



Mestrado Integrado em Medicina Dentária

Faculdade de Medicina

Universidade de Coimbra

**Avaliação do volume do seio maxilar em doentes submetidos a
tratamento ortodôntico-cirúrgico**

Mariana Abreu Serrazes

Orientador: Prof. Doutor Francisco Fernandes do Vale

Coorientadores: Prof. Doutora Maria João Pascoal Rodrigues

Mestre Dr^a. Inês Alexandre Neves Francisco

Junho, 2020

Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

Avaliação do volume do seio maxilar em doentes submetidos a tratamento ortodôntico-cirúrgico

Serrazes M*, Francisco I**, Rodrigues MJ***, Vale F**

*Aluna do 5º ano do Mestrado Integrado em Medicina Dentária, FMUC

** Instituto de Ortodontia, FMUC

*** Instituto de Oclusão e Dor Orofacial, FMUC

Área de Medicina Dentária, FMUC, Coimbra - Portugal

Avenida Bissaya Barreto, Blocos de Celas

3000-075 Coimbra

Tel.: +351 239 484 183

Fax.: +351 239 402 910

Endereço eletrónico: mariana.serrazes@hotmail.com

Índice Geral

Resumo.....	7
Abstract.....	8
1. Introdução.....	10
2. Materiais e Métodos.....	17
2.1 Desenho do estudo.....	17
2.2 Mensuração do volume do seio maxilar.....	17
2.3 Variáveis no estudo.....	22
2.4 Análise estatística.....	22
3. Resultados.....	23
3.1 Caracterização da amostra.....	23
3.2 Análise Volumétrica.....	24
3.3 Análise do género.....	25
3.4 Análise da concordância intra-operador.....	26
4. Discussão.....	28
5. Conclusão.....	31
6. Agradecimentos.....	32
7. Referências bibliográficas.....	33

Índice de Figuras

Figura 1 – Ilustração representativa de Osteotomia Le Fort I.....	11
Figura 2 – Cirurgia com Osteotomia Le Fort I.....	11
Figura 3 - Ilustração anatômica com a representação dos ligamentos e músculos da região inferior do maxilar.....	12
Figura 4 - Seio maxilar. a) Ilustração anatômica do seio maxilar; b) Representação radiográfica do seio, nos três planos do espaço.....	15
Figura 5 - Identificação da região de interesse (seio maxilar direito e esquerdo) nos três planos do espaço.....	18
Figura 6 - Seleção da região de interesse.....	19
Figura 7 - Definição dos parâmetros para proceder à segmentação do seio maxilar direito.....	19
Figura 8 - Bolhas de expansão adicionadas ao seio maxilar.....	20
Figura 9 - Expansão das bolhas de expansão. A delimitação é realizada através do controlo da ferramenta do <i>software</i>	20
Figura 10 - Para a mensuração do seio contralateral, o operador deve efetuar os mesmos procedimentos, selecionando outra cor.....	21
Figura 11 - Obtenção do volume e representação tridimensional de ambos os seios maxilares.....	21
Figura 12 - Diagrama de fluxo representativo da seleção da amostra.....	23
Figura 13 - Gráfico de dispersão do seio maxilar esquerdo.....	24
Figura 14 - Gráfico de dispersão do seio maxilar esquerdo.....	25
Figura 15 - Gráfico de Bland-Altman, que representa a variação entre as medidas obtidas pelo mesmo operador.....	27

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Indicações da cirurgia ortognática, segundo a American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons (AAOMS).....	10
Tabela 2 - Critérios de inclusão e exclusão aplicados na seleção da amostra de estudo.....	17
Tabela 3 - Estatística do volume pré e pós-operatório de ambos os seios maxilares.....	24
Tabela 4 - Correlação entre os volumes pré e pós-operatório de ambos os seios maxilares.....	25
Tabela 5 - Comparação dos volumes pré e pós-operatório dos seios maxilares, de acordo com o género.....	26

Resumo

Introdução: O impacto da Osteotomia de Le Fort I nas vias aéreas superiores, particularmente ao nível dos seios maxilares, é um tema controverso na literatura científica. O objetivo deste estudo foi avaliar as alterações do volume dos seios maxilares após a cirurgia ortognática.

Materiais e Métodos: Neste estudo clínico retrospectivo foram incluídos 19 doentes ortodônticos submetidos a cirurgia ortognática com osteotomia de Le Fort I. As tomografias computadorizada de feixe cónico, pré-operatório (T0) e pós-operatório (T1), foram analisadas em todos os doentes com recurso ao *software* ITK-SNAP, por forma a obter o volume do seio maxilar direito e esquerdo. Os resultados foram analisados através de um software de análise estatística adequado, tendo sido realizado o teste t-Student para averiguar o efeito do tratamento ortodôntico-cirúrgico no volume dos seios maxilares. Para explorar as possíveis diferenças entre géneros, recorreu-se ao teste t-Student para amostras independentes. Consideraram-se estatisticamente significativos valores para $p < 0,05$.

Resultados: Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre o volume pré e pós-operatório dos seios maxilares ($p > 0,05$). Verificou-se um aumento do volume pós-operatório do seio maxilar direito, no género masculino ($p = 0,037$). Relativamente ao género feminino, não se verificaram diferenças estatisticamente significativas para ambos os seios maxilares ($p > 0,005$). A potência atingida na comparação de ambos os seios antes e após cirurgia foi de 8%. Obteve-se uma concordância muito forte entre as medições (ICC=0,974).

Discussão: Deve ser realizado um controlo clínico e radiográfico rigoroso, no pré e pós-operatório, sobretudo em doentes com patologia das vias aéreas superiores. A tomografia computadorizada de feixe cónico deve ser utilizada como uma ferramenta de diagnóstico do volume dos seios maxilares.

Conclusão: O tratamento ortodôntico-cirúrgico, realizado com a técnica de Le fort I não influencia o volume dos seios maxilares. O género não influencia as alterações volumétricas dos seios maxilares após a cirurgia ortognática.

Palavras-chave: Seio maxilar; Ortodontia; Cirurgia Ortognática; Osteotomia de Le Fort; Tomografia

Abstract

Introduction: Structural or anatomical differences on the upper airways, particularly in maxillary sinus, may arise after Le Fort I Osteotomy. This study aimed to evaluate the changes in the volume of the maxillary sinus after orthognathic surgery.

Materials and Methods: This retrospective study included 19 orthodontic patients who underwent orthognathic surgery with Le Fort I osteotomy. Preoperative (T0) and postoperative (T1) cone beam computed tomographies were analyzed in all patients through the ITK-SNAP software in order to access the maxillary sinus volume. The results were analyzed using appropriate statistical software analysis and the effect of orthodontic-surgical treatment on the volume of the maxillary sinus was performed by the t-Student test. Differences between genders were tested by the Student's t-test for independent samples. A significance level of $p < 0,05$ was used for statistical comparisons.

Results: No statistically significant differences were found in the maxillary sinus volume after orthognathic surgery ($p > 0.05$). There was an increase in the postoperative volume of the right maxillary sinus, in males ($p = 0.037$). Regarding the female gender, there were no statistically significant differences for both maxillary sinus ($p > 0.005$). The potency achieved was 8% for both sinus before and after surgery. A very strong agreement was obtained between measurements (ICC = 0.974).

Discussion: Strict clinical and radiographic control should be performed, pre and postoperatively, especially in patients with upper airway pathology. Cone beam computed tomography should be used as a diagnostic tool for the volume of the maxillary sinus.

Conclusion: According to these results, no statistically significant differences were found in the maxillary sinus volume after Le Fort I Osteotomy. Gender did not influence the volumetric changes of the maxillary sinus after orthognathic surgery.

Key words: Maxillary sinus; Orthodontics; Orthognathic Surgery; Osteotomy, Le Fort; Cone Beam Computed Tomography.

1. Introdução

Durante o processo de crescimento e desenvolvimento do indivíduo, vários fatores, genéticos e epigenéticos, atuam na formação do complexo craniofacial, determinando assim a posição dos maxilares. A ocorrência de uma interferência neste processo pode desencadear uma desarmonia nos maxilares, interbasal ou com as restantes estruturas da base do crânio, surgindo aquilo a que se designa por Deformidade Dentofacial (DDF).⁽¹⁾ A DDF é caracterizada geralmente por uma má oclusão, que pode estar associada a alterações estéticas e funcionais, afetando, desta forma, a qualidade de vida dos doentes.^(2,3) Os estudos epidemiológicos na população portuguesa são escassos, mas na literatura científica encontram-se estudos epidemiológicos a estimar que 20% da população mundial apresente algum grau de DDF.⁽⁴⁾ De acordo com Proffit *et al.* (1998), a Classe II esquelética é a DDF mais prevalente.

A etiologia da DDF pode ser de causa congénita, associada ou não a síndromes craniofaciais, ou adquirida, decorrente de alterações com origem neuromuscular e funcional, ou como consequência de traumatismos e processos tumorais. No entanto, existem ainda muitas situações cuja etiologia da DDF permanece desconhecida.⁽³⁾ Quanto à DDF de origem genética, a Fenda do Lábio e Palato é a situação isolada mais prevalente, seguida das craniosinostoses síndrómicas, do Síndrome Treacher Collins e de Van der Woude.⁽³⁾

A avaliação do crescimento na DDF é essencial para a elaboração de um plano de tratamento individualizado.⁽⁴⁾ A correção das DDF pode incluir procedimentos cirúrgicos que visam corrigir as deformidades da maxila, da mandíbula, do esqueleto facial e das suas estruturas associadas, como os tecidos moles. O tratamento precoce da DDF, com recurso à ortopedia dentofacial, pode eliminar a necessidade de cirurgia ortognática ou minimizar a severidade dos tratamentos no adulto. No entanto, quando a intervenção precoce não permite normalizar o crescimento, o recurso ao tratamento ortodôntico-cirúrgico ou à camuflagem ortodôntica é necessário para correção da DDF, após o término do crescimento.^(5,6) A cirurgia ortognática está indicada em muitas situações clínicas - ver Tabela 1⁽⁵⁾ - e permite alterar as relações esqueléticas e tegumentares, a oclusão e a estética facial. As alterações topográficas decorrentes da cirurgia também afetam as estruturas circumaxilares, podendo desencadear alterações nas dimensões das vias aéreas superiores.⁽⁶⁻⁸⁾ Na literatura, é reconhecida a associação da cirurgia ortognática à melhoria da função mastigatória, redução da dor facial e maior estabilidade dos resultados em discrepâncias graves.⁽¹⁰⁾ Contudo, durante a cirurgia

podem ocorrer complicações no intraoperatório e no pós-operatório.⁽⁹⁾ As complicações mais prevalentes são os défices neurosensoriais nos nervos alveolares após a osteotomia mandibular e a hemorragia intraoperatória, mas a natureza da complicação está dependente da cirurgia efetuada.⁽¹⁰⁾ Na osteotomia Le Fort I, as complicações mais frequentes são: hemorragia excessiva intraoperatória; lesão do nervo craniano; lesão da artéria carótida; e, sinusite maxilar. Apesar dos riscos conhecidos, a prevalência dos mesmos é rara, o que permite considerar a cirurgia ortognática como segura.⁽⁹⁾

Tabela 1 – Indicações da cirurgia ortognática, segundo a American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons (AAOMS).

