo tridimensional dos tecidos duros e moles da face, com janela de dentes e intercuspidação. Este processo se torna relevante por conta da criação da máscara facial do paciente, servindo para comparar a relação entre os tecidos duros e moles da face, transparecendo a textura da pele, mensuração da dimensão vertical maxilar comparada com o lábio superior, presença ou não de desvio da linha média dentária em relação ao comprimento do lábio superior.

As genioplastias se beneficiaram bastante com a evolução do planejamento cirúrgico virtual por computador e impressão 3D. Assim como acontece com a maioria das outras cirurgias ortognáticas, as genioplastias apresentam alto risco de resultados pós-operatórios ruins em decorrência de imprecisões e posicionamento inadequado do queixo. Desse modo, os guias de reposicionamento gerados pela tecnologia CAD/CAM seguem sendo a melhor solução para um planejamento preciso e conveniente para as cirurgias ortognáticas em geral (OMARA; EMARA, 2022).

O PCV economiza tempo cirúrgico e custos significativos no processo de planejamento, sendo um dos principais benefícios relatados o uso de guias de corte cirúrgicos

e placas personalizadas para procedimentos sem wafer, elevando a precisão do reposicionamento maxilar. O principal objetivo deste estudo foi avaliar as evidências sobre waferless osteotomias ortognáticas, a partir do uso de guias e placas personalizadas para o paciente. A relação custo-benefício precisa ser aprofundada nessa área, tendo em vista que existem contradições sobre a eficácia que não são completamente concisas e de concluinte específico (WILLIAMS et al., 2021).

4) DISCUSSÃO

Segundo Wrzosek *et al.*, (2016) o planejamento cirúrgico virtual é o mais eficiente para realizar o planejamento pré-operatório, pois é uma ferramenta utilizada para prever os movimentos cirúrgicos que possuem alta complexidade em modelos 3D, a fim de poder reduzir o tempo laboratorial pré-operatório. Foi classificado pelos autores como estudo prospectivo e foi realizado no Hospital Geral de Massachusetts no período de 1 ano, sendo de janeiro de 2014 a janeiro de 2015, os dados foram coletados no hospital através da ajuda de residentes e plantonistas, e os registros de tempos foram coletados em tempo real. Esta pesquisa tinha como objetivo registrar o tempo gasto em cada etapa do planejamento para ambos os grupos e determinar as áreas de potencial economia de tempo, e comparar o método utilizando o PCV com o método padrão. Em concordância, Walshaw e Taylor junto de outros autores, descrevem técnicas para reduzir a dependência do julgamento intraoperatório, na tentativa de amenizar as perdas e melhorar o tempo de atuação. Em seu trabalho, os autores Xue *et al.*, (2018) apresentam de forma implacável o protocolo ortodôntico-cirúrgico-ortognático mais frequente utilizado. Logo, os autores concluem que a planejamento virtual cirúrgico servem como parâmetro de abrangência tanto para cirurgias ortognáticas de reposicionamento maxilar e mandibular, reduzindo o tempo cirúrgico.

Walshaw e Taylor (2020) afirmam que o uso da tecnologia de desenho assistido por computador (CAD/CAM) e o planejamento computadorizado tridimensional (3D) se desenvolveu bastante desde 1980, mas apenas em 1999 foi inserido na realidade da cirurgia ortognática. Em 2018, Xue et al., introduziram seu protocolo cirúrgico que buscava otimizar o movimento preciso da maxila durante os procedimentos Le Fort I. Em contrapartida, o estudo transversal de Lin e Cols, incluiu 15 pacientes com articulações temporomandibulares normais e hiperplasia mandibular para realizarem procedimentos mandibulares, seja com ou sem mentoplastia.

