



**CESPU**  
INSTITUTO UNIVERSITÁRIO  
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

# Planeamento digital em Cirurgia Ortognática

Lara dos Santos Coimbra de Matos

Dissertação conducente ao Grau de Mestre em Medicina Dentária (Ciclo Integrado)

Gandra, junho de 2023

**Lara dos Santos Coimbra de Matos**

**Dissertação conducente ao Grau de Mestre em Medicina Dentária  
(Ciclo Integrado)**

**Planeamento digital em Cirurgia Ortognática**

Trabalho realizado sob a Orientação de  
**Mestre Paula Malheiro**

## DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Eu, acima identificado, declaro ter atuado com absoluta integridade na elaboração deste trabalho, confirmo que em todo o trabalho conducente à sua elaboração não recorri a qualquer forma de falsificação de resultados ou à prática de plágio (ato pelo qual um indivíduo, mesmo por omissão, assume a autoria do trabalho intelectual pertencente a outrem, na sua totalidade ou em partes dele). Mais declaro que todas as frases que retirei de trabalhos anteriores pertencentes a outros autores foram referenciadas ou redigidas com novas palavras, tendo neste caso colocado a citação da fonte bibliográfica.

## Agradecimentos

À minha orientadora, a Professora Mestre Paula Malheiro que apesar da distância se mostrou sempre presente. Obrigada pelo apoio e disponibilidade.

À CESPU, a todos os funcionários, professores e médicos com quem me cruzei nesta jornada, e que, de alguma forma contribuíram para a minha formação.

A Gandra que me acolheu.

À minha irmã mais velha, Diana e aos meus pais por todo o apoio que recebi, todos estes anos.

À Luna, que foi uma boa companheira de estudo durante longos 15 anos de vida.

Ao José, a quem devo tudo e mais alguma coisa nestes últimos 3 anos. Obrigada pelo apoio incondicional, pelo amor e pela ajuda diária que me deste.

À Ana e à Inês, que me acompanharam neste longo caminho e que estiveram sempre lá, presentes, para mim.

Obrigada.

## Resumo

**Introdução** A cirurgia ortognática é uma intervenção que envolve diferentes especialidades médicas e odontológicas, visando corrigir deformidades na face e na dentição para melhorar a aparência e a função do complexo maxilomandibular. Com o avanço dos métodos digitais, o planeamento pré-operatório tornou-se mais preciso e eficiente, possibilitando uma abordagem tridimensional das estruturas orais e melhorando os resultados pós-operatórios. O planeamento pré-cirúrgico também permitiu a criação de mais opções de diagnóstico e planos de tratamento mais assertivos, tornando a cirurgia ortognática um procedimento mais preciso e efetivo.

**Objetivo:** O objetivo principal desta tese de mestrado é realizar uma revisão narrativa sobre a cirurgia ortognática, com ênfase na evolução do planeamento pré-operatório e na comparação entre os métodos digitais e convencionais. O estudo procura apresentar uma visão aprofundada da cirurgia ortognática, explorando a evolução do planeamento ao longo dos anos, analisando os diferentes métodos utilizados e, comparando os resultados obtidos com os métodos digitais e convencionais. Os resultados obtidos nesta pesquisa indicam que o uso de métodos digitais resultou em melhorias significativas na eficiência dos tratamentos e na precisão cirúrgica.

**Metodologia:** Para esta revisão bibliográfica selecionei artigos nas bases de dados PubMed/Medline, de acordo com os meus critérios de inclusão e exclusão.

**Conclusão:** Um plano de tratamento adequado para a cirurgia ortognática requer o uso de várias ferramentas, incluindo meios radiográficos (como o CBCT ou CT), métodos digitais (como o CASS) e programas de software (como o Dolphin Imaging Software e Pro Plan). Com o avanço da tecnologia, surgiu uma visão tridimensional que, permite uma melhor compreensão do tipo de tratamento necessário e a avaliação de diferentes abordagens possíveis. Isso torna o planeamento pré-cirúrgico mais eficiente e menos demorado.

**Palavras-chave:** *“Ortognática”; “cirurgia”; “virtual”; “planeamento cirúrgico”; “Precisão”; “ortodontia”.*

## Abstract

**Introduction:** Orthognathic surgery is an intervention that involves different medical and dental specialties aimed at correcting facial and dental deformities to improve the appearance and function of the maxillomandibular complex. With the advancement of digital methods, preoperative planning has become more precise and efficient, allowing for a three-dimensional approach to oral structures and improving postoperative results. Preoperative planning has also allowed for the creation of more diagnostic options and more assertive treatment plans, making orthognathic surgery a more precise and effective procedure.

**Objective:** The main objective of this master's thesis is to conduct a narrative review on orthognathic surgery, with a focus on the evolution of preoperative planning and the comparison between digital and conventional methods. The study seeks to present an in-depth view of orthognathic surgery, exploring the evolution of planning over the years, analyzing the different methods used, and comparing the results obtained with digital and conventional methods. The results obtained in this research indicate that the use of digital methods resulted in significant improvements in treatment efficiency and surgical precision.

**Methodology:** For this literature review I selected articles in the databases PubMed/Medline, according to my inclusion and exclusion criteria.

**Conclusion:** An appropriate treatment plan for orthognathic surgery requires the use of various tools, including radiographic means (such as CBCT or CT), digital methods (such as CASS), and software programs (such as Dolphin Imaging Software and Pro Plan). With the advancement of technology, a three-dimensional view has emerged that allows for a better understanding of the type of necessary treatment and the evaluation of different possible approaches. This makes preoperative planning more efficient and less time-consuming.

**Keywords:** *"Orthognathic"; "surgery"; "virtual"; "surgical planning"; "Accuracy"; "orthodontics"*

## Índice geral

Declaração de integridade .....	I
Agradecimentos .....	II
Resumo .....	III
Abstract .....	IV
Índice de figuras e Índice de tabelas.....	VI
Lista de abreviaturas .....	VII
1. Introdução .....	1
2. Objetivo .....	3
3. Materiais e Métodos.....	3
3.1. Fontes de informação .....	3
3.2. Seleção de artigos.....	4
3.2.1 Estágio I : Resultados de base de dados.....	4
3.2.2 Estágio II :Artigos para inclusão.....	4
3.3. Critérios de elegibilidade .....	4
3.4. Critérios de inclusão e exclusão .....	5
4. Resultados .....	6
4.1 Fluxograma .....	6
4.2 Risco de viés .....	7
4.3 Tabela de resultados.....	9
5. Discussão.....	21
5.1 Do Planeamento convencional ao Planeamento cirúrgico virtual .....	21
5.2. Abordagens radiográficas utilizadas .....	23
5.3.Abordagens Digitais.....	25
5.4. Avanços digitais /Programas de software .....	26
6. Conclusão .....	28

### Índice de figuras

Figura 1.....	5
Figura 2.....	6
Figura 3.....	9

### Índice de tabelas

Tabela 1.....	4
Tabela 2.....	7
Tabela 3.....	10

### **Listas de abreviaturas**

CASS- simulação cirúrgica computadorizada

CBCT- tomografia computadorizada de feixe cónico

CSP- planeamento cirúrgico convencional

CT- tomografia computadorizada

DICOM- imagem e comunicação digital em medicina

OSA- síndrome de apneia obstrutiva

NCBI- National Center for Biotechnology Information

NHP- posição natural da cabeça

POSG- guia cirúrgico ortognático personalizado

SFA- surgery first approach

SFOA- surgery first orthognathic approach

STL- ficheiros de estereolitografia

VSP- planeamento cirúrgico virtual



## 1. Introdução

A cirurgia ortognática, visa o tratamento de deformidades dento faciais e está inserida na área integrada de Ortodontia Oral e Maxilofacial <sup>1</sup>.

Deformidades dento faciais, tais como prognatismo (sub-mordida), retrognatismo (mordida profunda) e assimetrias, consistem numa discrepância entre os ossos faciais, principalmente nos maxilares superiores e inferiores. Estas condições resultam em dificuldades na mastigação, na fala e na respiração. Poderá igualmente causar a perda de dentes<sup>2</sup>.

A correção destas deformidades através de cirurgia ortognática, reestabelece a harmonia facial e oclusão dentária através de corte ósseo, reposicionamento, e fixação do complexo maxilomandibular com uma precisão geralmente aceite em cerca de 1 mm, para que este fique numa posição mais equilibrada, funcional e esteticamente correta e mais agradável para o paciente<sup>1,2</sup>.

Antes do aparecimento do termo utilizado “cirurgia ortognática” no fim dos anos 90, o método cirúrgico realizado de forma convencional (CSP) era baseado no uso de registos clínicos, radiografias bidimensionais (2D), fotografias realizadas aos pacientes, ortopantomografias e modelos cirúrgicos<sup>3-6</sup>.

Desde que introduzida pela primeira vez no século XIX, a área que engloba a cirurgia ortognática foi continuamente aperfeiçoada e mudada. Com a evolução científica e médica, novos artigos e estudos foram surgindo de forma a avaliar e comprovar os métodos cirúrgicos, corrigindo os erros encontrados ao longo dos tempos e dos estudos realizados<sup>7</sup>. Com o passar do tempo e com as limitações impostas pelo método convencional, após o ano de 2015, surgiu a necessidade de recorrer às novas tecnologias, evitando desta forma erros. Estas limitações eram principalmente observadas quando os pacientes apresentavam deformidades ou assimetrias faciais de grande calibre. Nestas situações, o uso de radiografias bidimensionais não permitia a visualização tridimensional das estruturas faciais<sup>8</sup>.

Pela complexidade que este tipo de procedimento exige, um dos fatores essenciais, antes da cirurgia em si, será a precisão a ter na realização do planeamento cirúrgico em que, se requer uma avaliação pré-operatória precisa das deformidades complexas do esqueleto craniofacial<sup>1,6</sup>.

Na realização dessa avaliação, o sucesso do plano cirúrgico dependerá também no diagnóstico esquelético e dentário das deformidades, e por consequente da previsão pré-cirúrgica do movimento mandibular proposto<sup>4</sup>.