<p>1. Discrepâncias anteroposteriores</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Relação entre Incisivos maxilares/mandibulares: <i>overjet</i> \geq 5mm, ou \leq0mm (norma 2mm); • Relação anteroposterior dos molares maxilares/mandibulares: discrepância \geq 4mm (norma de 0 a 1mm).
<p>2. Discrepâncias verticais</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Presença de DDF com 2 ou mais desvios padrão das normas publicadas e aceites para os padrões esqueléticos; • Mordida aberta sem espaço entre os dentes anteriores ou uni/bilateral $>$ 2mm; • Mordida profunda com irritação dos tecidos moles linguais ou vestibulares da arcada contra lateral; • Sobreerupção de um segmento dentoalveolar devido a ausência de oclusão.
<p>3. Discrepâncias transversais</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Discrepância esquelética transversal com 2 ou mais desvios padrão, relativamente às normas publicadas • Discrepância bilateral total \geq4 mm da cúspide palatina maxilar para a fossa mandibular • Discrepância unilateral \geq3 mm, com inclinação axial normal dos dentes posteriores.
<p>4. Assimetrias</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Assimetrias anteroposteriores, transversais ou laterais $>$3mm, com assimetria oclusal concomitante.

A relação entre as estruturas faríngeas e as estruturas dentofaciais tem sido alvo de estudo pela comunidade científica. Algumas características craniofaciais podem predispor alterações na via aérea, tais como a retrusão bimaxilar, o crescimento facial hiperdivergente, a micrognatia transversal do maxilar e a micrognatia mandibular. O tratamento destes doentes inclui frequentemente um tratamento ortodôntico-cirúrgico.^(6-8,11) Os procedimentos cirúrgicos incluem, na maioria dos casos, a osteotomia maxilar horizontal de Le Fort I. A técnica foi

descrita originalmente por Von Langenbeck em 1859. Posteriormente em 1901, Le Fort descreveu a separação da maxila a partir da face média de forma completa e temporária, sendo que esta técnica é conhecida, desde então, como Osteotomia Le Fort I (Figura 1 e 2).^(12,13) Atualmente, é um procedimento de rotina nas cirurgias maxilo-faciais, sendo combinada frequentemente com a osteotomia mandibular.⁽¹⁴⁾

A realização da osteotomia Le Fort I pode afetar o seio maxilar, uma vez que este está incluído na linha de osteotomia.⁽¹⁵⁾ Por outro lado, o movimento tridimensional da maxila, que ocorre durante a realização da cirurgia Ortognática, pode afetar outras estruturas nasais, incluindo o septo nasal. O impacto que a cirurgia ortognática pode desencadear nas vias aéreas superiores depende da técnica cirúrgica, da quantidade e direção dos movimentos esqueléticos, da idade e gênero do doente.⁽⁷⁾ O estreitamento do espaço faríngeo, após intervenção cirúrgica é um dos principais motivos de preocupação do cirurgião, dado que este estreitamento pode desencadear outras complicações como é o caso da Apneia Obstrutiva do Sono.^(6-8,11,16-20)



Figura 1 – Ilustração representativa da Osteotomia Le Fort I

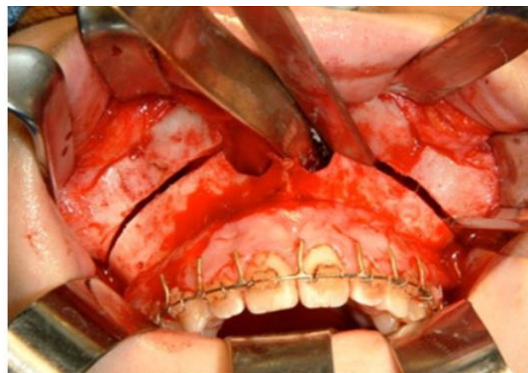


Figura 2 – Cirurgia com Osteotomia Le Fort I

A quantidade e direção dos movimentos alteram o tipo de repercussão nas vias aéreas superiores, uma vez que a mandíbula, a base da língua, o osso hióide e as paredes faríngeas encontram-se intimamente relacionados a partir de ligamentos e inserções musculares (Figura 3). Desta forma, o avanço da maxila e/ou da mandíbula culmina no aumento do volume das vias aéreas superiores e, o recuo mandibular isolado produz o efeito oposto, ou seja, pode conduzir ao estreitamento das vias aéreas superiores.^(8,16-19)

A literatura não é consensual na duração destas alterações, existindo alguns estudos que sugerem que as alterações tendem a piorar ao longo do tempo.⁽¹⁷⁾ Por outro lado, outros estudos advogam que a cirurgia ortognática não provoca qualquer tipo de alterações nas vias aéreas.⁽⁸⁾

Diversos estudos têm vindo a descrever as alterações anatómicas das vias aéreas superiores resultantes dos procedimentos cirúrgicos^(1,6,7,8,11,12,14,16-24), demonstrando os resultados *in vivo* através de telerradiografias de perfil, ortopantomografias, tomografias computadorizadas (TC) e ressonâncias magnéticas.

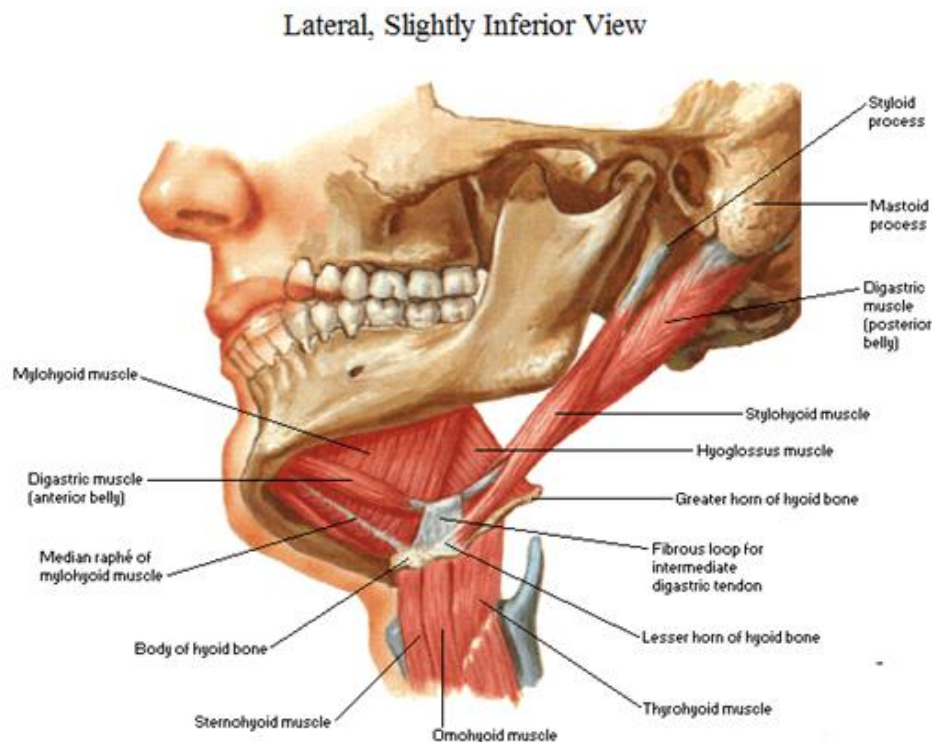


Figura 3 – Ilustração anatómica com a representação dos ligamentos e músculos da região inferior do maxilar

A telerradiografia de perfil da face e a ortopantomografia são os exames complementares de diagnóstico mais utilizados, mas apresentam erros inerentes à representação bidimensional de estruturas tridimensionais, possibilitando a distorção, ampliações e sobreposição de estruturas anatómicas. Estes fatores influenciam a interpretação e mensuração de estruturas, principalmente no cálculo da área e do volume transversal, produzindo uma baixa reprodutibilidade em estruturas anatómicas, como o seio maxilar e o septo nasal.⁽²⁵⁾ Em contrapartida, a TC e a ressonância magnética permitem a representação da morfologia tridimensional das vias aéreas superiores, bases ósseas e restantes estruturas craniofaciais. As limitações destas técnicas estão relacionadas com a alta dose de radiação (no caso da TC), custo elevado e acessibilidade restrita. Com o intuito de superar as limitações supracitadas, surgiu a tomografia computadorizada de feixe cônico (do inglês *Cone-beam computed tomography* – CBCT), uma vez que apresenta doses inferiores de radiação, boa resolução e melhor custo-benefício do que a TC. Esta técnica radiográfica é considerada uma alternativa válida à TC para avaliação das estruturas da cabeça e do pescoço, apesar de não permitir a discriminação dos tecidos moles. Não obstante, permite determinar os limites entre os tecidos moles e os espaços vazios (ar), sendo uma técnica cada vez mais utilizada para avaliar os seios maxilares.⁽²⁵⁻²⁷⁾

Vários estudos sugerem que alterações no seio maxilar após osteotomia Le Fort I são inevitáveis.^(13,16,22) Atualmente, poucos são os que documentam o impacto que a osteotomia Le Fort I pode desencadear nas medidas tridimensionais das vias aéreas nasofaríngeas e, em particular, nos seios maxilares.⁽¹⁵⁾