De acordo com Stokbro *et al.*, (2014), o sucesso da cirurgia ortognática vai depender da técnica utilizada e a precisão do planejamento cirúrgico, este que é realizado assistido por computador, sendo parâmetro para obtenção de uma relação mais confiável entre a ATM e a dentição, buscando uma oclusão mais estável possível. Essa afirmação coincide com Williams *et al.*, (2021) onde nesse trabalho é relatado que a cirurgia ortognática bem sucedida deve resultar em uma oclusão estável, equilíbrio morfológico facial e proporções estáveis para o paciente. Williams *et al.*, (2021) aborda sobre a evolução do planejamento cirúrgico 3D auxiliado pelo sistema CAD/CAM relatando um aumento na eficácia, precisão e reprodutibilidade do resultado cirúrgico final. Este ainda sucinta sobre a precisão do movimento maxilar a partir do uso de guias de corte cirúrgicos personalizados para procedimentos de osteotomia sem wafer, onde o custo-benefício é melhor do que se fosse utilizado o procedimento cirúrgico ortognático tradicional, sendo o principal benefício dos procedimentos de osteotomia sem wafer a redução do tempo cirúrgico.

Correlacionando com outros vários autores, Stokbro e sua equipe fazem uma citação clara e direta sobre o uso das novas tecnologias de cirurgia assistida e sua importância. Os autores começam a mostrar seus resultados, e citando outros autores enfatizam no uso das tecnologias de modelagem 3D. Como parte de seu experimento requer autorização prévia, os autores informam sobre esse pedido, enfatizando, pois, poucos estudos têm apresentado os resultados da distração do terço médio da face através de avaliação cefalométrica. Corroborando com o trecho anterior os autores enfatizam a praticidade e eficiência do modelo tridimensional. Através de uma análise os autores notaram que para medir as diferenças entre os movimentos cirúrgicos planejados e reais, o benefício é maior com placas personalizadas. Os autores concluem em concordância que foi constatado em seu trabalho uma economia de tempo cirúrgico. Esse estudo corrobora com o realizado por Wrzosek em 2016, que foi dividido em três partes, a obtenção das impressões, montagem do arco facial e preparação do modelo, depois a análise e modificação oclusal, cirurgia de modelo e fabricação de talas e a sessão PCV online. Dos 41 casos bimaxilares encontrados, 20 eram simples (simétricos) e 21 eram complexos (assimetria e osteotomias segmentares). Os tempos médios entre os métodos apresentou, para o método PCV, uma redução de 31% ($P < 0,001$). Os autores afirmam que se retirar partes que compõe a primeira etapa de coleta, a economia de tempo pode aumentar para até 91%. Este estudo indica que em um ambiente acadêmico, o PCV reduz o tempo necessário para o planejamento da cirurgia ortognática bimaxilar (WRZOSEK *et al.*, 2016).

Para Brunso *et al.*, (2016) a tomografia computadorizada (TC) maxilofacial é uma forma padronizada com curvas axiais de 1 mm e sem contraste, com o paciente posicionado em decúbito dorsal, oclusão central e com a língua contra incisivos superiores. Os autores relatam que na tomografia com contraste é avaliado o comportamento vascular das estruturas em

estudo, complementando a avaliação inicial sem contraste previamente estipulado. Schendel *et al.*, (2015) complementa fundamentando a importância dos exames de imagem tridimensionais a partir da avaliação clínica do paciente por meio de imagens 3D do esqueleto craniofacial e acidentes anatômicos. Além de enfatizar sobre essa parte o autor relata na sequência que as novas técnicas são bem avançadas e ajudam na visualização do modelo podendo ajudar as pessoas a aprenderem mais rápido e cometer menos erros.

Liu *et al.*, (2013) afirma que a técnica de template individual é uma forma viável e precisa de transferir o plano tridimensional para procedimentos intraoperatórios, e já foi utilizada anteriormente na região bucomaxilofacial. Após sua fala os autores completam enfatizando que osteotomias do maxilar quando planejadas e os movimentos dos segmentos ósseos relativos às estruturas fixas são armazenados estruturalmente em templates, ajustando para que sejam realizadas de maneira segura e, de preferência intraoralmente, para evitar cicatrizes na face. Brunso *et al.*, (2016) afirma que o método é empregado com sucesso nos 10 casos de cirurgia bimaxilar sem incidentes. Os feixes guia e as osteotomias de forma, precisão e controle, são perfeitamente adaptados à superfície dos 4 arcos maxilares, dessa forma os sistemas de personalização de osteossíntese não precisam se limitar apenas ao desenho de uma estrutura adaptada à superfície óssea do paciente. Na sequência os autores ainda falam sobre como um sistema a base de osteossíntese personalizado deve incluir, também as propriedades biomecânicas adaptadas às necessidades de seu receptor.