No final contamos com 3 passos importantes para o sucesso, no planeamento de uma cirurgia ortognática<sup>4</sup>:

- Preparação pré-operatória
- Plano operatório
- Prevenção de uma recidiva pós-operatória.

Nos anos 90 os cirurgiões maxilofaciais dependiam muito raramente do tratamento ortodôntico para a movimentação dos dentes previamente a qualquer tipo de cirurgia. A cirurgia ortognática era realizada antes do tratamento ortodôntico ou após a remoção do aparelho ortodôntico<sup>5</sup>.

Este método convencional utilizado foi muito bem visto devido aos resultados observados, isto porque a estabilidade e a satisfação nos resultados pós-operatórios foi observada<sup>5</sup>.

Com o avançar dos anos, começou a haver um interesse crescente na *abordagem cirúrgica ortognática em primeiro lugar* (SFA) desde que foi sugerida pela primeira vez em 1973 por *Bell e Creekmore*, em que a cirurgia envolve a realização da correção cirúrgica antes de qualquer intervenção ortodôntica, reduzindo assim o tempo total de tratamento devido à eliminação do trabalho ortodôntico pré-cirúrgico<sup>5,7</sup>.

As vantagens da SFA, incluíam:

- melhoria precoce da forma e função facial
- movimento ortodôntico rápido e aumento da estabilidade
- melhor adesão do paciente, devido à correção inicial da estética facial.

As indicações e diretrizes para SFA foram mais tarde sugeridas por *Liou et al* em 2011<sup>5</sup>.

No final havia indicações e contraindicações para o uso desta abordagem cirúrgica, sendo que<sup>7</sup>:

<p>As indicações relativas ao SFA incluíam:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• apinhamento ligeiro a moderado que não requeria extração;</li><li>• relação transversal adequada dos arcos dentários;</li><li>• pacientes com OSA</li></ul>	<p>As contraindicações relativas ao SFA incluíam:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• o apinhamento que requer extração dentária</li><li>• assimetria severa</li><li>• constrição do palato severa que requer expansão</li><li>• doença periodontal ativa, ou qualquer forma de doença temporomandibular</li></ul>
---	--

O objetivo principal de uma cirurgia ortognática é a correção de deformidades dento faciais, em que o seu sucesso vai depender não apenas da técnica cirúrgica, mas também da execução de um plano de tratamento preciso e detalhado<sup>9</sup>.

## 2. Objetivo

O principal objetivo da presente dissertação de mestrado é, através de uma revisão sistemática, dar a conhecer a evolução do planeamento desta, abordando os diferentes métodos utilizados que acompanham a evolução digital.

Tem também como objetivo perceber o funcionamento de uma cirurgia ortognática, comparar os métodos utilizados ao longo dos anos, e perceber se, realmente, com a substituição do método convencional tradicional pelo método digital, houve uma evolução significativa no tratamento e no pós-operatório e verificar a precisão ocorrente a ter no planeamento de um tratamento cirúrgico ortognático.

## 3. Materiais e Métodos

### 3.1 Fontes de informação

À priori foi realizada uma busca, na base de dados National Center for Biotechnology Information (NCBI), pelas palavras-chave e posteriormente utilizadas para pesquisa avançada no portal PubMed.

Selecionou-se as seguintes palavras-chave; "Orthognathic", "surgery", "virtual", "surgical planning", "Accuracy" "orthodontics".

A pesquisa e seleção dos artigos foi realizada a fevereiro de 2023.

A busca no portal PubMed foi realizada combinando-se as palavras-chave acima descritas, utilizando-se o operador booleano AND e o operador booleano NOT (em relação a tudo que fosse relacionado com ortodontia):

Foi feita uma busca avançada no portal PubMed na opção de “all fields” (todos os campos).

**Tabela 1:** Estratégia de busca de bases de dados utilizados

Passos	Expressões de busca	#Resultados totais	#Resultados após filtros
Busca #1 PUBMED	(((((orthognathic) AND (surgery)) AND (virtual)) AND (surgical planning)) AND (accuracy)) NOT (orthodontics)	116	20

### 3.2 Seleção de artigos

A seleção dos artigos a serem estudados foi realizada em vários estágios conforme descrito abaixo:

#### 3.2.1 Estágio I : Resultados de base de dados

Foram realizadas pesquisas na base de dados PubMed.

Na pesquisa do portal PubMed utilizou-se a expressão na opção de busca em “all fields” e aplicou-se os seguintes filtros: artigos nos últimos 10 anos, publicações na língua inglesa e humano.

Após filtro restaram um total de 102 artigos os quais foram inseridos no programa organizador de bibliografias Mendeley.

Dentre estes, 66 artigos foram excluídos por não pertencerem aos critérios de inclusão, ou porque os títulos não eram pertinentes ao tema desta pesquisa.

Restaram 36 para serem lidos na íntegra e para posterior avaliação do conteúdo.

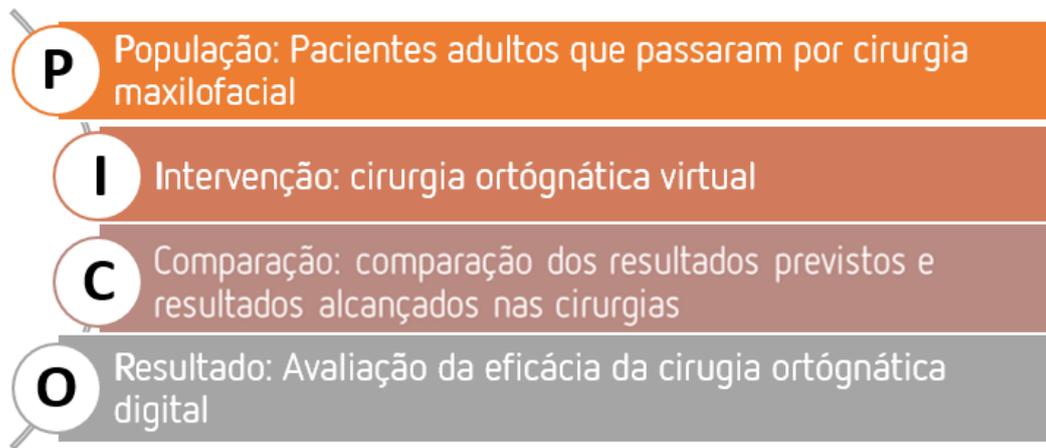
#### 3.2.2. Estágio II: Artigos por inclusão

Foi avaliada a qualidade dos 36 estudos restantes. Os textos foram lidos na íntegra e foram selecionados 20 artigos os quais abordavam os objetivos do trabalho e estavam dentro dos critérios de inclusão.

### 3.3 Critérios de elegibilidade

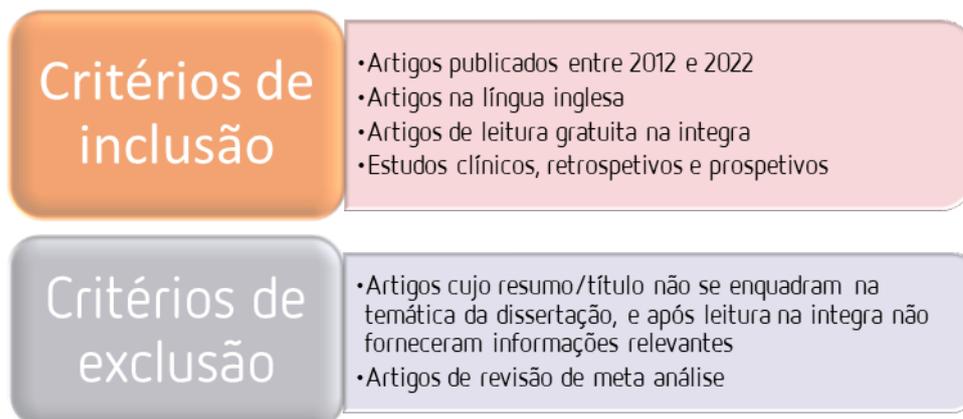
Os estudos incluídos na presente revisão sistemática foram selecionados de acordo com os seguintes critérios, seguindo a estratégia PICO (figura 1)

Figura 1: Metodologia PICO



PICO representa um acrônimo para **P**aciente, **I**ntervenção, **C**omparação e "**O**utcomes" (resultado). Esses quatro componentes são os elementos fundamentais da questão de pesquisa e da construção da pergunta para a busca bibliográfica de evidência. Utilizando-se a análise PICO formula-se a seguinte pergunta de pesquisa: "Será que o método de planejamento digital em cirurgia ortognática, trouxe melhorias em comparação com o método de planejamento convencional?"

### 3.4 Critérios de inclusão e exclusão



Neste estudo de revisão sistemática, foram incluídos para análise e possível seleção artigos de estudos retrospectivos, prospectivos e estudos clínicos. Os artigos que não cumpriam os critérios de inclusão, ou que após leitura do título e do resumo foram qualificados como não pertinentes ao tema deste trabalho foram excluídos.

