UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU

EDUARDO STEDILE FIAMONCINI

Análise tomográfica do volume e área do espaço aéreo faríngeo de pacientes submetidos a cirurgia ortognática

BAURU
2020

EDUARDO STEDILE FIAMONCINI

Análise tomográfica do volume e área do espaço aéreo faríngeo de pacientes submetidos a cirurgia ortognática

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências no Programa de Ciências Odontológicas Aplicadas, na área de concentração Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Sanches Gonçales

Versão Corrigida

BAURU

2020

Fiamoncini, Eduardo Stedile

Análise tomográfica do volume e área do espaço aéreo faríngeo de pacientes submetidos a cirurgia ortognática / Eduardo Stedile Fiamoncini – Bauru 2020
120p., il., 31cm

Tese Doutorado – Faculdade de Odontologia de Bauru. Universidade de São Paulo

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Sanches Gonçales

Nota: A versão original desta tese encontra-se disponível no Serviço de Biblioteca e Documentação da Faculdade de Odontologia de Bauru – FOB/USP.

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, por processos fotocopiadores e outros meios eletrônicos.

Assinatura:

Data:

FOLHA DE APROVAÇÃO

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos os estudiosos da especialidade de Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial, em especial aos colegas que compartilham de aspirações acadêmicas, que, além de zelar pela saúde de seus pacientes, dedicam as suas carreiras a ensinar e contribuir com o desenvolvimento da especialidade através de suas investigações científicas.

AGRADECIMENTOS

*Agradeço a **Deus**, por me apresentar uma causa valiosa à qual aspirar e oferecer os desafios necessários para o meu desenvolvimento pessoal e profissional, estando certo de que sempre guiou os meus passos em todos os momentos, me cercando de pessoas especiais que tornaram o caminho infinitamente mais gratificante.*

*Aos meus pais **Azuir Fiamoncini** e **Maria Aparecida Stedile Fiamoncini**, pelo amor incondicional, abdicações, apoio e compreensão por eles oferecidos durante todos os anos da minha formação profissional.*

*Aos meus avós paternos, **Ignacio** (in memoriam) e **Anna Fiamoncini**, e meus avós maternos, **Tercílio** (in memoriam) e **Guilhermina Stedile** (in memoriam), meus maiores e eternos exemplos de virtude, os quais me incentivaram a buscar a conquista através do trabalho, e a levar a vida norteado por valores.*

*Ao meu eterno professor Dr. **Ivens Frischknecht** (in memoriam), que por um breve momento se tornou meu mentor, cujo exemplo de conduta profissional ética e interesse pela pesquisa me incentivou a seguir carreira acadêmica.*

*Ao meu orientador, Prof. Dr. **Eduardo Sanches Gonçales**, mentor durante todos os anos da minha formação acadêmica e idealizador do presente trabalho. Por sua dedicação inexorável ao desenvolvimento programa de pós-graduação da disciplina de Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial que ofereceu todos os ingredientes necessários para a minha formação, pelas oportunidades de aprendizado singulares que me proporcionou ao longo dos últimos seis anos, por sua perspicácia, retidão, por todos seus ensinamentos e sobretudo por sua amizade.*

*Aos professores do departamento de cirurgia, Prof. Dr. **Osny Ferreira Júnior**, Prof. Dr. **Eduardo Sant'Ana** e Prof. Dr. **Renato Yassutaka Faria Yaedú**.*

*À Drª. **Patrícia Bernardi Frare**, agradeço por sua personalidade humana para com todos, sua simplicidade ao lidar com os pacientes e sua generosidade ao tutelar os profissionais que passam pelo seu convívio, por todos os ensinamentos e oportunidades que nos proporcionou com generosidade ao compartilhar a sua vivência clínica no Hospital de Base de Bauru e por seu respeito à vida em toda as suas manifestações.*

Aos meus colegas de pós-graduação ***Géssyca Moreira Guimarães, Luis Fernando Alcalde****,* ***Vitor Tatsuyuri Sakima, Letícia Liana Chiara, Angie Castro, Lia Kobayashi Oliveira, Gustavo Moreno Braga*** *e* ***Thalita Campos****. Por sua amizade, generosidade e por todos os momentos singulares divididos nesses últimos anos.*

Ao professor ***Victor Tieghi Neto****, e aos colegas de pós-graduação, especialmente aos doutorandos e* ***Reyna Chispe*** *e* ***Aloízio Prêmoli****. A esses colegas agradeço pelo apoio constante frente aos desafios que compartilhamos durante a pós-graduação, pela orientação nas disciplinas clínicas, por sua amizade, gentileza e sinceridade.*

À ***Maria Carolina Candosin Sementille****, por ter compartilhado a intensidade de todos os momentos nesses últimos dois anos, tornando mais leves todos os momentos de dificuldade e muitos mais especiais os momentos de gratidão.*

Ao todos os estagiários e alunos de graduação com interesse na disciplina de Cirurgia, especialmente aqueles que estiveram envolvidos na condução das atividades do ***Grupo de Estudos em Cirurgia****, que através da sua curiosidade conseguiram renovar constantemente o meu interesse pelos princípios que fundamentam a especialidade, e ter me mostrado que o espaço da nossa profissão está garantido nas mãos das futuras gerações de especialistas.*