O seio maxilar foi primariamente descrito por Leonardo Da Vinci, em 1489. Posteriormente, em 1651, o anatomista inglês Nathaniel Highmore descreveu o seio maxilar como o maior e o primeiro a ser desenvolvido dos seios paranasais, em combinação com o seio etmoidal, seio esfenoidal e seios frontais.⁽²⁶⁻²⁸⁾ O seio maxilar, conhecido por Antro de Highmore, é constituído por ar e localiza-se ao nível do osso maxilar, sendo o seu limite inferior o processo alveolar da maxila. A sua formação inicia-se à décima sétima semana de vida intrauterina. Ao nascimento, é uma fenda rudimentar composta por ar ou cheia de líquido, sendo mais longa no sentido ântero-posterior e localizando-se numa posição inframedial à órbita. A sua opacificação parcial ou completa nos primeiros anos de vida é considerada normal. Posteriormente, o seu desenvolvimento e crescimento é proporcional ao crescimento dos ossos da face, registando-se três fases distintas: 1) nos primeiros 3 anos de vida, o seio tende a estender-se lateralmente ao canal infraorbitário; 2) entre os 6 e os 12 anos, estende-se

lateralmente ao processo zigomático da maxila e inferiormente a nível do palato duro, aos 9 anos de idade; 3) pneumatização do alvéolo maxilar, com a erupção dos molares e pré-molares definitivos, deslocando o pavimento do seio 4 a 5mm abaixo do pavimento da cavidade nasal. Histologicamente, o nariz e os seios são revestidos por um epitélio ciliado pseudoestratificado (epitélio respiratório) com numerosas células caliciformes suportadas por uma lâmina própria vascular, que contém serosa, glândulas mucosas e numerosas vénulas de paredes finas. A mucosa, constituída pelo epitélio e a lâmina própria, está ligada ao periosteio subjacente, formando a membrana de Schneider.^(26,27) Radiograficamente, a mucosa normal do seio maxilar apresenta-se fina e com uma densidade de tecido mole periférico, localizada nas paredes internas do seio.^(26,27,29) A maioria dos autores defende que uma mucosa com mais de 2-3 mm de espessura apresenta patologia.⁽²⁶⁾ Por outro lado, é reconhecido que a espessura da mucosa no género masculino é mais espessa do que no género feminino e, em ambos os géneros, a espessura da mucosa diminui de anterior para posterior.⁽²⁹⁾ O espessamento da mucosa na porção inferior do seio maxilar é frequentemente provocada pela presença de uma patologia dentária ou intervenção cirúrgica. Relativamente ao aspeto ósseo radiográfico, o seio maxilar apresenta-se como uma cavidade de aspeto piramidal delimitada por 6 paredes: superior, anterior, lateral, medial, posterior e inferior, sendo estas duas últimas mais estreitas (Figura 4). No que diz respeito ao seu volume, presume-se que, em média, possuam um volume entre 11000 a 18000 mm^3 , podendo surgir alguma variação entre géneros.^(26, 27)

Os seios paranasais apresentam as seguintes funções estruturais: redução do peso do crânio; proteção das estruturas orbitárias e intracranianas em situações de trauma, absorvendo parte do impacto; e, contribuição para o desenvolvimento e crescimento facial. A nível funcional, os seios participam na ressonância da voz e no condicionamento do ar inspirado, sendo responsáveis pelo aquecimento e humedificação. Além disso, contribuem para a secreção mucosa, promovem o isolamento térmico do encéfalo, equilibram a pressão na cavidade nasal durante as variações barométricas (como o que acontece durante o ato de espirrar e em mudanças bruscas de altitude) e, coadjuvam a função olfativa. Whyte *et al.* descrevem que os seios paranasais podem ter um papel fisiológico e estrutural na produção e armazenamento de óxido nítrico, fazendo parte do mecanismo de defesa das vias aéreas.⁽²⁶⁾

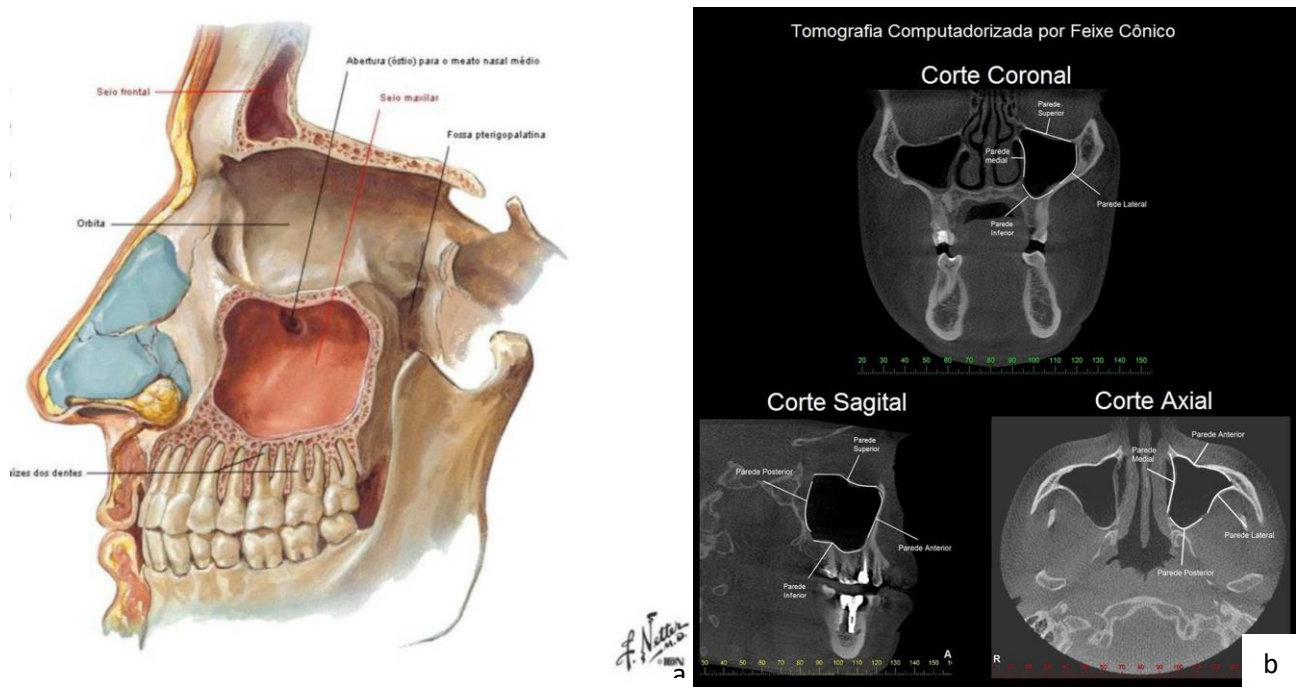


Figura 4 – Seio maxilar. a) Ilustração anatômica do seio maxilar; b) Representação radiográfica do seio, nos três planos do espaço.

Uma das alterações que pode surgir no seio maxilar após a cirurgia ortognática é a sinusite, embora seja relatada uma baixa incidência.^(10,21,22) A sinusite corresponde a um processo inflamatório da mucosa dos seios paranasais. Os sintomas associados a esta patologia incluem a presença de congestão nasal, gotejamento nasal posterior, pressão na área sinusal, cefaleia e mal-estar geral. O diagnóstico de sinusite não pode ser realizado exclusivamente com base nos sintomas, pois estes não são patognomônicos e, além disso, os sintomas clínicos variam de acordo com a duração do período de acompanhamento. A cirurgia Le Fort I pode desencadear mudanças no mecanismo de clearance do seio maxilar bem como a formação e retenção de coágulos sanguíneos na cavidade sinusal, infecções secundárias iatrogênicas decorrentes da cirurgia, isquemia dos tecidos, falha na vascularização, presença de detritos nos seios ou, até mesmo, presença de corpos estranhos que podem levar ao aparecimento de sinusite. A retenção de coágulos sanguíneos no seio maxilar é a causa mais prevalente imediatamente após a cirurgia, sobretudo no 1º mês pós-operatório. De ressaltar que a prescrição antibiótica administrada após a cirurgia ortognática permite combater a ocorrência de altas taxas de incidência de sinusite, como é exposto em vários estudos.^(14,21) Não obstante, e apesar da incidência desta patologia ser reduzida, diversos estudos sugerem que a osteotomia Le Fort I provoca alterações inevitáveis nos seios maxilares e, ainda que não se

desenvolva sempre um quadro clínico de sinusite, as alterações mucosas permanecem visíveis radiograficamente.^(8, 13,16,22)

Objetivos

Os objetivos a alcançar neste trabalho são:

1. Avaliar a variação do volume dos seios maxilares em doentes submetidos a tratamento ortodôntico-cirúrgico;
2. Avaliar o efeito da idade e do género no volume dos seios maxilares;
3. Adquirir conhecimentos sobre o impacto da cirurgia ortognática nos seios maxilares por forma a otimizar a informação fornecida aos pacientes.

2. Materiais e Métodos

2.1 Desenho do estudo e seleção dos participantes

Para a realização deste estudo retrospectivo longitudinal, recorreu-se ao arquivo imagiológico do Instituto de Ortodontia da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra. Os casos clínicos analisados foram tratados por Médicos Dentistas e/ou Médicos Estomatologistas que frequentavam a pós-graduação de Ortodontia, tendo sido supervisionados por Médicos Dentistas especialistas em Ortodontia pela Ordem dos Médicos Dentistas e docentes do Instituto de Ortodontia. A seleção da amostra teve em conta os critérios de inclusão e exclusão apresentados na tabela 2.