## 4. Resultados

### 4.1 Fluxograma

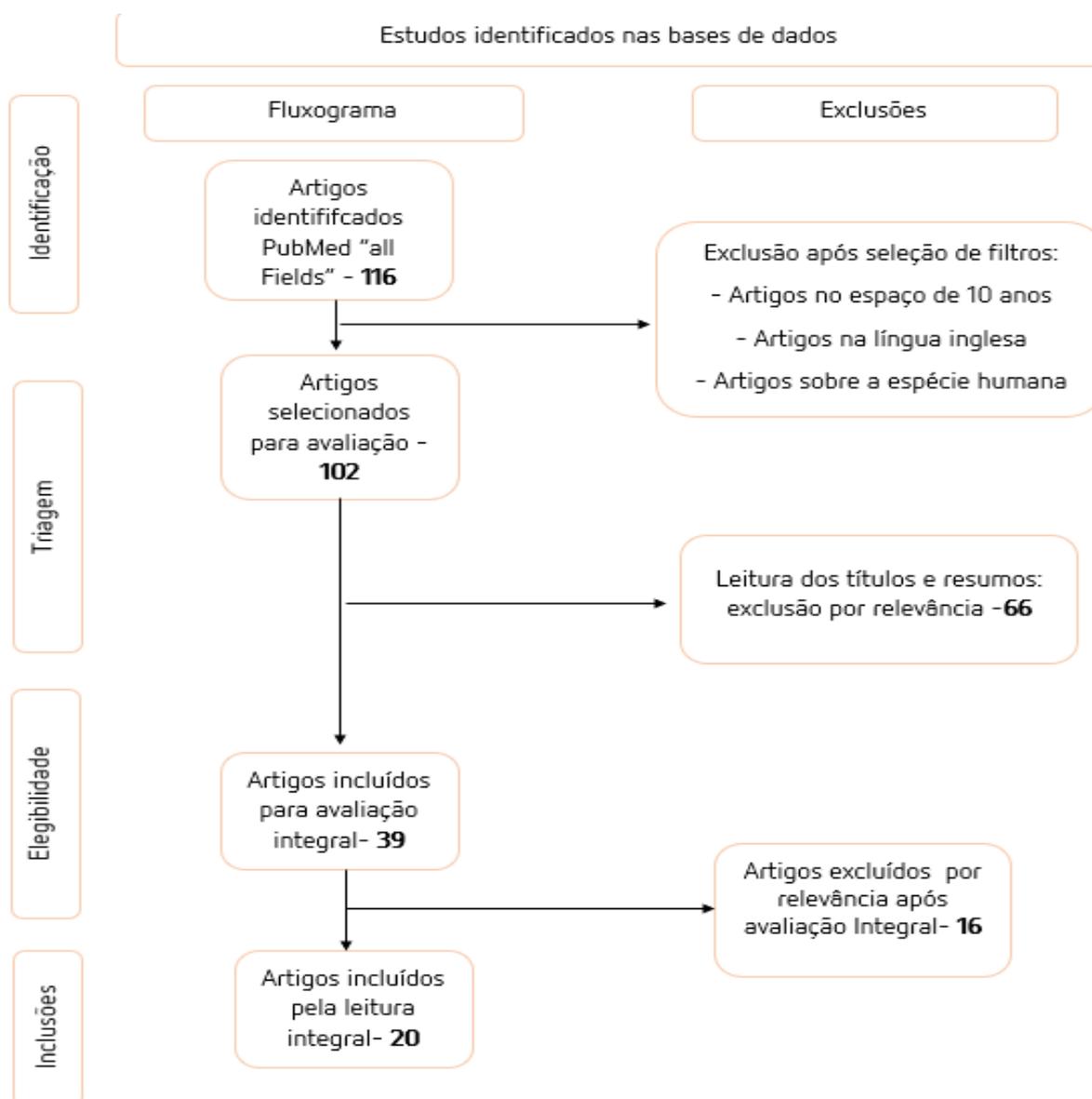
A pesquisa bibliográfica identificou um total de 116 artigos. Após os filtros, restaram 102 artigos da base de dados. Foram inseridos no programa organizador de bibliografias Mendeley, e lidos todos os títulos e resumos.

Dentre estes, 66 artigos foram excluídos imediatamente por não pertencerem aos critérios de inclusão, ou títulos não serem pertinentes ao tema desta pesquisa.

Restaram 36 para serem lidos na íntegra para posterior avaliação do conteúdo. Finalmente foram selecionados 20 para revisão sistemática, 16 foram excluídos por não terem informações relevantes ao tema.

**Figura 2:** Fluxograma Prisma.

Nota: Pesquisa realizada a 5 de fevereiro 2023



## 4.2 Risco de viés segundo o método de Cochrane

A avaliação do risco de viés deste estudo foi iniciada por uma leitura atenta de cada artigo, isto porque se deve avaliar criticamente a metodologia utilizada e os resultados obtidos. Essa leitura, guiada e complementada pelo uso de ferramentas de avaliação do risco de viés, indica quais os pontos mais importantes a serem considerados no estudo.

A tabela de risco de viés ajuda os leitores a avaliar a qualidade geral da evidência de uma revisão sistemática, permitindo que tenham uma visão geral da validade dos estudos incluídos e das limitações que podem afetar a precisão das estimativas dos efeitos de intervenção.

Após uma leitura cuidadosa dos artigos e de uma análise detalhada dos métodos utilizados em cada um dos estudos, foi preenchido um questionário, para cada um dos artigos. Em cada pergunta eram apresentadas as opções baixo risco de viés(+), risco de viés não claro (~) e alto risco de viés(-). Conforme as respostas a cada uma das perguntas chega-se a esta tabela que representa o risco de viés em cada um dos pontos descritos, para cada um dos artigos.

**Tabela 2:** Tabela do risco de Viés( Método de Cochrane)

	<u>Geração de sequência aleatória</u>	<u>Ocultação de alocação</u>	<u>Cegamento: resultados auto relatados</u>	<u>Cegamento: medidas objetivas</u>	<u>Cegamento dos participantes e pessoal</u>	<u>Cegamento da avaliação de desfechos: resultados auto relatados</u>	<u>Cegamento da avaliação de desfechos: medidas objetivas</u>	<u>Dados de desfechos incompletos</u>	<u>Relato seletivo</u>
Stokbro, K. <i>et al</i> 2014 (20)	~	~	~	~	+	+	+	~	~
Farrell, B. B. <i>et al</i> 2014 (12)	+	+	~	~	+	+	~	~	~
Shaheen, E. <i>et al</i> 2016 (18)	+	~	+	+	+	+	+	~	+
Li, B. <i>et al</i> 2017 (19)	+	~	~	~	-	+	~	~	+
Mahmood, H. T. <i>et al</i> 2017 (16)	+	+	+	+	+	~	~	-	+
Naran, S. <i>et al</i> 2018									

(17)	+	~	~	+	+	~	+	~	~
Tran, N. H <i>et al</i> 2018 (5)	+	~	~	~	~	+	+	+	+
Shaheen, E., <i>et al</i> 2018 (14)	+	~	~	~	~	+	+	~	+
Lutz, J. C., <i>et al</i> 2018 (2)	+	~	~	~	~	+	+	+	~
Schneider, D., <i>et al</i> 2018 (4)	~	~	~	~	~	+	~	~	~
Knoops, P. G. M <i>et al</i> 2018 (15)	+	+	+	+	~	~	~	+	+
Zavattero, E., <i>et al</i> 2018 (3)	~	~	~	~	~	+	+	+	+
Otranto de Britto Teixeira, A. <i>et al</i> 2019 (1)	~	~	~	~	~	+	+	+	~
Ayoub, A. <i>et al</i> 2019 (13)	+	~	+	+	+	~	~	~	+
Tonin, R. H <i>et al</i> 2019 (9)	+	~	+	~	+	+	+	+	+
Liao, Y. F <i>et al</i> 2020 (6)	+	~	~	~	~	+	+	~	+
De Riu, G. <i>et al</i> 2020 (10)	+	~	~	~	~	+	+	~	+
Jandali, D. <i>et al</i> 2020 (7)	+	+	+	+	~	~	~	+	~
Alkhayer, A. <i>et al</i> 2020 (8)	~	~	~	~	~	+	~	~	+
Quast, A. <i>et al</i> 2021 (11)	+	~	~	~	+	~	~	+	+

Figura 3: Risco de viés segundo o Método de Cochrane

	9	8	7	6	5	4	3	20	2	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	1		
	+	?	+	+	+	?	?	?	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	?	Random sequence generation (selection bias)
	?	?	+	?	?	?	?	?	?	?	?	?	+	+	?	?	+	?	?	?	?	Allocation concealment (selection bias)
	+	?	+	?	?	?	?	?	?	?	+	?	+	+	?	+	?	?	?	?	?	Blinding (performance bias and detection bias): Self-reported outcomes
	?	?	+	?	?	?	?	?	?	?	+	+	+	+	?	+	?	?	?	?	?	Blinding (performance bias and detection bias): Objective outcomes
	+	?	?	?	?	?	?	+	?	-	+	+	+	?	?	+	+	+	?	?	?	Blinding of participants and personnel (performance bias):
	+	+	?	+	+	+	+	+	+	+	+	?	?	?	+	?	?	?	?	+	+	Blinding of outcome assessment (detection bias): Self-reported outcomes
	+	?	?	+	+	?	+	+	+	?	+	+	?	?	+	?	?	?	?	?	+	Blinding of outcome assessment (detection bias): Objective measures
	+	?	+	?	+	?	+	?	+	?	?	?	-	+	?	?	?	?	?	?	+	Incomplete outcome data (attrition bias): All outcomes
	+	+	?	+	+	?	+	?	?	+	+	?	+	+	+	+	?	+	+	+	?	Selective reporting (reporting bias)

### 4.3. Tabela de resultados

A tabela de resultados é uma ferramenta importante para resumir e apresentar os achados da revisão sistemática de maneira clara e concisa. Ajuda os leitores a avaliar rapidamente os estudos incluídos na revisão e identificar padrões e tendências nos dados.

Neste caso a tabela apresenta informações relevantes sobre cada estudo incluído, como autor, ano de publicação, título do artigo, objetivos de cada artigo, as técnicas cirúrgicas utilizadas e no final os resultados obtidos.