A todos os funcionários do Departamento de Cirurgia, Estomatologia, Patologia e Radiologia, em especial a ***Luciana Zanon Fontes Lozano****,* ***Andréa Amélia dos Santos Cruz****,* ***Alexandre Simões Garcia****,* ***Marco Aurélio Rosi de Podestá****,* ***Roberto Ponce Salles*** *e* ***Fernanda Aparecida Daniel Cavalari****, por ambos sua amizade e generosidade.*

À Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo, representada pelo do diretor, Prof. Dr. ***Carlos Ferreira dos Santos*** *e pelo vice-diretor, Prof. Dr.* ***Guilherme Janson****. E ao Programa de Pós-graduação em Ciências Odontológicas Aplicadas, nas pessoas da presidente, Profa. Dra.* ***Izabel Regina Fischer Rubira de Bullen****, e do vice-presidente, Prof. Dr.* ***Marco Antonio Hungaro Duarte****. Por proporcionar dentro do campus um ambiente acadêmico incomparável para a formação dos nossos próximos docentes-clínicos.*

A todos os funcionários do Hospital de Base de Bauru, do Hospital Estadual e do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais.

Ao Prof. Dr. ***Ghali Elias Ghali****, por sua contribuição na idealização da metodologia deste trabalho.*

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – ***FAPESP*** *pelo financiamento concedido para a realização deste trabalho (processo n° 2014/18749-0).*

*À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – **CAPES**, pelo apoio financeiro através do programa de concessão de bolsas, sendo este indispensável para fornecer as condições necessárias para o desenvolvimento dos trabalhos em regime de dedicação exclusiva ao curso.*

A todas as pessoas que estiveram envolvidas direta ou indiretamente no desenvolvimento deste trabalho ou que fizeram parte da minha vida nesses últimos sete anos.

E, finalmente, agradeço a todos os pacientes que fizeram parte da minha vida em todos os anos de profissão, o seu bem-estar é e sempre será o objetivo final de tudo aquilo que empreendemos como Cirurgiões Dentistas, sendo clínicos ou acadêmicos. A eles dedico todo meu respeito e desejo estar sempre pronto para ajudá-los.

˜Conheça todas as teorias, domine todas as técnicas, mas ao tocar uma alma humana, seja apenas outra alma humana.˜

Carl Jung

RESUMO

Os efeitos da cirurgia Ortognática vão além dos objetivos de corrigir a deformidade facial esquelética. Estes efeitos também se estendem para a morfologia do espaço aéreo faríngeo (EAF). Este estudo teve como objetivo analisar as alterações do EAF de indivíduos submetidos a diferentes procedimentos em cirurgia ortognática. As mensurações do EAF foram realizadas em exames de TCFC pré e pós-operatórias de 135 indivíduos submetidos à cirurgia ortognática. Para a análise a amostra foi inicialmente distribuída de acordo com o procedimento realizado, e, posteriormente, de acordo com alterações em referências cefalométricas. Mensurações volumétricas (mm^3) em diferentes segmentos do EAF e da área de maior constrição (AMC) (mm^2) foram realizadas utilizando o software Dolphin Imaging® 11.7. Os resultados mostraram aumento estatisticamente significativo do volume do EAF e da AMC nos movimentos de avanço maxilar, avanço mandibular e avanço bimaxilar, havendo influencia positiva da amplitude do avanço sobre o ganho dimensional. Embora tenham sido observadas correlações significativas das alterações dimensionais com a projeção de ambos os segmentos maxilares, A análise dos modelos lineares generalizados demonstrou que tanto as variáveis volumétricas quando a AMC foram preditas de maneira mais efetiva pela projeção mandibular (Pg-Nperp) e pela interação entre a projeção mandibular e alterações na inclinação do plano mandibular (Pg-Nperp*FMA). Com base na análise dos resultados obtidos, conclui-se que a cirurgia ortognática modifica consideravelmente as dimensões do espaço aéreo faríngeo, o que inclui um aumento significante nos movimentos de avanço e também uma redução nos movimentos de recuo, embora o último não apresente significância estatística.

Palavras-chave: Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico; Cirurgia Ortognática; Deformidades Dentofaciais; Obstrução das Vias Respiratórias.

ABSTRACT

The effects of orthognathic surgery go beyond the objectives of correcting the skeletal facial deformity. These effects also extend to the pharyngeal airway space (PAS) morphology. This study aimed to analyze changes in the PAS of individuals undergoing different procedures in orthognathic surgery. The measurements of the pharyngeal airspace were performed in pre- and postoperative CBCT exams of 135 individuals who underwent orthognathic surgery. For the analysis, the sample was initially distributed according to the procedure that was performed, and later, according to changes in cephalometric references. Volumetric measurements (mm^3) in different segments of the PAS and the Maximum Constriction Area (MCA) (mm^2) were obtained using Dolphin Imaging® 11.7 software. The results showed a statistically significant increase in the volume of the PAS and MCA in the movements of maxillary advancement, mandibular advancement and bimaxillary advancement, with a positive influence of the magnitude of the advancement on the dimensional gain. Although significant correlations of the dimensional changes with the projection of both maxillary segments have been observed, The analysis of the generalized linear models (GLM) demonstrated that both the volumetric variables and the MCA were more effectively predicted by the mandibular projection (Pg-Nperp) and by the interaction between the mandibular projection and changes in the inclination of the mandibular plane (Pg-Nperp * FMA). Based on the analysis of the results obtained, it is concluded that orthognathic surgery considerably alters the dimensions of the pharyngeal airway space, with a significant increase in advancement movements and also a reduction in setback movements, although the latter does not present statistical significance.