Tabela 2 – Critérios de inclusão e exclusão aplicados na seleção da amostra de estudo

Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
Doentes ortodôntico-cirúrgicos, submetidos a cirurgia ortognática com osteotomia Le Fort I	Doentes síndrómicos ou com anomalias craniofaciais
Doentes com CBCT pré-operatório e pós-operatório com pelo menos 8 meses	Doentes sujeitos a outras cirurgias ortognáticas prévias
Cirurgia ortognática realizada entre Janeiro de 2016 e Março de 2019	Doentes com perda de peças dentárias na arcada superior
Indivíduos com idades superiores a 18 anos	Presença de processos patológicos nos seios maxilares
	Artefactos nas imagens dos seios maxilares
	Falta de dados médicos (por exemplo, informação relativa ao tipo de cirurgia)

Este estudo foi realizado de acordo com a Declaração de Helsínquia e foi aprovado pelo Comitê de Ética da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra. Todos os indivíduos deram o seu consentimento informado antes da sua participação no estudo

2.2. Mensuração do volume do seio maxilar

O CBCT foi realizado através de um scanner i-CAT Vision (Imaging Sciences International, Hatfield, Pensilvânia, EUA) por um profissional calibrado para a realização deste exame. O doente é instruído a posicionar-se na posição natural da cabeça. O aparelho de raios-x é calibrado com os seguintes parâmetros da imagem: 120 kVp, 5mA, tempo de varredura 4

segundos com uma espessura de camada axial de 1mm, campo de visão de 16 x 10 cm e tamanho de voxel de 0,3 mm³. Os dados obtidos foram guardados e armazenados sob o formato Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM). Os volumes dos seios maxilares direito e esquerdo de 19 indivíduos foram posteriormente medidos e analisados recorrendo a um *software* tridimensional (ITK-SNAP, versão 3.8.0., National Library of Medicine, EUA). As medições foram realizadas de acordo com o método de segmentação semiautomática⁽²⁹⁾, pela seguinte ordem:

- A) Identificação da região de interesse (ROI), e orientação nos três planos de referência (sagital, coronal e axial) (Figuras 5 e 6);
- B) Definição dos parâmetros para proceder à segmentação do seio maxilar. Neste estudo, foi considerado um limiar de escala no intervalo de -100 a -150 unidades de Hounsfield. Este limiar permitiu identificar a parte interna e o osso externo do seio maxilar (Figura 7);
- C) Colocação de “bolhas de expansão” na superfície interna do seio maxilar (Figura 8);
- D) Estabelecimento dos contornos ativos e eliminação das conexões anatómicas entre o seio maxilar e as cavidades nasais e paranasais. Para este procedimento, procedeu-se à expansão da bolha, de modo a alcançar o preenchimento tridimensional do seio maxilar (Figuras 9 e 10);
- E) O software reúne todos os cortes e gera uma imagem da qual o *software* pode calcular automaticamente o volume do seio maxilar, em milímetros cúbicos. (Figura 11).

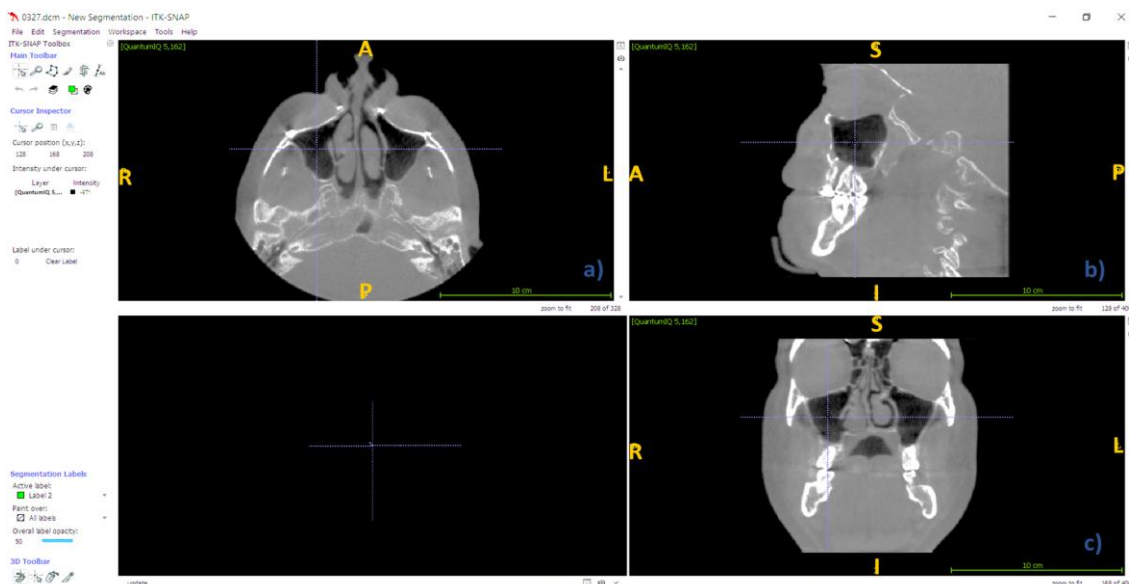


Figura 5 – Identificação da região de interesse (seio maxilar direito e esquerdo) nos três planos do espaço: a) axial; b) sagital; c) coronal. A: anterior; P: posterior; R: direita; L: esquerda; S: superior; I: inferior.

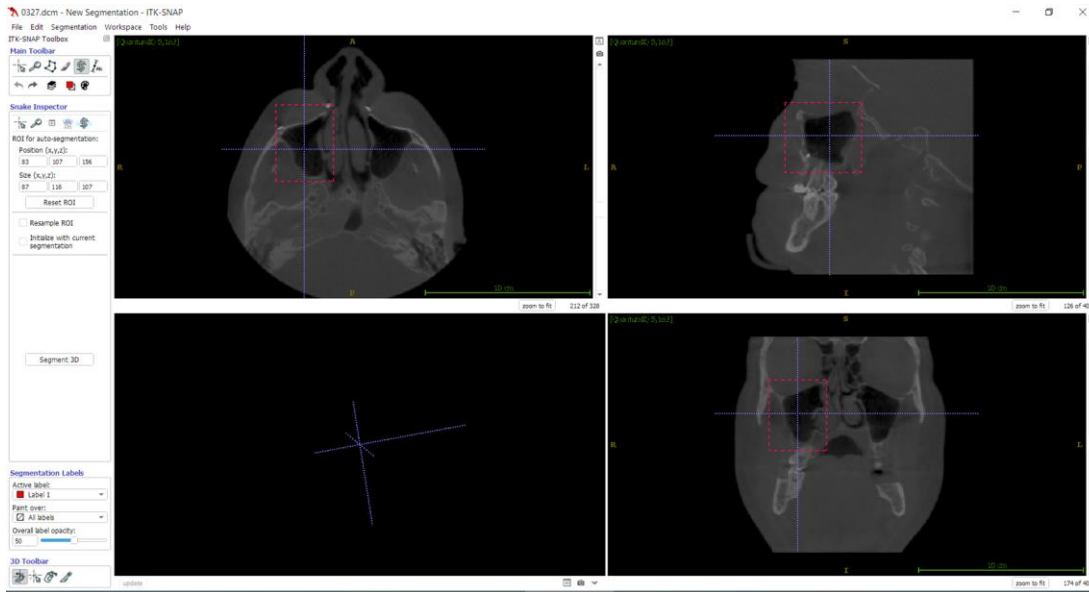


Figura 6— Seleção da região de interesse. No exemplo, é a linha tracejada a vermelho no seio maxilar direito.

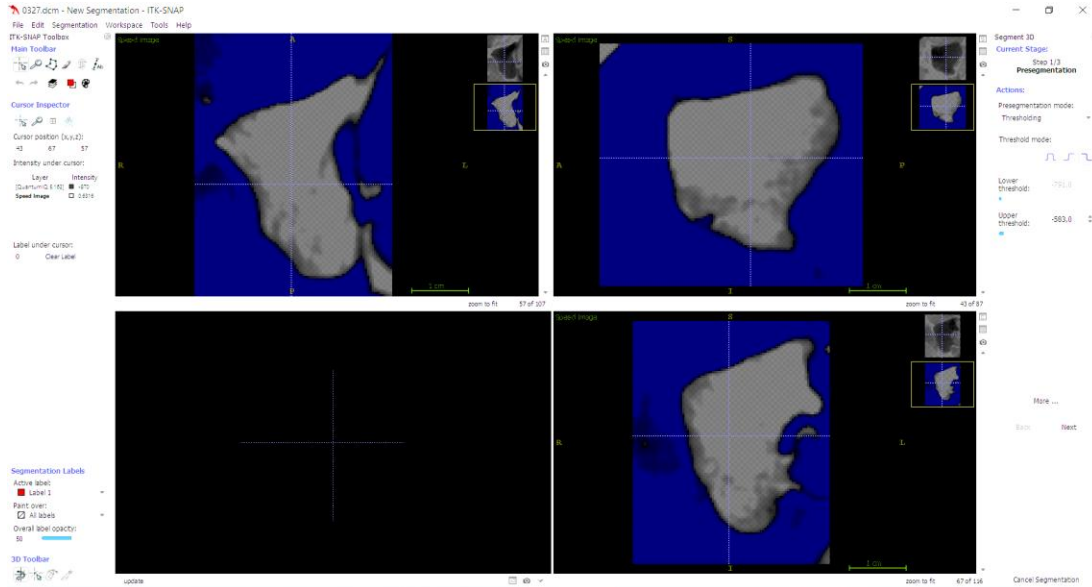


Figura 7 – Definição dos parâmetros para proceder à segmentação do seio maxilar. Na imagem pode ser observada a segmentação do seio maxilar direito.