*Tabela 3 - Dados e resultados extraídos dos estudos*

Autor	Título do artigo	Objetivo	Técnica	Resultados
<p><i>Stokbro, K. &amp; al</i> Março 2014 20</p>	<p>« Virtual planning in orthognathic surgery »</p>	<p>Avaliar a precisão do planeamento cirúrgico virtual tridimensional(3D) utilizado em cirurgia ortognática, realizando uma meta-análise dos resultados.</p>	<p>A precisão é avaliada comparando a cirurgia virtual 3D e o resultado cirúrgico final.</p> <p>As duas técnicas principais para medir a distância entre o resultado planeado e o resultado real são a diferença de superfície para superfície e a medição da diferença dos pontos de referência dentários.</p> <p>Devido à digitalização completa do plano de tratamento, o planeamento virtual oferece um número de vantagens importantes sobre o planeamento de tratamentos convencionais.</p>	<p>Planeamento virtual 3D abre a possibilidade de avaliar os tecidos duros e moles da região craniofacial a partir de múltiplas perspetivas enquanto planeia o resultado ótimo para o paciente</p> <p>O planeamento virtual parece ser um método preciso e reprodutível, podendo ser transferido de forma fiável para o paciente com auxílio de goteiras cirúrgicas ou da navegação intraoperatória..</p> <p>Mostrou uma diferença significativa nos resultados no planeamento. São necessários ensaios clínicos a mais, independentes, para validar ainda mais a exatidão e reprodutibilidade do planeamento virtual.</p>
<p><i>Farrell, B. B. &amp; al</i> Novembro 2014 12</p>	<p>« Virtual surgical planning in orthognathic surgery »</p>	<p>Analisar, compreender e mostrar que o método CASS, se tem mostrado eficiente na correção de deformidades dento faciais na cirurgia ortognática virtual.</p>	<p>O trabalho pré-cirúrgico para a correção de uma deformidade dento facial é mais eficiente através do método CASS do que pelo modelo de cirurgia convencional.</p> <p>As técnicas CASS orientam a posição neutra da cabeça antes de iniciar o planeamento virtual baseado em fotografias clínicas</p> <p>O foco principal do planeamento virtual semelhante à cirurgia de convencional é a posição dos incisivos centrais.</p>	<p>O VSP provou ser preciso, e mostrou melhorias nos resultados clínicos, em comparação com a cirurgia utilizando o planeamento convencional</p> <p>A precisão e o sucesso clínico nos resultados fornecidos com o CASS foram demonstrados favoráveis.</p> <p>O CASS fornece uma tremenda visão pré-operatória sobre os movimentos dentários e esqueléticos previstos, osteotomia orientação, e posicionamento e transferência do plano virtual para corrigir o mal oclusão e deformação do esqueleto.</p>

Autor	Título do artigo	Objetivo	Técnica	Resultados
<p><i>Shaheen, E. &amp; al</i></p> <p>Outubro 2016</p> <p>18</p>	<p>« Three-dimensional printed final occlusal splint for orthognathic surgery: design and validation. »</p>	<p>Apresentar um protocolo para impressão com precisão de goteiras finais em 3D para utilização no posicionamento dos segmentos ósseos durante a cirurgia ortognática</p>	<p>O protocolo de planeamento virtual para cirurgia ortognática foi implementado no PROPLAN software.</p> <p>Os moldes de gesso das dentições superior e inferior foram digitalizados com imagens de scanner ótico de alta resolução guardadas como ficheiros de estereolitografia (STL). Moldes foram registados nas mandíbulas superiores e inferiores correspondentes através de registo baseado em pontos de modo a formar modelos compostos da maxila e da mandíbula.</p> <p>Os moldes de gesso foram colocados na posição final requerida pelo cirurgião (molde de oclusão) e digitalizados pela CBCT.</p>	<p>O estudo de validação provou a elevada precisão destas goteiras impressas em 3D para utilização durante cirurgia ortognática: o erro máximo foi de 0,88 mm e o erro médio foi 0,4 mm, o que é uma melhoria em comparação com os resultados de outros estudos</p> <p>É apresentado um possível protocolo para o planeamento virtual em 3D, de cirurgia ortognática, com foco na fabricação de goteiras oclusais finais</p>
<p><i>Li, B. &amp; al</i></p> <p>Março 2017</p> <p>19</p>	<p>« A new approach of splint-less orthognathic surgery using a personalized orthognathic surgical guide system: A preliminary study. »</p>	<p>Desenvolver e legitimar uma abordagem em que se usa um guia cirúrgico ortognático personalizado (POSG) para cirurgia bimaxilar sem o uso de goteiras cirúrgicas</p>	<p>2 pacientes apresentavam classe II esquelética e 8 apresentaram classe III esquelética. Diagnosticados com deformidades dento faciais e submetidos a cirurgia bimaxilar.</p> <p>Foi feito um exame CT para o estudo que foi importado para o software de planeamento Pro Plan</p> <p>Os modelos dentários digitais foram gerados através da digitalização de um conjunto de modelos dentários de gesso usando um scanner de superfície a laser de alta resolução.</p> <p>Resultou um modelo de crânio composto computadorizado com a rendição exata tanto das estruturas ósseas como dos dentes.</p> <p>O sistema POSG foi concebido em computador</p>	<p>O sistema POSG é capaz de transferir com precisão e eficácia o plano cirúrgico digital para a sala cirúrgica sem o uso necessário de goteiras cirúrgicas.</p> <p>As diferenças entre as resultados planeados e pós-operatórios foram mínimas, sem significado clínico.</p> <p>Todos os doentes alcançaram uma boa oclusão final sem tração elástica pós-operatória.</p> <p>No futuro, são necessários estudos prospetivos com amostras maiores de pacientes para validar mais este sistema.</p>

Autor	Título do artigo	Objetivo	Técnica	Resultados
<p><i>Mahmood, H. T. &amp; al</i></p> <p>Outubro 2017</p> <p>16</p>	<p>« Concepts, protocol, variations, and current trends in surgery first orthognathic approach: A literature review. »</p>	<p>Analisar e perceber o recente avanço da SFOA no contexto da preparação pré-operatória, procedimentos cirúrgicos e na ortodontia pós-cirúrgica.</p>	<p>O objetivo de tratamento adequado é determinado utilizando os moldes dentários, radiografias e fotografias como auxiliares de diagnóstico. Várias tecnologias como a CBCT, scans intraorais e a sua combinação para formar um modelo virtual 3D, facilitam o procedimento de diagnóstico</p> <p><i>Swennen et al e Choi et al</i> relataram que a utilização de técnicas 3D resultaria num trabalho de diagnóstico preciso, levando a um eficiente protocolo cirúrgico e melhor resultado.</p> <p><i>Ima et al</i> recomendaram a utilização de modelos 3D para simular a mandíbula e os futuros movimentos dentários.</p> <p>Estes podem também determinar várias interferências que podem ocorrer durante o procedimento cirúrgico.</p>	<p>As técnicas 3D melhoraram significativamente os resultados do tratamento, mas têm desvantagens de dose de radiação aumentada, software de computador complicado e custo elevado.</p> <p>A oclusão não pode ser utilizada como um guia e toda a estabilidade oclusal está dependente da goteira cirúrgica.</p> <p>SFOA é uma técnica eficiente e que poupa tempo, mas é limitado a pacientes com discrepâncias mínimas no comprimento do arco, inclinação normal dos incisivos e discrepâncias sagitais, verticais e transversais moderadas.</p> <p>Por conseguinte, a seleção dos pacientes é limitada e essencial.</p>
<p><i>Naran, S. &amp; al</i></p> <p>Janeiro 2018</p> <p>17</p>	<p>« Current concepts in orthognathic surgery »</p>	<p>Delinear os objetivos da cirurgia ortognática, destacando os avanços no terreno e as controvérsias atuais.</p>	<p>Cirurgia ortognática:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar as diferenças esqueléticas que são tratadas com cirurgia ortognática;</li> <li>-Apreciar os princípios cirúrgicos de maxila- versus mandíbula-primeiro cirurgia, e cirurgia ortognática antes da correção ortodôntica</li> <li>-Complicações associadas e avaliação crítica nos resultados pós cirúrgicos no procedimento ortognático.</li> </ul>	<p>O resultado não é avaliado apenas pelo cirurgião e pelo paciente, mas também por qualquer pessoa que interage com o paciente.</p> <p>Há uma melhoria tangível no seguimento de cirurgia que altera a perceção pública da personalidade, dos traços e das emoções.</p>

Autor	Título do artigo	Objetivo	Técnica	Resultados
<p><i>Tran, N. H. &amp; al</i></p> <p>Fevereiro 2018</p> <p>5</p>	<p>« Accuracy of Three-Dimensional Planning in Surgery-First Orthognathic Surgery: Planning Versus Outcome »</p>	<p>A precisão do planeamento cirúrgico virtual, em comparação com os resultados reais, na primeira cirurgia ortognática</p>	<p>15 pacientes entre os 27 e 35 anos - 5 homens e 10 mulheres com classe esquelética III -Foram submetidos a uma cirurgia bi-maxilar</p> <p>- Imagens CBCT realizadas 1 mês antes e pós-cirurgia. O CBCT tirado pré-cirúrgico será importado para o software de planeamento Simplant</p> <p>Um modelo virtual 3D foi gerado e um scan de superfície do modelo de gesso foi fundido com o modelo. virtual</p> <p>O plano de tratamento foi enviado para o centro CAD/CAM e duas goteiras cirúrgicas foram fabricadas por meio de protótipos rápidos. A primeira goteira seria para orientar o reposicionamento do maxilar segmentado e a segunda decidiria a posição final da mandíbula</p>	<p>A fusão de novas tecnologias e técnicas tais como planeamento cirúrgico, baseado em CBCT tridimensional (3D), assistido por fabricação de goteiras por computador, e o método SFA, podem tornar a cirurgia ortognática mais eficiente e eficaz, para os pacientes e para a equipa cirúrgico-ortodôntica.</p> <p>A combinação do SFA com o planeamento virtual 3D recorrendo ao CBCT, permite adquirirmos simetria nas estruturas anatômicas com grande precisão, no entanto, esta combinação requer uma equipa adequada entre o cirurgião e o ortodontista, isto para realizar um planeamento cirúrgico preciso.</p>
<p>Shaheen, E., &amp; al</p> <p>Julho 2018</p> <p>14</p>	<p>« Three-dimensional planning accuracy and follow-up protocol in orthognathic surgery: a validation study »</p>	<p>propor uma ferramenta tridimensional(3D) semiautomática, sem uso de cefalometrias.</p> <p>Propor um protocolo de comparação da precisão do planeamento da cirurgia ortognática e dos resultados e seguimentos pós-operatórios.</p>	<p>15 pacientes entre os 18 e os 55 anos (4 homens e 11 mulheres) com classe esquelética II e III submetidos a uma cirurgia bimaxilar.</p> <p>- Fizeram tomografia computadorizada (CT) pré-operatória, e uma tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) 1-6 semanas e 6 meses pós-operação.</p> <p>Importação de imagens DICOM e Registo da base craniana.</p> <p>Registo dos segmentos maxilares, para superar o erro humano associado à marcação cefalométrica</p>	<p>O estudo fornece um método fiável, de fácil utilização e eficiente em termos de tempo para avaliar a precisão do planeamento e do seguimento, melhorando assim os padrões em cirurgia ortognática.</p> <p>No entanto, são necessários estudos adicionais para confirmar esta hipótese.</p>