Keywords: Cone-Beam Computed Tomography; Orthognathic surgery; Dentofacial deformities; Airway obstruction.

LISTA DE TABELAS E QUADROS

- TABELAS

TABELA 1. Descrição dos pontos craniométricos utilizados para delimitar os compartimentos das vias aéreas superiores para as mensurações de área e volume..... 42

TABELA 2. Descrição dos limites anatômicos utilizados para segmentar os compartimentos utilizados nas mensurações de área e volume das vias aéreas superiores. 44

TABELA 3. Avaliação do erro interexaminador para cada variável comparando a média das medidas extraídas pelo avaliador 1, avaliador 2 e da diferença entre os dois. Além disso, estão descritos os resultados do teste de Dahlberg, para avaliação do erro causal e do Teste T para o erro sistemático. 52

TABELA 4. Variações entre os tempos operatórios (T1-T0) para as variáveis AMC e volume do EAF dentro do Grupo Cirúrgico..... 55

TABELA 5. Teste dos postos sinalizados de Wilcoxon para cada uma das variáveis analisadas separadamente para dos grupos da distribuição de acordo com o tipo de cirurgia. 56

TABELA 6. Testes de correlação de Spearman entre as variáveis cefalométricas e volumétricas em cada uma das categorias da distribuição de acordo com o tipo de cirurgia. 60

TABELA 7. Variações entre os tempos operatórios (T1-T0) para as variáveis AMC e volume do EAF dentro da distribuição cefalométrica A-NPerp. 63

TABELA 8. Teste dos postos sinalizados de Wilcoxon para cada uma das variáveis analisadas separadamente nos grupos da distribuição A_NPerp..... 64

TABELA 9. Resultados do teste correlação de Spearman entre as variáveis cefalométricas e dimensionais nos grupos da distribuição A_NPerp..... 68

TABELA 10. Variações entre os tempos operatórios (T1-T0) para as variáveis AMC e volume do EAF dentro da distribuição cefalométrica Pg-NPerp. 71

TABELA 11. Teste dos postos sinalizados de Wilcoxon para cada uma das variáveis analisadas dentro dos grupos da distribuição Pg_NPerp... 72

TABELA 12. Testes de correlação de Spearman entre as variáveis cefalométricas e volumétricas em cada uma das categorias da distribuição Pg_NPerp. 76

TABELA 13. Resultados da variação média obtida entre os tempos operatórios (T1-T0) para as variáveis AMC (mm²) e volume do EAF (mm³) de acordo com a distribuição da amostra de acordo com a variação da medida cefalométrica angular FMA (Go-Gn FH) (º). 79

TABELA 14. Teste dos postos sinalizados de Wilcoxon para cada uma das variáveis analisadas dentro dos grupos da distribuição FMA (Go-Gn FH). 80

TABELA 15. Testes de correlação de Spearman entre as variáveis cefalométricas e dimensionais em cada uma das categorias da distribuição FMA (Go-Gn FH). 84

TABELA 16. Modelos lineares generalizados da distribuição da Área de maior constrição (AMC)..... 85

TABELA 17. Modelos lineares generalizados da distribuição do volume Total do espaço aéreo faríngeo. 86

TABELA 18. Modelos lineares generalizados da distribuição da Orofaringe total. 86

TABELA 19. Modelos lineares generalizados da distribuição da Orofaringe superior. 87

TABELA 20. Modelos lineares generalizados da distribuição da Orofaringe inferior. 87

TABELA 21. Modelos lineares generalizados da distribuição da Nasofaringe..... 88

- QUADROS

QUADRO 1. Gráficos do tipo boxplot dos postos sinalizados de Wilcoxon para cada uma das variáveis analisadas separadamente para dos grupos da distribuição de acordo com o tipo de cirurgia. 57

QUADRO 2. Quadro resumindo os resultados do teste dos postos sinalizados de Wilcoxon, indicando a significância da alteração das variáveis analisadas para os grupos da distribuição por tipo de Cirurgia. As setas para cima (verde) indicam onde houve aumento com significância estatística ($p < 0,05$) da AMC e do volume em cada um dos grupos e subdivisões do espaço aéreo faríngeo estudados..... 58

QUADRO 3. Gráficos do tipo boxplot dos postos sinalizados de Wilcoxon para cada uma das variáveis analisadas separadamente para dos grupos da distribuição de acordo com as alterações cefalométricas na mensuração A-NPerp. 65

QUADRO 4. Quadro resumo dos resultados do teste dos postos sinalizados de Wilcoxon, indicando a significância da alteração das variáveis analisadas para os grupos da distribuição A-NPerp. As setas para cima (verde) indicam onde houve aumento com significância estatística ($p < 0,05$) da AMC e do volume em cada um dos compartimentos. 66

QUADRO 5. Gráficos do tipo boxplot dos postos sinalizados de Wilcoxon para cada uma das variáveis analisadas separadamente para dos grupos da distribuição de acordo com as alterações cefalométricas na mensuração Pg-NPerp. 73