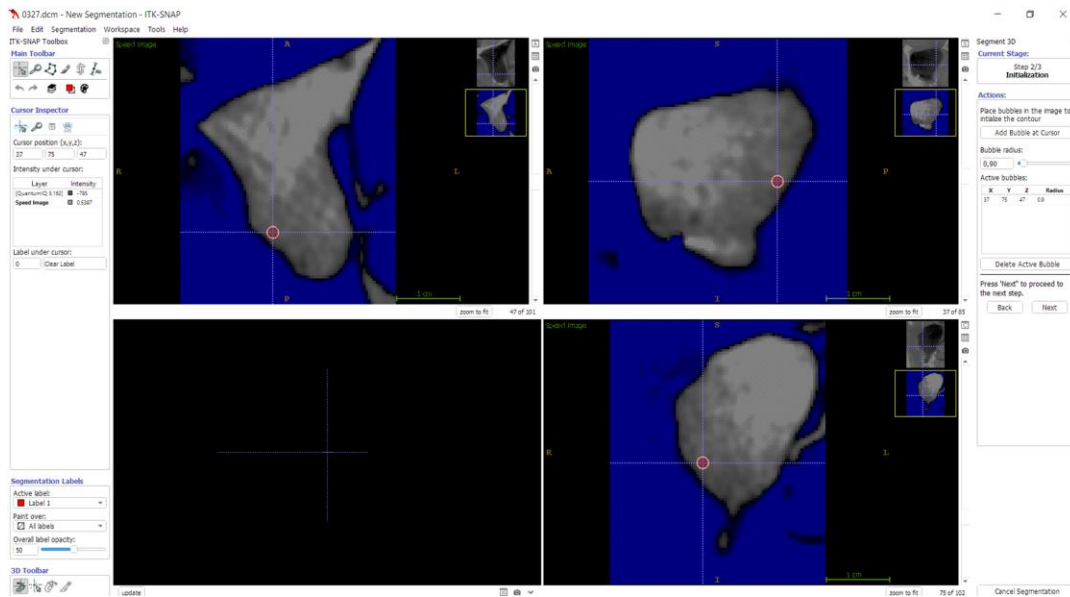


Figura 8 – Bolhas de expansão adicionadas ao seio maxilar (a vermelho na imagem).

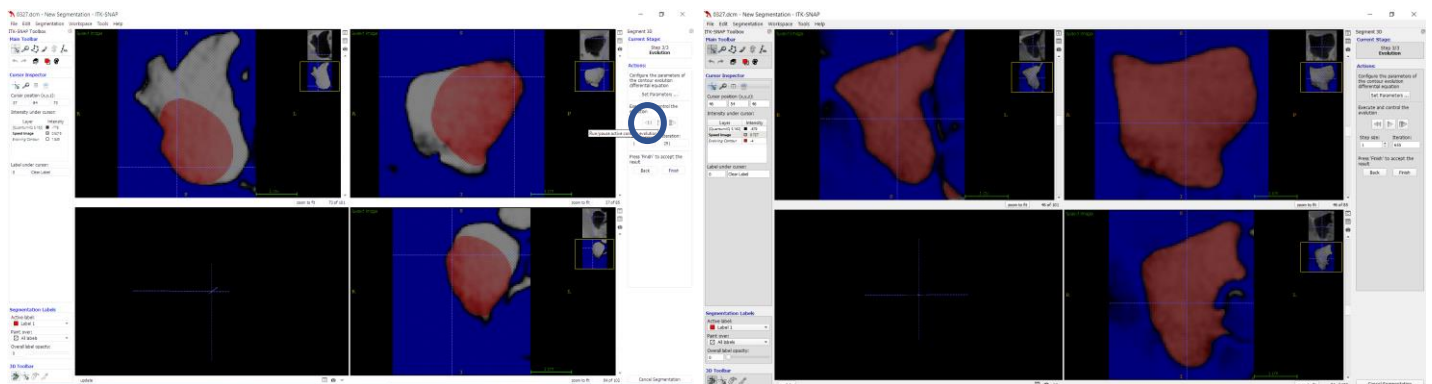


Figura 9 – Expansão das bolhas de expansão. A delimitação é realizada através do controlo da ferramenta do software (círculo azul na figura da esquerda).

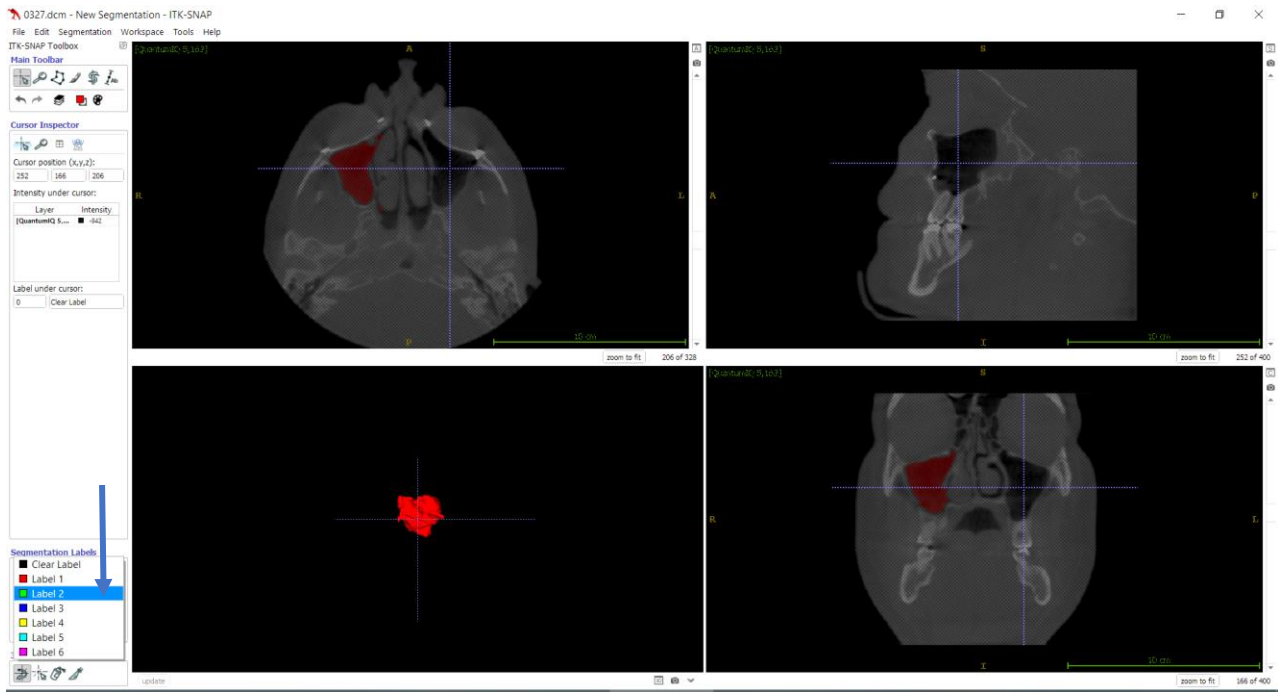


Figura 10 – Para a mensuração do seio contralateral, o operador deve efetuar os mesmos procedimentos, selecionando outra cor (seta azul).

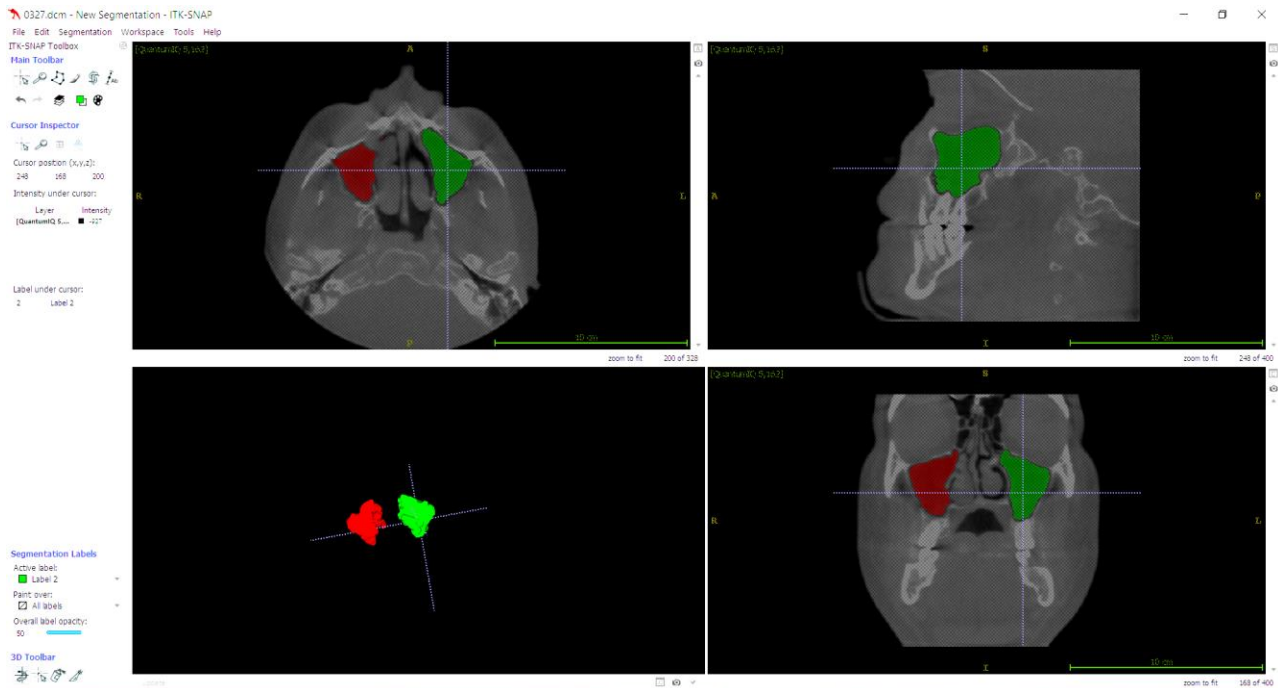


Figura 11 – Obtenção do volume e representação tridimensional de ambos os seios maxilares

Para cada doente foram recolhidos dois CBCT do arquivo imagiológico do Instituto de Ortodontia, sendo T0 o CBCT pré-operatório, realizado 2 semanas antes da cirurgia ortognática, e T1 o CBCT pós-operatório realizado no período não inferior a 8 meses. A medição foi realizada para o seio maxilar direito e esquerdo, de forma independente. Assim, no total, foram obtidas quatro medições por doente. Não houve limite de tempo na observação dos casos.

2.3 Variáveis no estudo

As informações extraídas de cada indivíduo incluíram: género; data da realização dos CBCT; volume do seio maxilar direito e esquerdo pré e pós-operatório; e, classificação da cirurgia (bimaxilar ou unimaxilar).

Todas as medições foram avaliadas pelo mesmo investigador. Por forma a avaliar a concordância, o investigador repetiu as medições um mês após da primeira observação.