Autor	Título do artigo	Objetivo	Técnica	Resultados
<p>Lutz, J. C., &amp; a/ Outubro 2018 2</p>	<p>« A New Software Suite in Orthognathic Surgery: Patient Specific Modeling, Simulation and Navigation. »</p>	<p>fornecer ferramentas inovadoras para melhorar a simulação pré-operatória e a navegação intraoperatória.</p>	<p>Consistiu em 3 passos: 1- Elaboração de um modelo virtual 3D das estruturas faciais através de uma desenvolvida tomografia computadorizada (CT), para o planeamento virtual cirúrgico poder ser realizado. 2-Desenvolver um software para simular as alterações faciais pós-operatórias nos tecidos moles 3-Propor um sistema conveniente, dedicado à navegação em cirurgia ortognática, de fácil utilização.</p>	<p>O sistema de navegação apresentava uma nova interface de fácil utilização baseada na virtualidade aumentada que melhorava a precisão cirúrgica e o tempo operacional, especialmente para cirurgiões estagiários, demonstrando assim os seus benefícios educacionais. O conjunto de software resultante poderia melhorar o tratamento dos pacientes.</p>
<p>Schneider, D., &amp; a/ Outubro 2018 4</p>	<p>« Customized virtual surgical planning in bimaxillary orthognathic surgery: a prospective randomized trial »</p>	<p>O objetivo principal do presente estudo era comparar a precisão dos ângulos definidos quando se compara convencional e virtual no que toca ao planeamento cirúrgico. O objetivo secundário era analisar o precisão das goteiras, o tempo necessário para a cirurgia, e os custos de planeamento virtual versus planeamento convencional em cirurgia ortognática bimaxilar</p>	<p>Foram incluídos 21 pacientes com retrognatismo ou classe II esquelética, tratados utilizando o método de planeamento virtual (9 pacientes) e de planeamento convencional (12 pacientes) Foram tratados por cirurgia bi-maxilar entre o ano de 2014 e 2016 Imagens pré-operatórias (CBCT) foram obtidos para todos os pacientes e foi feita uma avaliação de tecidos moles, por meio de scans tridimensionais de superfície, dentro do método CBCT. A correção da má oclusão virtual foi planeada com auxílio do software de planeamento Dolphin 3D Imaging.</p>	<p>Método VSP, em comparação com CSP provou ser o procedimento mais preciso para o planeamento de tratamento na cirurgia ortognática. Quando se compara os dois métodos, no que toca ao planeamento, ao tempo de operação e ao custo final de todo o procedimento da cirurgia, o método do planeamento digital tem mais vantagens.</p>

Autor	Título do artigo	Objetivo	Técnica	Resultados
<p>Knoops, P. G. M &amp; al/ Outubro 2018 15</p>	<p>« Three-dimensional soft tissue prediction in orthognathic surgery: a clinical comparison of Dolphin, ProPlan CMF, and probabilistic finite element modelling. »</p>	<p>comparar as previsões dos tecidos moles, em 3D, feitas com programas como o: Dolphin, Pro-Plan e PFEM, visíveis a partir do CBCT pós-operatório</p>	<p>7 pacientes (5 mulheres e 2 homens) tratados com osteotomia Le Fort I</p> <p>Foi feito um CBCT pré-operatório e outro 1 ano pós cirurgia.</p> <p>Os três programas partilham a abordagem de processamento de imagem, embora utilizando software diferente: Os ficheiros DICOM (imagens e comunicações digitais em medicina) foram importados e as estruturas da cabeça segmentadas, resultando em reconstruções 3D de osso e tecido mole, com diferenças negligenciáveis entre os três métodos.</p> <p>A CBCT pós-operatória e os três conjuntos de previsões de tecidos moles foram primeiro comparados com a superfície pré-operatória para ilustrar as diferenças entre eles e em seguida, foram comparados com a CBCT pós-operatória para avaliar o quão bem as previsões descreviam o resultado cirúrgico.</p>	<p>O software Dolphin 3D imaging prevê alterações principalmente na linha média (2D) e no lábio superior, enquanto subestima os movimentos dos tecidos moles na região paranasal.</p> <p>Em contraste, as previsões com Pro Plan e PFEM mostram deslocamentos contínuos no lábio superior e região paranasal</p> <p>É crucial estar ciente do modelo de previsão de tecido mole resultante, bem como da pequena influência da incompatibilidade entre a posição maxilar planeada e pós-operatória.</p>
<p>Zavattero, E., &amp; al/ Dezembro 2018 3</p>	<p>« Evaluation of the Accuracy of Virtual Planning in Orthognathic Surgery: A Morphometric Study »</p>	<p>Testar a precisão da cirurgia ortognática assistida por computador comparando o planeamento cirúrgico virtual com o resultado tridimensional (3D)</p>	<p>17 pacientes (entre os 18 e 45 anos) submetidos a cirurgia ortognática assistida por computador. (OGS)</p> <p>Pacientes apresentavam deformidades dento faciais e precisavam de cirurgia bimaxilar ortognática.</p> <p>Os resultados pós-operatórios foram comparados com o plano cirúrgico, sobrepondo a tomografia computadorizada (TC) pós-operatória ao plano virtual.</p> <p>Visualizar a discrepância entre o plano virtual pré-operatório e o resultado da CT 3D pós-operatória.</p>	<p>O planeamento virtual parece ser um método preciso e reprodutível no planeamento do tratamento ortognático</p> <p>Maior precisão no diagnóstico pré-operatório e possibilidade de simular cirurgia</p> <p>Grande precisão entre o plano virtual e o resultado pós cirúrgico.</p>

Autor	Título do artigo	Objetivo	Técnica	Resultados
<p><i>Otranto de Britto Teixeira, A. &amp; al</i></p> <p>Setembro 2019</p> <p>1</p>	<p>« Three-dimensional accuracy of virtual planning in orthognathic surgery »</p>	<p>avaliar a precisão do planeamento cirúrgico virtual (VSP) utilizando o software Dolphin Imaging</p>	<p>10 pacientes (6 homens e 4 mulheres) com classe II ou III. Tinham de ser submetidos a cirurgia bimaxilar e/ou a uma genioplastia.</p> <p>Fotografias frontais, laterais e intraorais, modelos dentários para o planeamento pré-cirúrgico e 2 CBCT, um pré-operatório e outro 15 dias pós cirurgia.</p> <p>O VSP foi realizado com o software Dolphin Imaging.</p> <p>Após a obtenção dos 2 CBCT e da simulação cirúrgica, os 3 foram submetidos a uma sequência de passos utilizando diferentes softwares, para realizar uma comparação 3D entre eles.</p>	<p>Porque a diferenças de mais de 2 mm é considerado clinicamente relevante, a precisão do VSP foi observada para a maxila e os segmentos proximais e distais (do corpo) da mandíbula.</p> <p>Considerara-se o software Dolphin Imaging como clinicamente aceitável para realizar o planeamento cirúrgico ortognático virtual.</p> <p>Facilitação na transferência das deslocações do VSP para a cirurgia propriamente dita.</p>
<p><i>Ayoub, A. &amp; al</i></p> <p>Outubro 2019</p> <p>13</p>	<p>« The application of virtual reality and augmented reality in Oral &amp; Maxillofacial Surgery »</p>	<p>fornecer uma visão geral da literatura sobre a aplicação da realidade virtual e aumentada na cirurgia oral e maxilofacial.</p>	<p>A aplicação principal da realidade virtual está em implantologia e na cirurgia ortognática.</p> <p>Realidade virtual é utilizada para melhorar a entrega da educação e a qualidade da formação em odontologia e em cirurgia oral e maxilofacial. Melhorou os conhecimentos dos estudantes e provou ser eficaz no ensino do raciocínio clínico e na avaliação dos pacientes</p> <p>Os métodos encorajaram os estudantes a aprender sozinhos, o que poderá reduzir o tempo de faculdade significativamente.</p>	<p>Realidade virtual e aumentada contribuiu para o planeamento de procedimentos maxilofaciais e formação em cirurgia</p> <p>As competências técnicas aprendidas pelos estagiários nos simuladores de cirurgia virtual, é uma combinação de conhecimentos anatómicos especializados, visualização geral, julgamento e trabalho de equipa interprofissional,</p> <p>No entanto são necessários mais estudos para comparar o impacto da realidade virtual aumentada na melhoria da qualidade dos cuidados prestados aos pacientes.</p>