QUADRO 6. Quadro resumindo os resultados do teste dos postos sinalizados de Wilcoxon, indicando a significância da alteração das variáveis analisadas para os grupos da distribuição Pg-NPerp. As setas para cima (verde) indicam onde houve aumento com significância estatística ($p < 0,05$) da AMC e do volume em cada um dos compartimentos. 74

QUADRO 7. Gráficos do tipo boxplot dos postos sinalizados de Wilcoxon para cada uma das variáveis analisadas separadamente para dos grupos da distribuição de acordo com as alterações cefalométricas na mensuração do ângulo FMA. 81

QUADRO 8. Ilustração resumindo os resultados do teste dos postos sinalizados de Wilcoxon, indicando a significância da alteração das variáveis analisadas para os grupos da distribuição FMA (Go-Gn FH). As setas para cima (verde) indicam onde houve aumento com significância estatística ($p < 0,05$) da AMC e do volume em cada um dos compartimentos. 82

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Ilustração da reorientação das imagens tomográficas nas vistas frontal e lateral, nos planos anatômicos sagital (linha roxa), axial (linha laranja) e coronal (linha azul). O plano sagital foi orientado na linha média esquelética da face, passando pelos pontos cefalométricos násio (N) e espinha nasal anterior (ENA); o plano axial (azul) foi posicionado alinhando o rebordo orbitário inferior (Or) direito e o pório (Po) direito, paralelamente ao plano horizontal de Frankfurt, e o plano coronal foi posicionado passando pelo ponto pório (Po) direito. 37

FIGURA 2. Ilustração da análise cefalométrica de McNamara, realizadas utilizando a ferramenta específica no software Dolphin Imaging® 11.7 sobre uma reconstrução em norma lateral gerada a partir da TCFC..... 38

FIGURA 3. Obtenção das medidas do volume aéreo faríngeo em três etapas: a) obtenção do volume do espaço aéreo faríngeo total (C1-S-ENP-U-VH-C3); b) volume dos espaço aéreo total da orofaringe (C1-ENP-U-VH-C3); c) volume do espaço aéreo da nasofaringe (C1-S-ENP); d) volume do espaço aéreo da orofaringe superior (C1-ENP-U-C2); e) volume do espaço aéreo da orofaringe inferior (C2-U-VH-C3). 46

FIGURA 4. Ilustração da distribuição cirúrgica, subdividindo a amostra em grupos de acordo com o procedimento realizado..... 51

FIGURA 5. Ilustração da distribuição da amostra de acordo com os parâmetros cefalométricos selecionados da análise de McNamara, subdividindo a amostra em grupos de acordo com a magnitude da variação pré e pós-operatória (T1-T0) dos movimentos lineares anteroposteriores da maxila (II - A-NPerp), da mandíbula (III - Pg-NPerp) e ângulo do plano mandibular (FMA). 61

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 15

2 PROPOSIÇÃO 21

3 REVISÃO DE LITERATURA 25

4 MATERIAL E MÉTODOS 35

4.1 SELEÇÃO DA AMOSTRA 35

4.2 DESENHO EXPERIMENTAL 36

4.2.1 Importação dos exames tomográficos 36

4.2.2 Orientação do volume tomográfico 36

4.3 ANÁLISE CEFALOMÉTRICA 37

4.4 DISTRIBUIÇÃO AMOSTRAL 38

4.4.1 Distribuição Cirúrgica 39

4.4.1.1 Distribuição I – Osteotomias 39

4.4.1.2 Distribuições Cefalométricas 40

4.5 SEGMENTAÇÃO DAS VIAS AÉREAS SUPERIORES 42

4.5.1 Avaliação do espaço aéreo faríngeo 45

4.5.2 Determinando o limiar a sensibilidade para detecção volumétrica 47

4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA 47

5 RESULTADOS 51

5.1 TESTE DO ERRO INTEREXAMINADOR 52

5.2 AVALIAÇÃO VOLUMÉTRICA DO ESPAÇO AÉREO FARÍNGEO 53

5.2.1 Distribuição Cirúrgica 53

5.3 GRUPOS CEFALOMÉTRICOS 61

5.3.1 Distribuição II A-NPerp 62

5.3.2 Distribuição III Pg-NPerp 69

5.3.3 Distribuição IV FMA 77

5.4 MODELOS LINEARES GENERALIZADOS 85

6 DISCUSSÃO 91

7 CONCLUSÕES 107

REFERÊNCIAS 111

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A relação entre os distúrbios do padrão respiratório e as alterações da morfologia facial tem sido debatida com grande frequência na literatura (MCNAMARA, 1981). Recentemente, tem-se observado um renovado interesse na interação entre a forma e a função da região crânio-cervical. Três fatores fisiológicos têm recebido maior atenção, considerando sua possível relação com o desenvolvimento crânio-cervical: espaço aéreo faríngeo (EAF), posição do osso hioide e relação postural da cabeça e da coluna cervical (ARAGHI et al., 2013). A adaptação dessas estruturas é uma reação natural da musculatura, funcionando como um mecanismo de defesa compensatório para manter os espaços adequados à passagem de ar (BOMMARITO et al., 2004). Grande atenção tem despendida com foco nas dimensões do espaço aéreo faríngeo devido a uma possível relação entre o diâmetro ou volume interno das vias aéreas superiores e distúrbios respiratórios (SOLOW et al., 1984; BOMMARITO et al., 2004).