2.4 Análise estatística

A análise estatística dos dados foi realizada no Statistical Package for the Social Sciences, versão 24.0 para Windows (SPSS Inc., Chicago, Illinois, EUA). Adotou-se um nível de significância estatística de 0,05. Os resultados dos volumes pré e pós operatório dos seios maxilares são apresentados sob a forma de média e desvio padrão (DP) mínimo e máximo. A diferença entre os volumes também foi descrita com recurso às mesmas estatísticas. A análise do efeito do tratamento ortodôntico-cirúrgico no volume dos seios maxilares foi realizada pelo teste t-Student para amostras emparelhadas, após se ter verificado a normalidade das variáveis por intermédio do teste de Shapiro-Wilk. A correlação entre os volumes pré e pós-operatório foi analisada através do coeficiente de correlação de Pearson. De modo a explorar as possíveis diferenças entre géneros, recorreu-se ao teste t-Student para amostras independentes.

A concordância intraoperador foi avaliada pelo coeficiente de intra-classe (ICC) e graficamente pelo gráfico de Bland-Altman.

3. Resultados

De seguida, são apresentados os resultados obtidos. Primeiramente, apresenta-se uma descrição gráfica da forma como foi obtida a amostra e, posteriormente, uma descrição sumária dos mesmos.

3.1 Caracterização da amostra

A fig. 12 mostra um diagrama de fluxo representativo da seleção da amostra. A amostra integrou indivíduos submetidos a osteotomia Le Fort I, no período de tempo compreendido entre Janeiro de 2016 e Março de 2019. A amostra final englobou 19 doentes, 8 indivíduos do género masculino e 11 do género feminino.

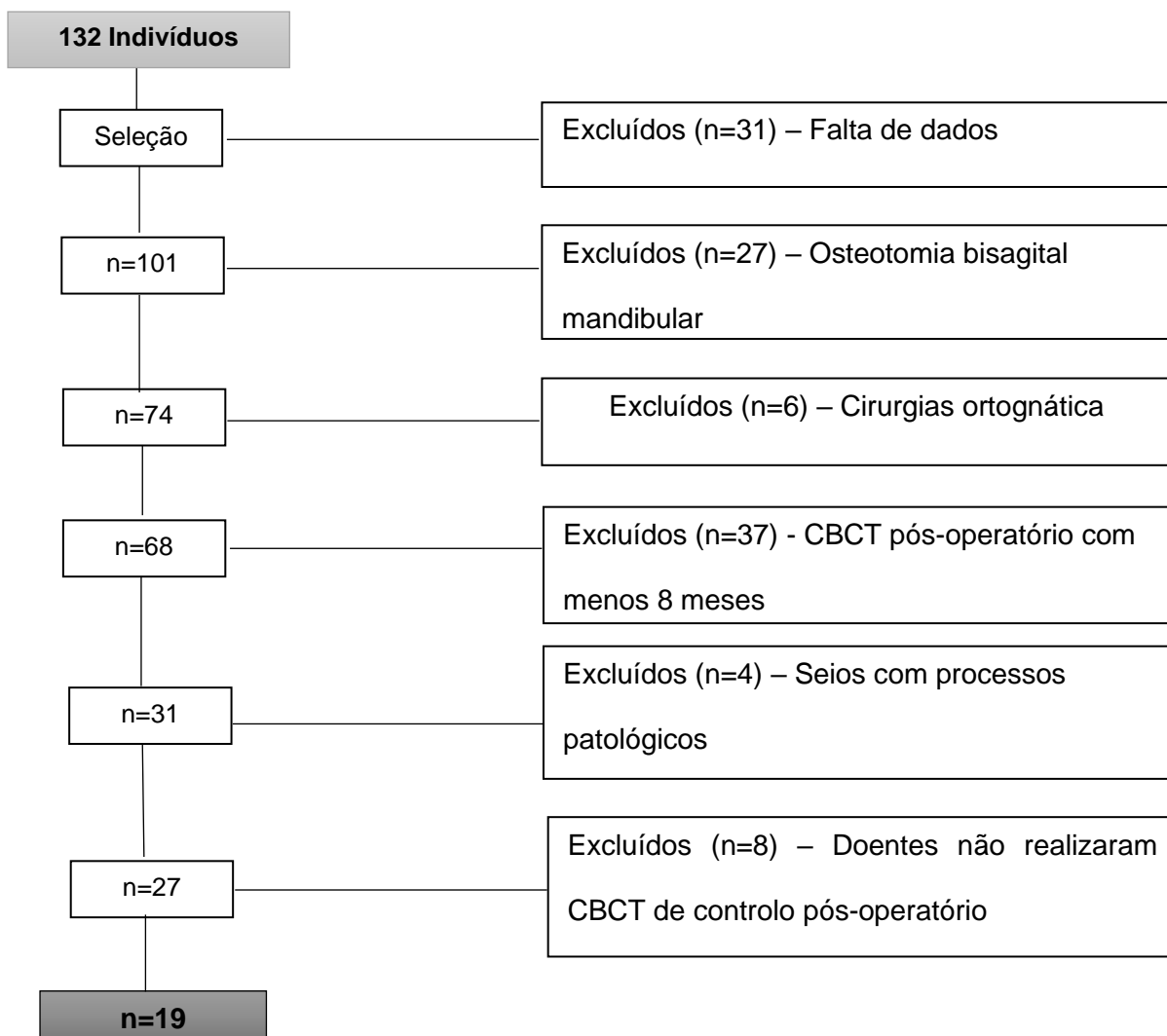


Figura 12 – Diagrama de fluxo representativo da seleção da amostra

3.2 Análise Volumétrica

As diferenças volumétricas entre o volume pré e pós-operatório dos seios maxilares, direito e esquerdo, são apresentadas na Tabela 3. Quanto ao seio maxilar direito, a média do volume pré-operatório foi $11514.6 \pm 3818.4 \text{ mm}^3$ e do pós-operatório correspondeu a $10947.2 \pm 4548.2 \text{ mm}^3$, sem diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$). No que concerne ao seio maxilar esquerdo, a média do volume pré e pós-operatório foi de $12763.1 \pm 3844.4 \text{ mm}^3$ e $12164.6 \pm 4870.4 \text{ mm}^3$ respectivamente, sem diferenças estatisticamente significativa ($p > 0,05$).

Nos gráficos de dispersão (Figuras 13 e 14), observamos que não existe uma correlação significativa entre os volumes dos seios maxilares antes e após a cirurgia Le Fort I. Não obstante, os coeficientes de correlação apontam para uma correlação positiva fraca (Tabela 4).

Tabela 3 – Estatística do volume pré e pós-operatório de ambos os seios maxilares

Lado	Estatística	pré-operatório	pós-operatório	diferença	p
direito	média	11514.6	10947.2	-567.5	0.631
	desvio-padrão	3818.4	4548.2	5055.9	
	mínimo	4882	4036	-11704.0	
	máximo	17220	22140	5510.0	
esquerdo	média	12763.1	12164.6	-598.5	0.640
	desvio-padrão	3844.4	4870.4	5481.3	
	mínimo	6245	1946	-11101.0	
	máximo	20290	22320	11130.0	

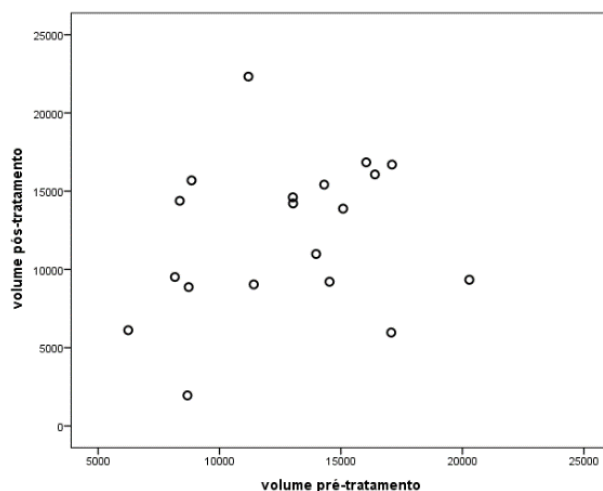


Figura 13- Gráfico de dispersão do seio maxilar esquerdo

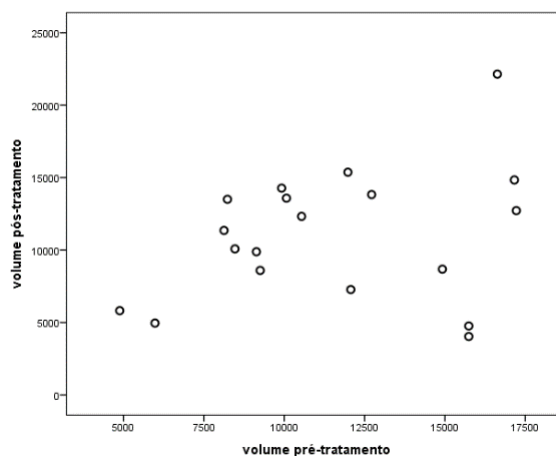


Figura 14 – Gráfico de dispersão do seio maxilar direito

Tabela 4 – Correlação entre os volumes pré e pós-operatório de ambos os seios maxilares

	coeficiente correlação	p
esquerdo	0.226	0.353
direito	0.279	0.247

3.3 Análise do género

No que diz respeito à análise do efeito do género no volume dos seios maxilares, os valores estão representados na Tabela 5.

No género masculino, a média do volume do seio maxilar direito antes e após a cirurgia foi de $12009.9 \pm 3323.9 \text{ mm}^3$ e $14249.0 \pm 3797.5 \text{ mm}^3$, respetivamente. Os valores para o seio maxilar direito foram estatisticamente significativos ($p < 0,05$). Contrariamente ao seio direito, o volume do seio esquerdo foi $13358.5 \pm 4101.9 \text{ mm}^3$ no pré-operatório e $13973.0 \pm 4631.3 \text{ mm}^3$ no pós-operatório, sem diferenças estatisticamente significativa.