Autor	Título do artigo	Objetivo	Técnica	Resultados
<p><i>Tonin, R. H. &amp; al</i></p> <p>Dezembro 2019</p> <p>9</p>	<p>« Accuracy of 3D virtual surgical planning for maxillary positioning and orientation in orthognathic surgery »</p>	<p>avaliar a precisão de um planeamento cirúrgico virtual 3D (VSP) no posicionamento e orientação maxilar em pacientes submetidos a cirurgia ortognática bimaxilar.</p> <p>Comparar os resultados planeados e os pós-operatórios.</p>	<p>70 pacientes de ambos os sexos foram submetidos a cirurgia ortognática bi-maxilar entre 2015 e 2019.</p> <p>Para inclusão de critérios, os pacientes tinham de apresentar deformidades dento faciais classe II ou III e teria de ser realizada um CBCT pré e pós-cirurgia.</p> <p>Todos os métodos VSP em 3D foram realizados pelo mesmo cirurgião experiente, na sequência de uma adaptação do protocolo CASS, na qual todos os pontos de referência são realizados diretamente no programa de software.</p> <p>A precisão do VSP 3D foi avaliada através da comparação do planeamento em si com os resultados pós-operatórios observados.</p> <p>Todas as medições foram avaliadas por dois radiologistas experientes, em duplicado, com um intervalo de 1 semana.</p>	<p>O VSP tridimensional foi executado com um elevado grau de precisão.</p> <p>Alguns autores declaram que cada caso deve ser avaliado individualmente.</p> <p>De acordo com uma recente revisão sistemática, esta decisão tem confiado no planeamento pré-operatório preciso baseado na experiência e preferência do cirurgião</p> <p>Como não existem provas científicas suficientes de que a sequência de procedimentos influencia a precisão do VSP, são necessários mais estudos.</p>
<p><i>Liao, Y. F&amp; al</i></p> <p>Fevereiro 2020</p> <p>6</p>	<p>«Outcomes of conventional versus virtual surgical planning of orthognathic surgery using surgery-first approach for class III asymmetry »</p>	<p>Comparar resultados cirúrgicos de pacientes tratados para assimetria de classe III, recorrendo ao planeamento cirúrgico convencional e virtual e avaliar no que diz respeito à simetria dos tecidos moles e à satisfação do paciente.</p>	<p>95 pacientes com assimetria de classe III tratados com pelo menos uma osteotomia de Le Fort I e uma osteotomia bilateral sagital:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 51 pacientes tratados com planeamento cirúrgico convencional e 44 pacientes tratados com planeamento cirúrgico virtual</li> <li>- Avaliação quantitativa foi determinada com medições de simetria de linha média, de contorno, e simetria facial global usando fotografias frontais padronizadas.</li> <li>- As avaliações dos sujeitos foram analisadas com questionários relativos à auto-percepção da aparência geral, satisfação com a aparência, e qualidade de vida.</li> </ul>	<p>As simetrias faciais globais foram significativamente maiores para o grupo submetido ao planeamento virtual em comparação com o grupo convencional, isto contando com a correta orientação da linha média facial</p> <p>Não houve diferenças significativas no que tocava à satisfação com a aparência e na qualidade de vida dos pacientes tratados, tanto com o planeamento cirúrgico convencional como virtual</p> <p>Embora a satisfação dos pacientes fosse semelhante para ambas as abordagens, o planeamento cirúrgico virtual foi superior ao planeamento cirúrgico convencional na melhoria do posicionamento da linha média e simetria facial global</p>

Autor	Título do artigo	Objetivo	Técnica	Resultados
<p><i>De Riu, G. &amp; al</i></p> <p>Julho 2020</p> <p>10</p>	<p>« New protocol for in-house management of computer assisted orthognathic surgery »</p>	<p>Avaliar retrospectivamente a precisão do software tridimensional para cirurgia ortognática assistida por computador gerando a própria impressão de guias cirúrgicos em resina</p>	<p>15 pacientes tratados consecutivamente, de setembro de 2007 a maio de 2009</p> <p>Cirurgia planeada com o mesmo programa tridimensional (3D), e com o mesmo software Dolphin em que as goteiras de intervenções cirúrgicas foram fabricadas com o mesmo protocolo interno.</p> <p>Para inclusão, os pacientes tinham de ter sido submetidos a cirurgia ortognática bimaxilar por crescimento anormal dos maxilares.</p> <p>A exatidão do método de planeamento virtual foi determinada comparando os movimentos planeados dos maxilares osteotomizados com os movimentos cirúrgicos reais.</p> <p>No planeamento cirúrgico digital, todas as estruturas anatómicas são fielmente reproduzidas num modelo aumentado do rosto.</p>	<p>Estes guias cirúrgicos tridimensionais (3D) mostraram ser uma alternativa viável com uma elevada taxa de precisão.</p> <p>para confirmar os resultados do estudo, é necessário realizar outras investigações, em amostras maiores e mais homogêneas.</p>
<p><i>Jandali, D. &amp; al</i></p> <p>Agosto 2020</p> <p>17</p>	<p>« Recent advances in orthognathic surgery »</p>	<p>rever a literatura recente sobre cirurgia ortognática, concentrando-se nas duas principais indicações: da má oclusão e da apneia obstrutiva do sono (AOS).</p> <p>Abrangerá os últimos avanços que permitiram melhoria da proficiência técnica.</p>	<p>O VSP resultou em tempo de planeamento pré-operatório reduzido e maior precisão nas osteotomias e na fixação.</p> <p><i>Steinhuber et al.</i> realizaram um estudo prospetivo sobre os tempos de planeamento em doentes com VSP versus planeamento convencional.</p> <p><i>Schneider et al.</i> analisaram os resultados operativos com uso de VSP, incluindo a precisão de ângulos definidos e do tempo operatório.</p>	<p>Em comparação com uso tradicional em que o pré-operatório sugeria trabalho ortodôntico, o método SFA produzirá um pós-cirúrgico com semelhantes resultados, mas com uma redução global do tempo de tratamento e uma melhoria da qualidade de vida.</p> <p>Cirurgia ortognática para o tratamento da AOS é uma indicação relativamente nova,</p> <p>O avanço maxilomandibular (MMA) pode ser realizado para a mal oclusão complexa e para AOS. Tem se mostrado mais benéfico em termos de sucesso cirúrgico e de cura do que as cirurgias tradicionais de tecidos moles.</p>

Autor	Título do artigo	Objetivo	Técnica	Resultados
<p><i>Alkhayer, A. &amp; al</i></p> <p>Dezembro 2020</p> <p>8</p>	<p>« Accuracy of virtual planning in orthognathic surgery: a systematic review »</p>	<p>avaliar a precisão da simulação assistida por computador em comparação com os resultados pós cirúrgicos ortognáticos</p>	<p>A utilização de métodos computadorizados para diagnóstico e planeamento de tratamento em ortodontia e cirurgia ortognática tem evoluído substancialmente</p> <p><i>Hsu e colegas</i> relataram que as técnicas digitais utilizadas permitem a correção precisa de malformações maxilares e a restauração na simetria mandibular.</p> <p><i>Lin e os colegas</i> concluíram que o planeamento ortognático virtual produz resultados esteticamente favoráveis, um nível elevado de satisfação por parte do paciente, tradução precisa do plano de tratamento e assim a realização mais fácil e segura do tratamento.</p> <p>Os estudos analisados utilizaram ambas as modalidades de imagem CT e CBCT (dois deles trabalharam com ambas).</p>	<p>O planeamento assistido por computador é um método com precisão no planeamento para cirurgia ortognática da maxila e da mandíbula.</p> <p>Descobrimos que a CBCT em conjunto com um exame intraoral do dentista é o método mais frequentemente utilizado no planeamento virtual ortognático.</p> <p>SimPlant e Dolphin são os softwares mais amplamente utilizados.</p> <p>No entanto, são necessários mais ensaios clínicos para determinar claramente a precisão e validação do planeamento virtual em cirurgia ortognática.</p>
<p><i>Quast, A. &amp; al</i></p> <p>Julho 2021</p> <p>11</p>	<p>« Predictability of maxillary positioning: a 3D comparison of virtual and conventional orthognathic surgery planning »</p>	<p>Para o plano de tratamento que se baseia na fabricação de goteiras, confirmar se haverá diferenças entre o plano de tratamento, realização e resultados pós-operatórios.</p> <p>Comparação utilizando o método convencional ou digital, confirmando se um dos métodos se mostra mais eficiente e melhor que o outro.</p>	<p>52 pacientes (2 grupos de 26 adultos saudáveis) que apresentam más oclusões pronunciadas e indicações para tratamento ortodôntico-cirúrgico combinado.</p> <p><b>CSP:</b> Foram introduzidas a imagem 3D e a cefalometria, mas o deslocamento maxilar e a produção de goteiras foram realizadas de forma convencional. Os modelos dentários foram montados num articulador com a ajuda da transferência do arco-facial de acordo com um relatório previamente feito. Fotografias clínicas e informações 3D do CBCT estavam disponíveis para determinar a posição final dos moldes dentários.</p>	<p>A comparação de VSP e CSP revelou que, clinicamente, o previsto alcançado de ambos os métodos é semelhante.</p> <p>O VSP e o CSP demonstraram diferenças significativas entre os resultados planeados e pós-operatórios em todas as dimensões, com o impacte vertical da maxila como o movimento menos previsível.</p> <p>Existem argumentos para a utilização de VSP, como a visualização pré-operatória da posição condilar ou da colisão dos segmentos mandibulares proximais e distais, bem como a possibilidade de melhor comunicação entre os cirurgiões e ortodontistas.</p>

			<p><b>VSP:</b> O planeamento da cirurgia foi totalmente virtual, incluindo a impressão em 3D das goteiras O VSP foi realizado em ProPlan CMF. A oclusão final foi determinada por máximo contacto intercuspidal e overjet e overbite fisiológico.</p> <p>Os pacientes do grupo CSP foram operados antes dos pacientes do grupo VSP.</p> <p>Para comparar as posições maxilares planeadas e resultantes para ambos os métodos de planeamento no mesmo software com o mesmo sistema de coordenadas, o procedimento CSP teve de ser digitalizado e com o CBCT pós-operatória foi utilizada para criar um modelo 3D da cabeça.</p>	<p>No entanto temos de ter em conta que o posicionamento vertical é sempre um desafio em qualquer dos métodos utilizados e que há falta de estudos comparativos, mas que se fosse utilizado o método VSP sem a pré-fabricação de goteiras cirúrgicas, esse erro poderá ser reduzido.</p>
--	--	--	--	--

## 5. Discussão

### 5.1 Do Planeamento convencional ao planeamento cirúrgico virtual

O tipo de planeamento cirúrgico bidimensional tem sido utilizado há mais de 50 anos, sendo realizado com o auxílio de exames radiográficos (ortopantomografias e radiografias laterais) modelos de gesso e articuladores semi-ajustáveis. Com estes dados clínicos recolhidos, será criado um plano de tratamento adequado<sup>9</sup>.