A Síndrome da Apnéia Obstrutiva Sono (SAOS) é uma condição médica potencialmente severa, caracterizada pelo colapso repetido das vias aéreas superiores durante o sono, o que resulta na resistência à passagem de ar e obstrução das vias aéreas, ronco, fadiga e sonolência diurna (DEMPSEY et al., 2014). Essa condição pode ter um impacto significativo no comportamento cognitivo, capacidade ocupacional e ainda ter um papel debilitante ao agravar comorbidades médicas, como doenças cerebrovasculares e cardiovasculares. A literatura estabelece que portadores de desordens maxilomandibulares ou deformidades dentofaciais são mais propensos a apresentarem SAOS, pois nesses indivíduos, a conformação da anatomia interna da faringe frequentemente apresenta-se alterada, o que por vezes impede ou limita a passagem do ar (PEREIRA-FILHO et al., 2007; YAMASHITA et al., 2017).

As deformidades dentofaciais são definidas como defeitos no crescimento e desenvolvimento dos ossos maxilares, resultando em discrepância na inter-relação entre a maxila e a mandíbula (GONCALES, 2009). Tais defeitos ocorrem nos planos horizontal (anteroposterior), vertical (craniocaudal) e transverso (laterolateral),

podendo exercer influência sobre outras estruturas relacionadas, com uma intensidade variável de acordo com a magnitude da deformidade. Seus efeitos incluem alterações dentárias, esqueléticas, na projeção do nariz, lábio superior, demais áreas dos tecidos moles da face, na largura da base alar, profundidade do sulco gengival, e também no espaço aéreo faríngeo (SCHENDEL et al., 2012; DALMAU et al., 2015).

Existem diversas modalidades de tratamento para a SAOS, sendo que algumas consistem em procedimentos conservadores, como perda de peso com objetivo de reduzir do índice de massa corpórea (IMC) e tratamentos mecânicos, como o uso do aparelho intraoral e o CPAP (continuous positive airway pressure – pressão positiva e contínua no espaço aéreo). Estas modalidades são de difícil controle pelo profissional, além de serem práticas com uma frequência de abandono do tratamento significante, pois dependem em grande parte da aceitação e disciplina do paciente (GIGNON et al., 2011; DAL FABBRO; CHAVES JR; TUFIK, 2012).

Também existe uma gama extensa de possíveis tratamentos cirúrgicos, cuja indicação varia a cada caso, algumas relacionadas com maior quantidade de sequelas, como a traqueostomia, outras que contam com um maior tempo de condução do tratamento, mas que quando devidamente indicadas reabilitam o indivíduo com melhor qualidade de vida e possuem menor morbidade, em geral tendo boa aceitação, como é o caso da cirurgia ortognática para reposicionamento dos maxilares, em especial o avanço maxilomandibular (CILLO JR et al., 2019)

Sendo parte dos exames frequentemente realizados para o diagnóstico da doença e também para o preparo dos casos cirúrgicos, a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) trouxe várias vantagens à análise tridimensional (3D) das estruturas anatômicas na Odontologia e tem sido considerada o método com a melhor relação risco benefício em relação à tomografia com cortes múltiplos, principalmente devido à sua baixa dose de radiação (WHITE et al., 2015; TORRES et al., 2020). Uma ferramenta importante na análise craniofacial usando imagens de TCFC é a quantificação volumétrica do espaço das vias aéreas faríngeas, o que possibilita a localização das regiões de estreitamento ou obstrução (KIM, 2015). Essa análise foi incorporada ao diagnóstico do planejamento da cirurgia ortognática, considerando que obstruções ou estreitamento da nasofaringe e/ou orofaringe podem e frequentemente estão presentes em pacientes com uma relação maxilo-mandibular desfavorável e

podem também estar relacionadas a distúrbios do sono, bem como à síndrome da apneia obstrutiva do sono (SAOS) (American Academy of Sleep Medicine Task Force., 1999).

Poucos estudos que comparam as mudanças nas vias aéreas resultantes de diferentes procedimentos em cirurgia ortognática, especialmente usando exclusivamente exames tridimensionais e análise volumétrica e que contam com um número amostral relevante foram publicados na literatura. Ainda, a maior parte desses estudos usam dados provenientes da análise de imagens bidimensionais, ou realizam mensurações lineares em imagens tridimensionais. Os estudos que utilizam imagens tomográficas e análises volumétricas normalmente não são comparáveis devido ao uso de metodologias distintas (CHRISTOVAM et al., 2016) muitas vezes sem especificar parâmetros importantes para a sua comparação, como detalhes acerca do tipo do procedimento realizado, a magnitude do movimento final obtido, ou tem padronização na segmentação do espaço aéreo faríngeo e tempo de acompanhamento pós-operatório. Por isso o objetivo primário deste estudo foi avaliar os efeitos da cirurgia ortognática no volume e na área de maior constrição do espaço aéreo faríngeo de pessoas submetidas a diferentes procedimentos de cirurgia ortognática em um grande grupo de pacientes analisando a amostra atendendo a maior quantidade de critérios possível na análise dos dados obtidos.