Schendel *et al.*, (2015) aborda sobre as diversas análises estéticas e cefalométricas dos tecidos moles que foram propostas e que se encontram em constante uso, por meio de traçados radiográficos para renderizações computadorizadas, não existindo nenhuma perfeita, principalmente quando existe a necessidade de se descrever o que é esteticamente agradável ao paciente. Esse trecho enfatiza que apesar de não ser 100% preciso o método ainda é o melhor empregado, pois sistemas de previsão foram desenvolvidos para dar uma noção do resultado final. Em contrapartida, Liu *et al.*, (2013) ressalta a importância do planejamento tridimensional para se evitar erros no processo de modelagem tradicional, independentemente do resultado final ser 100% preciso e esteticamente agradável, este representa uma evolução ao protocolo tradicional e evita erros graves.

Brunso *et al.*, (2016) afirma que o método SPO simplificou notavelmente o procedimento transoperatório a partir da redução do tempo cirúrgico, evitando processos invasivos como intermaxilarização, moldagem das miniplacas e necessidade de medicação intraoperatória. Liu *et al.*, (2013) relata que o guia de osteotomia facilita o procedimento de Le Fort para que seja removida apenas a quantidade exata de osso, otimizando o tempo

transoperatório, precisão cirúrgica e danos causados por trituração tecidual. Nesse ponto os autores falam sobre os pontos positivos do seu método de aplicação, pois evitaram lesões maiores aos pacientes que passavam pelo procedimento cirúrgico, além do tempo cirúrgico transoperatório que foi reduzido.

Liu *et al.*, (2013) identificou que a aplicação dos splints CAD/CAM facilitaram a rapidez e precisão do processo de planejamento cirúrgico, não sendo mais necessária a digitalização do gesso dentário. Os movimentos planejados tradicionalmente são transferidos por meio de talas cirúrgicas. Schendel *et al.*, (2015) complementa relatando que o processo de simulação tridimensional aplicado no planejamento cirúrgico virtual facilitou o processo transoperatório, pois tanto o esqueleto dentofacial quanto os tecidos moles são simulados concomitantemente, sendo esses avanços nas imagens tridimensionais primordiais para que houvesse essa revolução nos tratamentos das deformidades dentofaciais, principalmente, a cirurgia ortognática. Brunso *et al.*, (2016) complementa mais ainda essa afirmação quando descreve que os métodos de planejamento cirúrgico virtual podem ser usados em qualquer caso de cirurgia ortognática. Os autores fundamentam em concordância a importância da aplicação do método PCV em cirurgia ortognática, bem como a evolução em resultados e minimização de erros desse método quando comparado ao método tradicional, onde o PCV há uma otimização do tempo transoperatório, redução de lesões pós-operatórias por conta de um procedimento menos invasivo e resultados estéticos e funcionais mais favoráveis.

5) CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do entendimento sobre como o método de planejamento cirúrgico virtual otimiza a preparação pré-operatória, resultados transoperatórios e recuperação pós-operatória, ao contrário do método tradicional com uso de guias cirúrgicos, articuladores e modelos de gesso, sendo assim, percebe-se uma evolução na cirurgia ortognática, a partir de uma redução do tempo cirúrgico, preservação de estruturas ósseas a partir de uma osteotomia guiada por softwares que minimizam os erros, além de uma recuperação pós-operatória facilitada para o paciente.