Relativamente ao género feminino, não se verificaram diferenças estatisticamente significativas para ambos os seios maxilares ($p > 0,005$). O volume do seio maxilar direito no pré-operatório foi $11154.5 \pm 4262.8 \text{ mm}^3$ e no pós-operatório correspondeu a $8545.8 \pm 3475.0 \text{ mm}^3$. Quanto ao seio maxilar esquerdo, a média no pré-operatório foi $12330.0 \pm 3786.2 \text{ mm}^3$ e no pós-operatório $10849.4 \pm 4812.8 \text{ mm}^3$.

Nas duas últimas linhas da Tabela 5, são apresentados os valores p para a comparação do volume de ambos os seios maxilares entre os gêneros e período pré e pós-operatório. Verifica-se que o seio maxilar direito, no período pós-operatório, é o que apresenta diferenças estatisticamente significativas relativamente à diferença entre gêneros ($p < 0,05$).

A potência atingida na comparação de ambos os seios antes e após cirurgia foi calculada através do *software* G*Power 3.1.9.2. O valor obtido foi de 8%.

Tabela 5 – Comparação dos volumes pré e pós-operatório dos seios maxilares, de acordo com o gênero

Masculino (8)					
Lado	Estatística	pré-tratamento	pós-tratamento	diferença	p
direito	média	12009.9	14249.0	2239.1	0.037
	desvio-padrão	3323.9	3797.5	2472.0	
	mínimo	8465	9882	-2320.0	
	máximo	17160	22140	5510.0	
esquerdo	média	13358.5	13973.0	614.5	0.778
	desvio-padrão	4101.9	4631.3	5 943.4	
	mínimo	8164	8869	-10949.0	
	máximo	20290	22320	11130.0	
Feminino (11)					
Lado	Estatística	pré-tratamento	pós-tratamento	diferença	p
direito	média	11154.5	8545.8	-2608.6	0.150
	desvio-padrão	4262.8	3475.0	5554.3	
	mínimo	4882	4036	-11704.0	
	máximo	17220	13500	5267.0	
esquerdo	média	12 330.0	10 849.4	-1 480.6	0.370
	desvio-padrão	3786.2	4812.8	5226.8	
	mínimo	6245	1946	-11101.0	
	máximo	17100	16700	6840.0	
p (direito)		0.643	0.003		
p (esquerdo)		0.580	0.174		

3.4 Análise da concordância intraoperador

O ICC obtido correspondeu a 0.974, indicando uma concordância muito forte entre as medições. O gráfico de Bland-Altman apresenta a variação entre as medições (Figura 15).

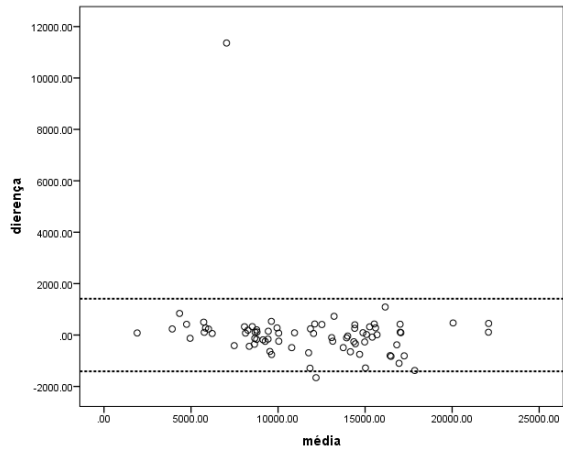


Figura 15 – Gráfico de Bland-Altman, que representa a variação entre as medidas obtidas pelo mesmo operador

4. Discussão

A literatura tem descrito alterações anatómicas das vias aéreas superiores resultantes de procedimentos cirúrgicos.^(1,6-8,11-12,14,16-24) O seio maxilar pode ser afetado pela osteotomia Le Fort I, uma vez que este está incluído na linha de osteotomia.^(7,12,15)

O presente trabalho pretende avaliar o impacto do tratamento ortodôntico-cirúrgico no volume dos seios maxilares. Por outro lado, procura-se saber se o género tem influência no volume dos seios.

Os resultados obtidos sugerem que o tratamento ortodôntico-cirúrgico não provoca alterações significativas no seio direito ($p=0,631$), nem no seio esquerdo ($p=0,640$). No entanto, os dados obtidos não estão de acordo com o estudo de Nocini *et al.*⁽²¹⁾ Estes autores elaboraram um estudo, no qual incluíram 64 doentes (40 com classe III esquelética; 24 classe II esquelética), submetidos a cirurgia ortognática de avanço com/sem impactação maxilar, envolvendo a osteotomia Le Fort I. Neste estudo, a análise dos CBCT pré e pós-operatórios, demonstrou que 9% dos seios maxilares apresentaram um aumento de volume e 91% apresentaram uma diminuição do volume de ar. A redução média correspondeu a 27% do volume pré-operatório. Os autores concluíram que a diminuição do volume sinusal pode ser explicada pelos movimentos sagitais de avanço que podem provocar uma modificação na parede posterior do seio maxilar, alterando a morfologia da cavidade sinusal. Por outro lado, a impactação associada ao avanço sagital, potencia a diminuição do volume sinusal, uma vez que reduz a altura das paredes do seio. Estudos de Almuzian *et al.* e Faur *et al.* também descreveram a ocorrência de redução volumétrica sinusal após cirurgia ortognática. A discrepância dos resultados entre estudos pode estar relacionada com a seleção da amostra, uma vez que esses não são homogêneos na escolha da tipologia da classe esquelética, na quantidade e direção dos movimentos esqueléticos, na forma de execução da técnica, e na idade e género do doente.⁽⁷⁻⁸⁾ Ainda assim, alguns autores referem uma fraca correlação entre as alterações volumétricas nos diferentes níveis da via aérea e o tipo e magnitude dos movimentos cirúrgicos.^(7,16)

No que concerne à avaliação do impacto do género no volume dos seios maxilares, verifica-se que no género masculino, o seio maxilar direito aumenta de tamanho após a osteotomia Le Fort I ($p<0,05$), contrariamente ao que acontece no seio esquerdo, onde não se registam alterações estatisticamente significativas. No género feminino, não se verificam diferenças no

volume de ambos os seios maxilares antes e após cirurgia ortognática. Relativamente às diferenças entre géneros no período pré e pós-operatório, verifica-se que o volume de ambos os seios é similar no período pré-operatório, mas há diferenças no seio direito no período pós-operatório ($p=0,003$). O género masculino apresenta um volume de seio maxilar direito maior do que o género feminino, no período pós-operatório. Estes resultados contrariam as conclusões de Panou *et al.*⁽¹⁶⁾, que descreveram a existência de uma redução volumétrica sinusal, estatisticamente significativa no género masculino, em doentes ortodôntico-cirúrgicos com classe III esquelética. Os dados obtidos por este autor podem ter sido influenciados pelo período de *follow-up* escolhido (aproximadamente 4 meses). Baeg *et al.* verificaram que a presença de alterações patológicas nos seios maxilares permanece, pelo menos, 6 meses após a cirurgia ortognática, pois a recuperação do seio maxilar é lenta e, por vezes, irreversível.⁽¹²⁾ No presente estudo, por forma a mitigar o período de recuperação do seio maxilar, as alterações volumétricas pós-operatórias foram avaliadas após um intervalo de tempo não inferior a 8 meses.

O exame radiográfico é uma ferramenta crucial para avaliação do seio maxilar, uma vez que fornece informações essenciais ao diagnóstico de condições patológicas. As radiografias bidimensionais, como a ortopantomografia e a telerradiografia de perfil, apresentam como principal limitação a análise bidimensional de estruturas tridimensionais e, embora sejam exames de rotina na Ortodontia, não permitem o estudo volumétrico das estruturas anatómicas. Assim, o CBCT apresenta-se como uma ferramenta ideal para o diagnóstico do volume dos seios maxilares, sobretudo devido à baixa dose de radiação e, tem vindo a ser o método de escolha em diversos estudos clínicos.^(7,12,16,21) De considerar que a amostra deste estudo foi recolhida no Instituto de Ortodontia da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra, no qual o controlo pós-cirúrgico radiográfico é realizado através do CBCT, logo a realização deste estudo não acarretou a exposição dos doentes a doses adicionais de radiação.

Um dos pontos fortes deste estudo centra-se na escolha do *software* tridimensional (ITK-SNAP, versão 3.8.0., National Library of Medicine, EUA) para a medição dos volumes de ambos os seios, dado que tanto o *software* como o método de medição, por segmentação semiautomática, já foram validados por diversos autores.^(7,24) Faur *et al.* compararam dois métodos de medição - medição do volume rinossinusal total e do volume de ambos os seios maxilares individualmente - tendo verificado que a segmentação individual das estruturas das vias aéreas permite uma melhor compreensão das alterações do volume dos seios maxilares e da fossa nasal, após cirurgia ortognática com osteotomia Le Fort I.⁽²⁴⁾

Este estudo apresenta diversos pontos positivos, que importa relevar:

- 1) É o primeiro estudo na população portuguesa que avalia o volume dos seios maxilares em doentes ortodôntico-cirúrgicos;
- 2) Os resultados obtidos permitem acautelar a introdução de viés nos desenhos de estudos futuros. Por exemplo, o follow up deve ser realizado após 6 meses da cirurgia;
- 3) Reforça a necessidade de estudar o volume dos seios maxilares aquando do planeamento ortodôntico-cirúrgico, principalmente em doentes com dificuldades respiratórias nas vias aéreas superiores.

Não obstante, este estudo apresenta também algumas limitações, nomeadamente em relação às diferenças na quantidade e na direção dos movimentos cirúrgicos, uma vez que alguns doentes que integraram o estudo foram submetidos a cirurgia Le Fort I em combinação com impactação maxilar. O movimento cirúrgico em mais do que um plano do espaço vai inevitavelmente traduzir-se numa alteração do volume do seio, o que explica o valor da potência atingida (8%). Neste sentido, estudos futuros devem incluir uma amostra maior, por forma a atingir uma potência superior, o que permitirá a avaliação dos nossos resultados com mais robustez. De salientar que, face à pandemia mundial COVID-19, o encerramento das instituições de ensino e serviços de saúde impossibilitou a aquisição de alguns doentes. Considera-se ainda que a principal limitação deste estudo é a sua natureza retrospectiva, a qual não permite um controlo total sobre todos os detalhes.