2 PROPOSIÇÃO

2 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo foi avaliar, por meio da análise tridimensional de exames tomográficos pré e pós operatórios, os efeitos da cirurgia ortognática sobre o espaço aéreo faríngeo de indivíduos submetidos a diferentes procedimentos de cirurgia ortognática.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3 REVISÃO DE LITERATURA

As deformidades faciais esqueléticas podem ser definidas como defeitos no crescimento e desenvolvimento dos ossos da face, principalmente na maxila e mandíbula. Os efeitos deletérios dessas deformidades podem manifestar-se como dores articulares e musculares, dificuldade mastigatória, fonoarticulatória e de deglutição, além de reabsorções ósseas e perda de elementos dentais, decorrentes de trauma oclusal sofrido pelos dentes em posição inadequada, problemas gástrico, desnutrição e dificuldade respiratória. Além disso, esses efeitos poderão variar em função da capacidade de adaptação individual dos tecidos envolvidos (GONÇALES et al., 2014).

Para compreender a fisiologia e patogênese dos efeitos dessas deformidades sobre o espaço aéreo faríngeo é necessário conhecer a morfologia e o funcionamento das estruturas esqueléticas e dos tecidos moles que o compõe (ZINSLY et al., 2010). As vias aéreas superiores consistem em um espaço delimitado por estruturas complexas, responsáveis pela articulação da fala, deglutição e respiração (SCHWAB; GOLDBERG, 1998). Dentre essas estruturas anatômicas, podemos destacar a faringe, que consiste em um tubo fibromuscular em formato de funil, com aproximadamente 15 cm de comprimento, estendendo-se da base do crânio até o esôfago, localizada próxima à sexta vértebra cervical, servindo como uma passagem comum para o ar e os alimentos (AUVENSHINE, 2010).

A faringe pode ser dividida em 3 compartimentos, levando em consideração referências anatômicas:

a) Nasofaringe ou rinofaringe: posterior à cavidade nasal e superior ao palato mole;

b) Orofaringe: conecta a naso à hipofaringe, sendo posterior à cavidade nasal, entre o palato e o osso hioide;

c) Hipofaringe: posterior à laringe, estendendo-se do hioide até a borda inferior da cartilagem cricóide, ligando a orofaringe ao esôfago (SCHWAB; GOLDBERG, 1998; GONÇALES, 2006; AUVENSHINE, 2010).

A nasofaringe inicia na região posterior da cavidade nasal, acima do palato mole e estende-se até a região do palato mole na sua porção inferior. A faringe continua com a extensão da orofaringe, estendendo-se do palato duro até a valécula, ao mesmo nível do osso hioide, sendo dividida, anteriormente à cavidade oral pelo arco tonsilar, comunicando-se inferiormente com a laringofaringe (AUVENSHINE, 2010). A hipofaringe estende-se da epiglote faríngea até o esfíncter esofágico superior, inferior à epiglote, estendendo-se até a região da laringe e vias esofágicas. As estruturas da hipofaringe incluem: parede posterior da faringe; seios piriformes, limitados medialmente pela prega ariepiglótica e lateralmente pela cartilagem da tireoide, estando envolvidos na fala (SCHWAB; GOLDBERG, 1998; AUVENSHINE, 2010).

O espaço aéreo faríngeo (EAF) pode apresentar alterações dimensionais relacionadas com os tecidos duros, moles e músculos que circundam essa região (CASTRO-SILVA et al., 2015). Alterações no tamanho do espaço aéreo posterior e desordens respiratórias do sono podem ser produzidas por alterações no crescimento da base anterior do crânio e do complexo maxilomandibular. Geralmente essas alterações ocorrem quando as paredes do espaço aéreo entram em colapso, sendo que a síndrome da apneia e hipopneia obstrutiva do sono (SAOS) representam o estágio mais severo da condição (PEREIRA-FILHO et al., 2007).

A Síndrome da Apneia Obstrutiva do Sono (SAOS) é uma condição médica potencialmente severa, caracterizada pelo colapso repetido das vias aéreas superiores durante o sono, o que leva à resistência e obstrução das vias aéreas, roncos, fadiga e sonolência diurna. Essa condição pode ter um impacto significativo no comportamento cognitivo, na capacidade ocupacional e agravar comorbidades médicas como doenças cerebrovasculares e cardiovasculares (DEMPSEY et al., 2014).

A presença de deformidades dentofaciais esqueléticas pode resultar em alteração das dimensões do EAF (GONÇALES, 2006; MARTIN et al., 2006; GONÇALES, 2009; SCHENDEL et al., 2012; DALMAU et al., 2015), podendo modificar o diâmetro de diferentes segmentos das vias aéreas superiores (SCHENDEL et al., 2012).

A classificação do padrão morfológico facial é realizada pela avaliação da face nas visões frontal e lateral. Os indivíduos podem ser classificados como padrão I, II, III, face longa ou face curta. O Padrão I é identificado pela normalidade facial, quando presente, a má oclusão é apenas dentária e não necessariamente associada a qualquer discrepância esquelética sagital ou vertical. Os Padrões II e III são caracterizados pela relação sagital respectivamente protruída ou retruída da maxila em relação a mandíbula. Nos padrões face longa e face curta a discrepância é vertical, de excesso e deficiência respectivamente. Nos pacientes com discrepâncias esqueléticas, as más oclusões são geralmente consequentes dessas discrepâncias (ANGLE, 1899; JAKOBSONE et al., 2011; CLAUDINO et al., 2013). O Padrão II apresenta convexidade facial aumentada em consequência da deficiência mandibular, ou com menor frequência por excesso maxilar (BRANDÃO et al., 2011). Normalmente, observa-se uma maxila com boa expressão na face, enquanto o terço inferior está deficiente e com a linha queixo-pescoço curta.