Ademais, um diagnóstico correto por meio de imagens tridimensionais (3D) é de extrema importância para guiar o cirurgião-dentista no processo de planejamento, este que, por sua vez, tem vantagens na condução cirúrgica e resultados pós-operatórios, se for realizado por meio da utilização de softwares desenvolvidos e adaptados pela tecnologia CAD/CAM. Sendo assim, o planejamento cirúrgico virtual fundamentado por um excelente diagnóstico tridimensional é a chave para o futuro da cirurgia ortognática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBENEL JC, PAUL PE, KHAMBAY BS, WALKER FS, MOOS KF, AYOUB AF. Errors in orthognathic surgery planning. **Int J Oral Maxillofac Surg**, 39(11): 1103e1108, 2010.
- BERRONE M, CROSETTI E, TOS PL, PENTENERO M AND SUCCO G. Fibular osteofasciocutaneous flap in computer-assisted mandibular reconstruction: Technical aspects in oral malignancies. **Acta Otorhinolaryngologica Italica**, 36: 469-478, 2016.
- BOWLEY JF, MICHAELS GC, LAI TW, LIN PP. Reliability of a facebow transfer procedure. **J Prosthet Den**, 67(4): 491e498, 1992.
- BRITO, HHA, MORDENTE, CM. Facial asymmetry: virtual planning to optimize treatment predictability and aesthetic results. **Dental Press J Orthod**, Nov-Dec;23(6):80-9, 2018.
- BRUNSO, Joan; PROL, Carlos; FRANCO, Maria; CARLOS, Félix de, MARTIN, Jesús Carmelo; SANTAMARIA, Joseba Andoni. Guías y miniplacas personalizadas: un protocolוגuiado para cirugía ortognática. **International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, volume 39, issue 1, january - march, pages 7-14, 2016.
- DE MOMI E, CHAPUIS J, PAPPAS I, FERRIGNO G, HALLERMANN W, SCHRAMM A, et al. Automatic extraction of the mid-facial plane for craniomaxillofacial surgery planning. **International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery** 35: 636–642, 2006.
- DE RIU, Giacomo; *et al.* Computer-assisted orthognathic surgery for correction of facial asymmetry: results of a randomised controlled clinical trial. **British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, 52. 251–257, 2014.
- FRANZ L, ISOLA M, BAGATTO D, TUNIZ F AND ROBIONY M. A novel approach to skull-base and orbital osteotomies through virtual planning and navigation. **Laryngoscope**, 129: 823–831, 2019.
- GOULART, Maria Eduarda Pereira; BIEGELMEYER, Thaís Cargnino; MOREIRA-SOUZA, Larissa; et al. What is the accuracy of the surgical guide in the planning of orthognathic surgeries? A systematic review. **Med Oral Patol Oral Cir Bucal**, Mar 1;27 (2):e125-34, 2022.
- J.D. PAGGI CLAUS *et al.* Customization in minimally invasive orthognathic surgery. **Advances in Oral and Maxillofacial Surgery**, 3. 100114, 2021.
- J.D. PAGGI CLAUS *et al.* In-House Hybrid Technique for Customization of Guides and Miniplates in Orthognathic Surgery. **The Journal of Craniofacial Surgery**, volume 31, Number 4, June, 2020.
- KÄRKKÄINEN M, WILKMAN T, MESIMÄKI K AND SNALL J. Primary reconstruction of orbital fractures using patient-specific titanium milled implants: the Helsinki protocol. **British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, 56: 791–796, 2018.