Este tipo de planeamento, em cirurgia ortognática, proporcionou sempre bons resultados clínicos, funcionais e estéticos para os pacientes<sup>4</sup>.

Embora a cirurgia ortognática remonte aos Estados Unidos no século XIX, esta sendo usada principalmente para a correção do prognatismo mandibular, foram observados avanços significativos desde então, principalmente relacionados com a técnica, o planeamento cirúrgico pré-operatório e a sequência do tratamento cirúrgico<sup>7</sup>.

Numa elaboração de um plano pré-cirúrgico, há que adquirir um conjunto de dados que irá permitir ao médico cirurgião uma simulação dos movimentos a serem realizados pelos fragmentos ósseos durante a cirurgia, sendo estes<sup>10</sup>:

- a examinação estética facial
- a análise cefalométrica frontal e lateral
- modelos de gesso montados num articulador semi-ajustável, com registo de arco facial.

Anteriormente ao ano de 2015, após recolha de todos os dados necessários visíveis a “olho nu”, era também necessário a realização de outros tipos de exames e de análises, com base na utilização de cefalometrias 2D (lateral e pósterio-interior), fotografias, radiografias panorâmicas e em goteiras dentárias<sup>5,6</sup>.

Para a realização das goteiras dentárias, eram necessários quatro procedimentos laboratoriais<sup>6</sup>:

- i. Montagem de moldes dentários num articulador, transferindo o registo do arco facial e das mordidas existentes
- ii. Montagem da oclusão cirúrgica usando moldes dentários pré-operatórios
- iii. Elaboração de plano da cirurgia realizada manualmente, a fim de elaborar a movimentação dos segmentos maxilares e mandibulares osteotomizados como um complexo único, mantendo a oclusão

iv. Realização de goteiras cirúrgicas usando estes modelos de configuração final

Contudo a abordagem deste método teve falhas, e mostrou-se insuficiente pois não permitia o acesso ao movimento complexo tridimensional executado e às estruturas que o rodeavam<sup>1,4</sup>.

Poderiam ocorrer alguns erros cirúrgicos, quando era executado este tipo de planeamento, sendo eles<sup>6</sup>:

- Colisão óssea na zona do ramo mandibular
- Linha média dentária
- Inadequação do queixo
- Discrepância nos movimentos realizados no dia a dia, como o bocejo, a falar, entre outros.

Após leitura e análise de vários estudos clínicos realizados, foram constatadas falhas no método convencional, sendo então necessária mudança no planeamento pré-cirúrgico<sup>11</sup>.

Com os avanços em imagem, software de planeamento e tecnologia de prototipagem, a adoção de protocolos de planeamento virtual tridimensional (3D) e a realização de protótipos de goteiras permitiu-nos visualizar a relação entre os arcos dentários e os seus ossos circundantes, num modelo virtual único<sup>1</sup>.

Com a evolução da tecnologia de imagem, o planeamento digital cirúrgico tridimensional (em 3D) tem-se mostrado uma alternativa mais fiável, fornecendo resultados pós-operatórios melhores e mais precisos<sup>4,7,8</sup>. Assim o planeamento pré-cirúrgico permite a criação de um maior número de possíveis diagnósticos, que levarão a um plano de tratamento mais assertivo<sup>9,11</sup>.

Esta abordagem apresenta inúmeras vantagens quando comparado com o método de planeamento cirúrgico convencional pelo que permitirá<sup>1,11</sup>:

- a visualização de deformidades e assimetrias que por vezes não são detetadas
- a liberdade de simulação de vários planos de tratamento para obtenção de bons resultados para o paciente
- possibilidade de detetar possíveis complicações e facilitar na avaliação e correção, a relação cêntrica na articulação temporomandibular.

Ocorrendo então a oportunidade de ilustração multidimensional, da correção esquelética e dentária, este método tem comprovado permitir uma perceção pré-cirúrgica e a

possibilidade de transferência do plano digital para a sala onde será executada a cirurgia (bloco operatório)<sup>1,11,12</sup>.

No que toca à cirurgia ortognática, o planeamento digital foi demonstrando cada vez mais a sua importância na prática clínica, isto porque, para além de haver uma melhor visualização das deformidades craniofaciais e de assimetrias, o tempo e o dinheiro gasto no final do tratamento será relativamente inferior ao do método de CSP<sup>11</sup>.

Em suma, devido à eliminação da transferência do arco facial e dos passos a serem realizados em laboratório, acredita-se que o planeamento da cirurgia digital (VSP) reduz as imprecisões no posicionamento maxilar em comparação com o planeamento da cirurgia convencional (CSP)<sup>11</sup>.

## **5.2 Abordagens radiográficas utilizadas**

Apesar do resultado da cirurgia ortognática depender essencialmente da técnica cirúrgica, a execução de um plano elaborado preciso, é um pilar essencial no sucesso das correções de deformidades dento faciais<sup>9,10</sup>.

Previamente ao tratamento e à cirurgia em si, para um planeamento digital cirúrgico (VSP) é então necessária a realização de uma avaliação e examinação do paciente. Este passo decorre conforme o protocolo cirúrgico abordado, que inclui a realização de um CBCT com 1 mês de antecedência à cirurgia e outro com um mês após a cirurgia<sup>9,10</sup>.

Para a realização deste procedimento, os pacientes são instruídos a adaptar a posição natural da cabeça (NHP), fixando os olhos em frente no espelho que se encontra numa parede do lado oposto. Durante a realização deste exame, a língua e os lábios do paciente devem ficar em repouso e este deve respirar levemente, evitando engolir durante a aquisição da imagem<sup>9</sup>.

O suporte do queixo é utilizado no início do posicionamento, mas removido durante a aquisição da imagem, pelo que poderá ser confundido com os tecidos moles existentes e afetar o planeamento cirúrgico digital em questão (VSP)<sup>9</sup>.

Para o registo de mordida pré-CBCT utiliza-se cera para promover uma ligeira abertura na oclusão, isto facilitando a sobreposição dos modelos de gesso digitalizados com as imagens de CBCT<sup>9</sup>.

CBCT, também conhecida como "topografia de volume digital", trata-se de uma imagem radiográfica em 3D que engloba a região craniofacial<sup>13</sup>.

Apesar de ser um método de excelência para a visualização de estruturas ósseas, os tecidos moles são de difícil interpretação e o método não produz um aspeto realista na textura da pele do rosto <sup>13</sup>.

Em conjunto com programas de software gera-se um modelo, representando com precisão a dentição, o esqueleto e os tecidos moles do paciente, que vai permitir um planeamento cirúrgico de alta qualidade, com autonomia e segurança para simular os diferentes movimentos cirúrgicos necessários para o tratamento. Superando assim as limitações existentes no planeamento em 2D <sup>9</sup>.

Em 2003, foi demonstrado que as goteiras cirúrgicas para correções ortognáticas poderiam ser produzidas através de tecnologias assistidas por computador com base em dados CBCT, permitindo assim o seu fabrico utilizando dispositivos de impressão 3D <sup>4</sup>.

A introdução do scanner digital CBCT permitiu a expansão da tecnologia a um núcleo alargado de cirurgiões e permitiu o método CASS ser implementado na prática clínica<sup>12</sup>.

A melhoria e o aumento da disponibilidade dos scanners de tomografia computadorizada (CT) proporcionam um acesso fácil a imagens de anomalias anatómicas associadas a deformidades faciais<sup>12</sup>.

A imagem em CT é obtida através da medição da atenuação de um feixe de raios X durante o seu trajeto através de um segmento do corpo. Distingue-se do CBCT por algumas razões<sup>8</sup>:

- melhor identificação do tecido mole
- menor distorção na presença de metais

Apesar das vantagens, também apresenta algumas desvantagens nomeadamente<sup>8</sup>:

- Menor qualidade de imagem
- posição supina do paciente durante a realização do exame
- Maiores doses de radiação

Ao comparar estes dois métodos podemos concluir que obtivemos mais desvantagens no uso do CT do que no uso de CBCT.

Apesar de haver uma menor identificação de tecidos moles e a distorção ser maior na presença de metais, o CBCT é o método mais recomendado e o mais amplamente utilizado pelos seus benefícios.

Com isto, a capacidade de planeamento cirúrgico, tanto a nível oclusal como esquelético, obteve benefícios no planeamento de casos complexos de tratamento graças à evolução tecnológica.<sup>12</sup>

No final de um tratamento, os resultados pós-cirúrgicos são verificados com a comparação dos registos obtidos pré e pós-cirurgia e no alinhamento das CBCT realizadas.<sup>14</sup>

### **5.3 Abordagens Digitais**

Existem vários protocolos de VSP tridimensionais (3D), pelo que a simulação cirúrgica computadorizada (CASS), representa uma mudança de paradigma no planeamento cirúrgico para pacientes com deformidades dento faciais<sup>9</sup>.

No planeamento pré-cirúrgico, na correção de deformidades dento faciais, a eficiência do método CASS tem consideravelmente melhorado a precisão e o rigor na correção destas utilizando a cirurgia ortognática, sendo considerada a adição mais significativa ao campo<sup>12</sup>. A capacidade de precisão no planeamento deste tipo de correções, tanto a nível esquelético, como a nível oclusal, mostrou ser benéfico em casos de tratamento mais complexos, pelo que temos a possibilidade de visualização de complexidades esqueléticas na deformidade dento facial assimétrica<sup>12</sup>.

Este método tem sido aplicado por completo na extensão no âmbito da cirurgia oral e maxilofacial<sup>12</sup>:

- ✓ no planeamento e na colocação de implantes
- ✓ na reconstrução da articulação temporomandibular
- ✓ no trauma facial
- ✓ na gestão de patologias da cabeça e do pescoço.

A introdução de scanners de CBCT permitiu que a tecnologia se expandisse para um núcleo mais vasto de cirurgiões e tornou o CASS mais fácil de implementar na sua prática<sup>8,12</sup>.