Dos pacientes com apneia, aproximadamente 58% podem apresentar micrognatismo mandibular, consistindo em tamanho diminuído da mandíbula, ou retrognatismo mandibular, caracterizado pelo posicionamento posterior da mandíbula em relação à maxila (SALLES et al., 2005; JIANG, 2016). É importante destacar a posição do osso hioide; normalmente nos indivíduos saudáveis ele encontra-se situado ao nível da vértebra cervical C3-C4, enquanto nos pacientes com SAOS o osso hioide encontra-se situado ao nível de C4-C6 (SALLES et al., 2005; JIANG, 2016).

Atualmente, existe um número crescente de pesquisas que evidenciam a relação entre a presença de deformidades dentofaciais com a alteração das dimensões do EAF (GONÇALES 2006; MARTIN et al., 2006; GONÇALES, 2009; GONÇALES et al., 2014; DALMAU et al., 2015), o que frequentemente resulta em alterações respiratórias nesses indivíduos (SCHENDEL et al., 2012). Especialmente os pacientes com alterações mandibulares apresentam alteração do EAF, estando esse aumentado nos casos de prognatismo e diminuído nos casos de retrognatismo (MUTO et al., 2008).

A correção das deformidades dentofaciais esqueléticas (DDE), como a má oclusão esquelética de Classe III, agora assumiu uma perspectiva diferente,

considerando a obstrução das vias aéreas superiores. A cirurgia mandibular corretiva afeta a posição do osso hioide e da língua, o que pode influenciar as dimensões das vias aéreas (MATTOS et al., 2011). A diminuição das vias aéreas faríngeas por esse movimento pode causar o desenvolvimento ou agravamento da SAOS e deve ser levada em consideração no planejamento do tratamento (ROSARIO et al., 2017).

Os primeiros relatos da utilização das cirurgias bucomaxilofaciais no tratamento da síndrome de apneia obstrutiva do sono (SAOS) são do final da década de 70 (BEAR; PRIEST, 1980). Nestes trabalhos foram realizados os avanços mandibulares na tentativa da eliminação da apneia do sono pelo aumento do espaço aéreo superior devido ao tracionamento dos músculos aderidos aos segmentos esqueléticos movimentados, com sucesso em todos os casos estudados. Atualmente, os procedimentos cirúrgicos de avanço maxilomandibular e do mento são o tratamento de escolha para alterações do sono em pacientes retrognatas. Estas técnicas cirúrgicas incluem diferentes tipos de osteotomias, sendo as mais utilizadas as do tipo Le Fort I para maxila, as osteotomias sagitais e verticais do ramo mandibular, além dos procedimentos cirúrgicos complementares como as osteotomias da base mentual (PINTO, 2000; KUO et al., 1979).

O avanço maxilomandibular (AMM) utiliza os princípios da cirurgia ortognática para avançar simultaneamente a maxila e mandíbula especificamente com finalidade de tratar a SAOS através do avanço e expansão do esqueleto facial. Esse procedimento é realizado com sucesso há várias décadas e, além da traqueostomia, é o procedimento cirúrgico mais eficaz e previsível no tratamento da SAOS adulta (HOLTY; GUILLEMINAULT., 2010; ZAGHI et al., 2016; BOYD, 2009; CAPLES et al., 2010; BOYD et al., 2015). O AMM avança o complexo maxilomandibular com osteotomias Le Fort I associada a cirurgia mandibular pela osteotomia bilateral sagital do ramo mandibular e aplicação de fixação interna rígida, com ou sem avanço do genioglosso. Através do avanço subsequente do esqueleto facial, existe um aumento importante no volume faríngeo das vias aéreas superiores que visa diminuir o risco de colapso da faringe devido à inspiração de pressão negativa durante o sono para aliviar ou diminuir drasticamente a gravidade da SAOS.

Em um estudo prospectivo multicêntrico para determinar de forma abrangente a eficácia e segurança do AMM para o tratamento da SAOS, Boyd et al. (2019)

descobriram que o AMM é um tratamento altamente eficaz e seguro, com melhorias previsíveis em sonolência, qualidade de vida, respiração com distúrbios do sono e desempenho neuro cognitivo, além de uma redução no risco cardiovascular medido pela redução da pressão arterial. O AMM é o único procedimento cirúrgico, fora da traqueotomia, que pode efetivamente tratar a SAOS grave em pacientes retrognatas.

O objetivo do AMM no tratamento da SAOS é aliviar a obstrução noturna e o efeito da pressão negativa resultante. Diminuir os efeitos deletérios do efeito da pressão negativa diminuirá a carga de trabalho respiratório e assim melhorar a condição da SAOS. O efeito do AMM na redução da carga de trabalho da respiração noturna e é uma consideração importante no sucesso desse procedimento. Numerosas avaliações clínicas e radiográficas foram utilizadas para avaliar o efeito da cirurgia ortognática e do AMM nas vias aéreas superiores. A avaliação bidimensional e tridimensional do comprimento das vias aéreas superiores, largura multinível anteroposterior, posição vertical e horizontal do osso hioide, medidas cefalométricas, volume das vias aéreas superiores e área axial mínima mostraram associação com a ocorrência de SAOS (SCHENDEL; BROUJERDI; JACOBSON., 2014).