- KUMARI, Thushara; RAMANATHAN, Arvind. Digital technology in craniofacial surgery – Historical perspectives to current applications. **Dentistry Review** 2, 100039, 2022.
- LIN H-H, LONIC D, LO L-J. 3D printing in orthognathic surgery - a literature review. **J Formos Med Assoc** 117(7): 547e558, 2018.
- LIU, Biao; ZHANG, Lei ; SUN, Hao; JIANBING, YUANC, Shen, WANG, Xudong. A novel method of computer aided orthognathic surgery using individual CAD/CAM templates: a combination of osteotomy and repositioning guides. **J Oral Maxillofac Surg**, volume 51, issue 8, december, pages e239-e244, 2013.
- MARCHETTI, C.; BIANCHI, A; MUYLDERMANS, L; DI MARTINO, M; LANCELLOTTI, L; SARTI, A. Validation of new soft tissue software in orthognathic surgery planning. **Int. J. Oral Maxillofac. Surg**, 40(1):26-32, 2010.
- OMARA, Mohammed; EMARA, Aala'a. Computer guided chin repositioning using patient specific osteotomy/screw holes/plate locating surgical guides. **E.D.J**, vol. 68, 113:119, January, 2022.
- POPAT H AND RICHMOND S. New developments in: three-dimensional planning for orthognathic surgery. **Journal of Orthodontics**, 37: 62–71, 2010.
- RINALDI M AND GANZ SD. Computer-Guided Approach for Placement of Zygomatic Implants: Novel Protocol and Surgical Guide. **Compendium of Continuing Education in Dentistry**, 40: e1–e4, 2019.
- SCHENDEL, S. A. Computer simulation in the daily practice of orthognathic surgery. **Int. J. Oral Maxillofac. Surg**, volume 44, issue 12, p1451-1456, December 01, 2015.
- SHAHEEN E, *et al.* Three-dimensional planning accuracy and follow-up protocol in orthognathic surgery: a validation study. **Int J Oral Maxillofac Surg**, jan; 48(1): 71-76, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2018.07.011>
- SHAHEEN E, *et al.* Three-dimensional printed final occlusal splint for orthognathic surgery: design and validation. **Int J Oral Maxillofac Surg**, jan;46(1):67-71, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijom.2016.10.002>
- SHARIFI A, JONES R, AYOUB A, MOOS K, WALKER F, KHAMBAY B, et al. How accurate is model planning for orthognathic surgery? **Int J Oral Maxillofac Surg** 37(12): 1089e1093, 2008.
- SIDDIQUI, Tania Arshad; SUKHIA, Rashna Hoshang; GHANDHI, Rashna Hoshang. Artificial intelligence in dentistry, orthodontics and Orthognathic surgery: A literature review. **7th AKU Annual Surgical Conference**. Vol. 72, No. 1 (Suppl. 1), January 2022.
- SOUSA, L. *et al.* Metodologia de Revisão Integrativa da Literatura em Enfermagem. **Revista Investigação Enfermagem**. n. 2, p.17-26, 2017.

STOKBRO, K; AAGAARD, E; TORKOV, P; BELL, RB; THYGESEN, T. Virtual planning in orthognathic surgery. **Int. J. Oral Maxillofac. Surg**, aug; 43(8): 957-65, 2014.

SWENNEN GRJ, MOLLEMANS W, DE CLERCQ C, ABELOOS J, LAMORAL P, LIPPENS F, et al:A cone-bean computed tomography triple scan procedure to obtain a threedimensional augmented virtual skull model appropriate for orthognathic surgery planning. **J Craniofac Surg** 20(2): 297e307, 2009.

TETSWORTH K, BLOCK S AND GLATT V. Putting 3D modelling and 3D printing into practice: virtual surgery and preoperative planning to reconstruct complex post traumatic skeletal deformities and defects. **Journal of the Société Internationale de Chirurgie Orthopédique et de Traumatologie** 3: 16, 2017.

WALSHAW, E; TAYLOR, R. Review of papers published in The British Journal of Oraland Maxillofacial Surgery and The Journal of Orthodontics regarding three-dimensional computerised planning in orthognathic surgery: 2015 – 2019. **J Oral Maxillofac Surg.**, Dec; 58(10): e312-e316, 2020.

WILLIAMS, Ailish; WALKER, Kieran; HUGHES, Declan; GOODSON, Alexander MC; MUSTAFA, Shakir F. Accuracy and cost effectiveness of a waferless osteotomy approach, using patient specific guides and plates in orthognathic surgery: a systematic review. **British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, 2021.

WONG, A; GOONEWARDENE, MS; ALLAN, BP; MIAN, AS; REA, A: Accuracy of maxillary repositioning surgery using CAD/CAM customized surgical guides and fixation plates. **International Association of Oral and Maxillofacial Surgeons**. Published by Elsevier Ltd. All rights reserved, apr;50(4):494-500, 2020.

WRZOSEK MK, PEACOCK ZS, LAVIV A, GOLDWASER BR, ORTIZ R, RESNICK CM, et al. Comparison of time required for traditional versus virtual orthognathic surgery treatment planning. **International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery** 45:1065–1069, 2016.