Concluimos então que o método CASS fornece uma visão pré-operatória sobre os movimentos dentários e esqueléticos previstos, orientação e posicionamento na osteotomia e na precisão na transferência do plano virtual para a correção da oclusão e da deformação esquelética<sup>12</sup>.

#### 5.4 Avanços digitais /Programas de software

Com a evolução da tecnologia e a aparição de novos métodos, começaram a ser utilizados programas digitais de software informático que ajudam na precisão durante o planeamento cirúrgico, bem como numa melhor previsibilidade dos resultados<sup>8,15</sup>.

Foi descrito que técnicas assistidas por computador em cirurgia ortognática melhoravam os resultados funcionais e estéticos. Assim sendo, fala-se tanto na satisfação do paciente como no resultado da cirurgia, pela facilidade de manipulação intraoperatória quando comparado com as técnicas convencionais<sup>4</sup>.

Com o recurso a estas novas tecnologias haverá uma maior precisão no que toca ao diagnóstico, o que nos levará a um plano de tratamento mais preciso e mais concreto para cada caso, não alcançável pelo método bidimensional<sup>8,15</sup>.

Após a leitura e análise dos vários artigos, destacaram-se dois softwares, sendo que ambos foram utilizados em diferentes estudos e foram alvo de constantes atualizações. Estes foram: Dolphin Imaging e Pro-Plan.

Com base nos dados da CBCT, o software *Dolphin Imaging* inclui um conjunto de ferramentas 3D que permitem a medição de tecidos duros e moles, bem como a sobreposição de imagens.<sup>4</sup> Com isto temos a possibilidade de simular a osteotomia, o movimento ósseo, e a previsão de tecidos moles, para além da possibilidade de utilizar na análise das vias aéreas faríngeas<sup>4</sup>:

Este programa foi selecionado após diferentes experiências porque, para além da grande versatilidade e abundância de ferramentas de diagnóstico, tem a peculiaridade de fornecer guias cirúrgicos digitais em formato .stl (ficheiros de estereolitografia), que podem ser impressos em impressoras tridimensionais padrão, permitindo a prototipagem interna a um custo acessível para qualquer instituição<sup>10</sup>.

O *Dolphin Imaging* é um dos softwares mais utilizados para VSP, por isso é primordial conhecer a sua precisão em tais procedimentos, mesmo que apresente limitações como sobrepor imagens com uma maior resolução<sup>1</sup>.

Para além disso, é importante salientar que estamos a falar de uma ferramenta que é descrita na literatura como, um importante facilitador na transferência das deslocações do VSP para a cirurgia propriamente dita e não é uma ferramenta para conceber e produzir guias de osteotomia<sup>1</sup>.

É utilizado um algoritmo baseado em pontos de referência que permite proporções osso-tecido mole específicas do paciente, que funciona bem para radiografias cefalométricas, mas tem precisão tridimensional limitada<sup>15</sup>.

As limitações deste software ocorrem quando os avanços planeados são demasiado grandes (+/- 8,5 mm) em que o avanço observado no pós-operatório é ainda maior do que o planeado. Nestas circunstâncias, o algoritmo Dolphin torna-se impreciso devido à sua arquitetura ampla<sup>15</sup>.

Conclui-se que este software em específico, prevê alterações principalmente na linha média bidimensional(2D) e no lábio superior, enquanto prevê mal os movimentos de tecidos moles na região paranasal<sup>15</sup>.

O *software Pro Plan* fornece melhores previsões tridimensionais com deslocamentos contínuos e utiliza um algoritmo esparso baseado em pontos de referência para a previsão de tecidos moles, permitindo que as proporções de tecidos duros a moles sejam definidas, para levar em conta alguma variabilidade entre pacientes, como a espessura do lábio superior.<sup>13</sup> Numa análise feita, tanto o lábio superior como a região paranasal mostraram uma distribuição mais contínua de deslocamentos<sup>15</sup>.

Era fornecida uma predição de tecido mole preciso e poderia ser útil na altura da comunicação pré-operatória do paciente<sup>15</sup>.

O erro entre a previsão do tecido mole e o CBCT pós-operatório mostrou bons resultados para os dois métodos, com melhores resultados estatisticamente significativos para o *software Pro Plan*<sup>15</sup>.

Isto acontece porque segundo os estudos realizados, o *software Dolphin Imaging* geralmente não prevê o deslocamento da região paranasal na totalidade, enquanto o *software Pro Plan* previa em demasia o deslocamento da área acima do canto da boca<sup>15</sup>.

## 6. Conclusão

A cirurgia ortognática é uma intervenção complexa que exige um planeamento pré-cirúrgico preciso e eficiente. Com o avanço da tecnologia, os métodos digitais têm se mostrado cada vez mais úteis e eficazes nesse processo. A revisão narrativa apresentada nesta dissertação de mestrado analisou a evolução do planeamento pré-operatório na cirurgia ortognática, com ênfase na comparação entre os métodos digitais e convencionais. Os resultados obtidos indicaram que o uso de métodos digitais proporcionou melhorias significativas na eficiência dos tratamentos e na precisão cirúrgica, culminando numa melhoria geral nos resultados pós-operatórios. A utilização de programas de software específicos e meios radiográficos como o CBCT e CT também se mostraram essenciais para um planeamento adequado.

Conclui-se, portanto, que a implementação de métodos digitais no planeamento pré-operatório da cirurgia ortognática é uma escolha acertada, proporcionando uma abordagem mais precisa, eficiente e menos demorada. Com isso, a cirurgia ortognática pode ser realizada com maior segurança e eficácia, garantindo a satisfação do paciente e do profissional de saúde envolvido no processo.

## Bibliografia

1. Otranto de Britto Teixeira A, Almeida MA de O, Almeida RC da C, Maués CP, Pimentel T, Ribeiro DPB, Medeiros PJ de, Quintão CCA, Carvalho F de AR. Three-dimensional accuracy of virtual planning in orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2020;158(5):674-683.
2. Lutz JC, Hostettler A, Agnus V, Nicolau S, George D, Soler L, Rémond Y. A New Software Suite in Orthognathic Surgery: Patient Specific Modeling, Simulation and Navigation. *Surg Innov.* 2019;26(1):5-20.
3. Zavattero E, Romano M, Gerbino G, Rossi DS, Gianni AB, Ramieri G, Baj A. Evaluation of the accuracy of virtual planning in orthognathic surgery: A morphometric study. *J Craniofac Surg.* 2019;30(4):1214-1220.
4. Schneider D, Kämmerer PW, Hennig M, Schön G, Thiem DGE, Bschorer R. Customized virtual surgical planning in bimaxillary orthognathic surgery: A prospective randomized trial. *Clin Oral Investig.* 2019;23(7):3115-3122.
5. Tran NH, Tantidhnazet S, Raucharernporn S, Kiattavornchareon S, Pairuchvej V, Wongsirichat N. Accuracy of Three-Dimensional Planning in Surgery-First Orthognathic Surgery: Planning Versus Outcome. *J Clin Med Res.* 2018;10(5):429-436.
6. Liao YF, Chen YA, Chen YC, Chen YR. Outcomes of conventional versus virtual surgical planning of orthognathic surgery using surgery-first approach for class III asymmetry. *Clin Oral Investig.* 2020;24(4):1509-1516.
7. Jandali D, Barrera JE. Recent advances in orthognathic surgery. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 2020;28(4):246-250.
8. Alkhayer A, Piffkó J, Lippold C, Segatto E. Accuracy of virtual planning in orthognathic surgery: A systematic review. *Head Face Med.* 2020;16(1).
9. Tonin RH, Iwaki Filho L, Yamashita AL, Ferraz FW da S, Tolentino ES, Previdelli IT dos S, Brum B, Iwaki LC V. Accuracy of 3D virtual surgical planning for maxillary positioning and orientation in orthognathic surgery. *Orthod Craniofac Res.* 2020;23(2):229-236.
10. de Riu G, Vaira LA, Ligas E, Vaittinen V, Spano G, Salzano G, Piombino P. New protocol for in-house management of computer assisted orthognathic surgery. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2020;58(10):e265-e271.
11. Quast A, Santander P, Kahlmeier T, Moser N, Schliephake H, Meyer-Marcotty P. Predictability of maxillary positioning: a 3D comparison of virtual and conventional orthognathic surgery planning. *Head Face Med.* 2021;17(1).
12. Farrell BB, Franco PB, Tucker MR. Virtual surgical planning in orthognathic surgery. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2014;26(4):459-473.

13. Ayoub A, Pulijala Y. The application of virtual reality and augmented reality in Oral & Maxillofacial Surgery. *BMC Oral Health*. 2019;19(1).
14. Shaheen E, Shujaat S, Saeed T, Jacobs R, Politis C. Three-dimensional planning accuracy and follow-up protocol in orthognathic surgery: a validation study. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2019;48(1):71-76.
15. Knoop PGM, Borghi A, Breakey RWF, Ong J, Jeelani NUO, Bruun R, Schievano S, Dunaway DJ, Padwa BL. Three-dimensional soft tissue prediction in orthognathic surgery: a clinical comparison of Dolphin, ProPlan CMF, and probabilistic finite element modelling. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2019;48(4):511-518.
16. Mahmood HT, Ahmed M, Fida M, Kamal AT, Fatima F. Concepts, protocol, variations and current trends in surgery first orthognathic approach: a literature review. *Dent Press J Orthod*. 2018;23(3):36.e1-36.e6.
17. Naran S, Steinbacher DM, Taylor JA. Current concepts in orthognathic surgery. *Plast Reconstr Surg*. 2018;141(6):925e-936e.
18. Shaheen E, Sun Y, Jacobs R, Politis C. Three-dimensional printed final occlusal splint for orthognathic surgery: design and validation. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2017;46(1):67-71.
19. Li B, Shen S, Jiang W, Li J, Jiang T, Xia JJ, Shen SG, Wang X. A new approach of splint-less orthognathic surgery using a personalized orthognathic surgical guide system: A preliminary study. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2017;46(10):1298-1305.
20. Stokbro K, Aagaard E, Torkov P, Bell RB, Thygesen T. Virtual planning in orthognathic surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2014;43(8):957-965.