Futuramente, os estudos devem incluir uma avaliação pós-operatória com um mínimo de 6 meses, de modo a permitir a recuperação do seio maxilar, evitando os efeitos decorrentes do pós-operatório imediato, como o edema. A seleção da amostra dos futuros estudos deve ser mais homogénea, principalmente na escolha da tipologia da cirurgia, na quantidade e direção dos movimentos esqueléticos e na idade e género do doente, uma vez que estes fatores podem alterar o volume do seio maxilar. Por fim, poderá ser relevante avaliar se existem outras variáveis que possam alterar o volume dos seios maxilares, como a classe esquelética.

5. Conclusão

O impacto da Osteotomia Le Fort I nas vias aéreas superiores, particularmente ao nível dos seios maxilares, é um tema controverso na literatura. Alguns estudos demonstraram uma redução do volume sinusal após a cirurgia ortognática. Contudo, o presente estudo não encontrou diferenças estatisticamente significativas entre o volume dos seios maxilares. Relativamente ao género, apenas o género masculino obteve um aumento do volume do seio maxilar direito no pós-operatório.

O nosso estudo é pioneiro na população portuguesa e reforça a necessidade de um planeamento ortodôntico-cirúrgico adequado, bem como um controlo clínico e radiográfico rigoroso, especialmente em doentes com patologia nas vias aéreas superiores. O CBCT deve ser utilizado como uma ferramenta de diagnóstico e de *follow up* na avaliação do volume dos seios maxilares.

Estudos futuros deverão integrar uma amostra maior com uma seleção de doentes mais homogéneos, por forma a realizar a extrapolação dos resultados com mais robustez. A avaliação sinusal no pós-operatório deve ser realizada após seis meses.

6. Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço ao Prof. Doutor Francisco do Vale e à Prof. Doutora Maria João Rodrigues, pela orientação neste trabalho. Um agradecimento especial à Mestre Dr^a. Inês Francisco, por toda a dedicação, empenho, paciência e ajuda.

Ao Prof. Doutor Francisco Caramelo, pela sua contribuição para a realização deste estudo.

A todos os docentes e não docentes do Mestrado Integrado em Medicina Dentária, por terem contribuído para o meu enriquecimento pessoal e académico.

Ao Instituto de Ortodontia da FMUC, por me ter permitido a realização deste trabalho.

À Dra. Raquel Travassos, por toda a disponibilidade e carinho demonstrados.

À Sara, minha binómia e grande amiga de longa data, por me ter acompanhado e apoiado em todos os momentos. À Sabrina, por ter estado sempre presente ao longo destes cinco anos. À Mariana e ao João, pelo companheirismo e amizade. À Mafalda, por todo o apoio, partilha e amizade, pela força, por todas as memórias. A todos eles, obrigada por todas as gargalhadas e lágrimas partilhadas.

A todos os que, de uma maneira ou de outra, fizeram parte deste percurso.

Aos meus pais, porque sem eles nada disto seria possível. Por todo o orgulho que tenho neles. Obrigada por todo o esforço e amor.

À minha irmã, por estar sempre presente e pelo apoio incondicional. Por me fazer acreditar e lutar.

À Benedita, por ser a alegria da minha vida. Ao Gonçalo, por ter acompanhado todo o meu percurso.

Aos meus avós, por toda a preocupação e amor. A toda a restante família e amigos.

7. Referências Bibliográficas

1. Cakirer B, Kucukkeles N, Nevzatoglu S, Koldas T. Sagittal airway changes: rapid palatal expansion versus Le Fort I osteotomy during maxillary protraction. *Eur J Orthod.* 2012;34(3):381–9.
2. AAOMS ParCare. Parameters of Care: Clinical Practice Guidelines for Oral and Maxillofacial Surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 2017;75(8):e1-e323 2017.
3. Yamada T, Sugiyama G, Mori Y. Masticatory muscle function affects the pathological conditions of dentofacial deformities. *Jpn Dent Sci Ver.* 2020;56(1):56–61.
4. Caplin J, Han MD, Miloro M, Allareddy V, Markiewicz MR. Interceptive Dentofacial Orthopedics (Growth Modification). *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2020;32(1):39–51.
5. AAOMS ParCare. Criteria for Orthognathic Surgery. *Am Assoc Oral Maxillofac Surg.* 2017;1–9.
6. Foltán R, Hoffmannová J, Pavlíková G, Hanzelka T, Klíma K, Horká E, et al. The influence of orthognathic surgery on ventilation during sleep. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2011;40(2):146–9.
7. Almuzian M, Almukhtar A, Ju X, Al-Hiyali A, Benington P, Ayoub A. Effects of le Fort I Osteotomy on the Nasopharyngeal Airway - 6-Month Follow-Up. *J Oral Maxillofac Surg.* 2016;74(2):380–91.
8. Mattos CT, Vilani GNL, Sant'Anna EF, Ruellas ACO, Maia LC. Effects of orthognathic surgery on oropharyngeal airway: A meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2011;40(12):1347–56.
9. Steel BJ, Cope MR. Unusual and rare complications of orthognathic surgery: A literature review. *J Oral and Maxillofac Surg.* 2012;70(7):1678–91.
10. Panula K, Finne K, Oikarinen K. Incidence of Complications and Problems Related to Orthognathic Surgery: A Review of 655 Patients. *J Oral and Maxillofac Surg.* 2001; 59(10):1128–36.
11. Pourdanesh F, Sharifi R, Mohebbi A, Jamilian A. Effects of maxillary advancement and impaction on nasal airway function. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2012;41(11):1350–2.

12. Baeg SW, Hong YP, Cho DH, Lee JK, Song S II. Evaluation of Sinonasal Change After Lefort I Osteotomy Using Cone Beam Computed Tomography Images. *J Craniofac Surg.* 2018;29(1):e34–41.
13. Valstar MH, Baas EM, Te Rijdt JP, De Bondt BJ, Laurens E, De Lange J. Maxillary sinus recovery and nasal ventilation after Le Fort I osteotomy: a prospective clinical, endoscopic, functional and radiographic evaluation. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2013;42(11):1431–6.
14. Ueki K, Yoshizawa K, Moroi A, Hotta A, Tsutsui T, Fukaya K, *et al.* Evaluation of maxillary sinus after Le Fort I osteotomy using various fixation materials. *J Craniomaxillofac Surg.* 2017;45(4):552–7.
15. Azevedo N. Avaliação dos seios paranasais após osteotomia maxilar tipo Le Fort I. Universidade Federal do Ceará; 2018.
16. Panou E, Motro M, Ates M, Acar A, Erverdi N. Dimensional changes of maxillary sinuses and pharyngeal airway in Class III patients undergoing bimaxillary orthognathic surgery. *Angle Orthod.* 2013 ;83(5):824–31.
17. Park S-B, Kim Y-I, Son W-S, Hwang D-S, Cho B-H. Cone-beam computed tomography evaluation of short- and long-term airway change and stability after orthognathic surgery in patients with Class III skeletal deformities: bimaxillary surgery and mandibular setback surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2012;41(1):87–93.
18. Fairburn SC, Waite PD, Vilos G, Harding SM, Bernreuter W, Cure J, *et al.* Three-Dimensional Changes in Upper Airways of Patients With Obstructive Sleep Apnea Following Maxillomandibular Advancement. *J Oral Maxillofac Surg.* 2007;65(1):6–12.
19. Marşan G, Vasfi Kuvat S, Öztaş E, Cura N, Süsal Z, Emekli U. Oropharyngeal airway changes following bimaxillary surgery in Class III female adults. *J Cranio-Maxillofacial Surg.* 2009;37(2):69–73.
20. Aoki J, Shinozuka K, Yamagata K, Nakamura R, Sato T, Ohtani S, *et al.* Cephalometric analysis of the pharyngeal airway space after maxillary advancement surgery. *J Oral Sci.* 2019;61(4): 529-33.
21. Nocini PF, D'Agostino A, Trevisiol L, Favero V, Pessina M, Procacci P. Is le Fort i Osteotomy Associated with Maxillary Sinusitis? *J Oral Maxillofac Surg.*

2016;74(2):400.e1-400.e12.

22. Pereira-Filho VA, Gabrielli MFR, Gabrielli MAC, Pinto FA, Rodrigues-Junior AL, Klüppel LE, *et al.* Incidence of maxillary sinusitis following le fort i osteotomy: Clinical, radiographic, and endoscopic study. *J Oral Maxillofac Surg.* 2011;69(2):346–51.
23. Basu S, Georgalas C, Kumar BN, Desai S. Correlation between symptoms and radiological findings in patients with chronic rhinosinusitis: An evaluation study using the Sinonasal Assessment Questionnaire and Lund-Mackay grading system. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2005;262(9):751–4.
24. Faur CI, Roman RA, Bran S, Dinu C, Coclici A, Rotaru H, *et al.* The Changes in Upper Airway Volume after Orthognathic Surgery Evaluated by Individual Segmentation on CBCT Images. *Maedica (Buchar).* 2019;14(3):213–9.
25. Lenza MG, Lenza MMO, Dalstra M, Melsen B, Cattaneo PM. An analysis of different approaches to the assessment of upper airway morphology: a CBCT study. *Ortho Craniofac Res.* 2010;13(2):96–105.
26. Whyte A, Boeddinghaus R. The maxillary sinus: physiology, development and imaging anatomy. *Dentomaxillofac Radiol.* 2019;48(8):20190205.
27. Guerra Pereira I. Patologia e complicações clínicas do seio maxilar de origem odontogénica. Estudo da suscetibilidade individual para resposta hiperinflamatória no seio maxilar em doentes com dentes relacionados com o seios maxilar. Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto, 2015.
28. Gulec M, Tassoker M, Magat G, Lale B, Ozcan S, Orhan K. Three-dimensional volumetric analysis of the maxillary sinus: a cone-beam computed tomography study. *Folia Morphol (Warsz).* 2019.
29. Kalyvas D, Kapsalas A, Paikou S, Tsiklakis K. Thickness of the Schneiderian membrane and its correlation with anatomical structures and demographic parameters using CBCT tomography: a retrospective study. *Int J Implant Dent.* 2018;4(1):32.