As alterações tridimensionais das vias aéreas superiores pós-operatórias após o AMM mostram melhorias significativas comparáveis aos pacientes não operados sem SAOS (BUTTERFIELD et al., 2015). As alterações pós-operatórias do AMM resultam em uma redução significativa do fluxo de ar laminar e turbulento em todos os níveis da via aérea superior, especificamente no palato mole e na base da língua (SITTITAVORNWONG et al., 2013). Isso ocorre devido à expansão das vias aéreas superiores, não apenas nas dimensões anteroposterior e lateral, mas também eleva o osso hioide (HSIEH; LIAO, 2013). Isso tudo também diminui o comprimento das vias aéreas superiores (SUSARLA et al., 2011).

Numerosas metanálises avaliando a eficácia do avanço maxilomandibular são claras, indicando que esse procedimento é altamente eficaz no tratamento da SAOS em pacientes com deformidades dentofaciais (AGHA; JOHAL, 2017; HSIEH; LIAO, 2013; JOHN et al., 2018). Os resultados onipresentes de todos esses estudos mostraram que o AMM melhora significativamente o IAH (Índice de apneia-hipopneia)

entre 64 e 80%. Melhorias na saturação de oxigênio foram entre 70 e 87% e até 77% de melhora na sonolência diurna excessiva também são descritos.

Redução nas dimensões das vias aéreas já foram observados após a cirurgia de recuo mandibular (HASEBE et al., 2011). Observando-se ainda que a cirurgia bimaxilar para corrigir uma deformidade esquelética de classe III, com avanço maxilar e recuo mandibular, pode ter menor efeito nessa redução do EAF que a cirurgia de recuo mandibular isolada (PARK et al., 2012). Já Eggensperger, Smolka e Lizuka (2005), Park et al. (2010) não encontraram nenhuma mudança significativa em medidas linear, de área ou volume no EAF em pacientes submetidos a cirurgia de recuo mandibular.

A avaliação das vias aéreas superiores pode ser realizada através de exames de imagem, sendo que esses podem auxiliar no diagnóstico de problemas respiratórios associados a deformidades dentofaciais (HATCHER, 2012). Tradicionalmente, o espaço das vias aéreas superiores é avaliado por radiografia cefalométrica lateral (STRATEMANN et al., 2011). No entanto, atualmente a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) é amplamente utilizada devido à avaliação tridimensional (3D) com alta resolução entre os tecidos moles e o espaço das vias aéreas (GUIJARRO-MARTINEZ; SWENNEN, 2011; LENZA et al., 2010).

A análise cefalométrica tem sido um importante método de diagnóstico, auxiliando no plano de tratamento, previsão dos resultados cirúrgicos, e avaliação da estabilidade a longo prazo após a cirurgia, além disso, oferece informações acerca das estruturas de tecido mole e duro do espaço aéreo além de anormalidades da via aérea, que predispõem o paciente à obstrução da faringe (SHEN et al., 1994). A cefalometria do perfil é utilizada como uma ferramenta de estudo na mensuração anteroposterior do espaço aéreo faríngeo e na morfologia craniofacial, oferecendo vantagens como baixo custo, baixa exposição à radiação e permitindo simultaneamente análise da posição da cabeça, do osso hioide e também da morfologia craniofacial (PEREIRA-FILHO et al., 2007; YAMASHITA et al., 2017).

A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) tornou possível adquirir imagens de todas as estruturas do complexo maxilofacial em um volume. Os tomógrafos de feixe cônico se tornaram muito eficientes, reduzindo o tempo da

aquisição e do desenvolvimento da imagem, diminuindo drasticamente a exposição do paciente à radiação. Os tomógrafos, admitem a aplicação de diferentes tipos de filtros, que permitem a análise de tecidos de diferentes densidades e proporcionam também a transparência de determinadas densidades teciduais, o que permite a visualização do tecido duro através do tecido mole.

Com o uso de softwares específicos e de acordo com protocolos de aquisição baseados nas necessidades individuais, esse volume digital pode ser transformado por meio de reconstrução multiplanar permitindo a sua visualização em imagens axiais, coronais, sagitais ou oblíquas, podendo ser manipuladas para permitir melhor avaliação das regiões de interesse. Essas imagens podem ser renderizada em qualquer ângulo, escala ou posição determinada pelo usuário. (PACHÊCO-PEREIRA et al., 2017; DOS SANTOS TRENTO et al., 2018).

Os softwares utilizados para visualização dessas imagens, por meio de suas ferramentas, permitem obter mensurações relativas às estruturas ósseas, como também realizar avaliação dos tecidos duros, moles e cavidades em três dimensões, sendo possível mensurar quaisquer volumes e distâncias da face e das vias aéreas superiores em três dimensões (PACHÊCO-PEREIRA et al., 2017; DOS SANTOS TRENTO et al., 2018). Por meio de mensuração linear, podem ser avaliadas a altura, largura e profundidade de qualquer parte da faringe, utilizando um corte seccional obtido por meio de reconstrução e com o volume reposicionado pelo usuário (ZINSLY et al., 2010; JIANG, 2016). Somando-se a isto, outra vantagem desse exame é o fato de o programa gerar imagens bidimensionais, réplicas das radiografias convencionais utilizadas na Odontologia, como a radiografia panorâmica, as telerradiografias em norma lateral e frontal e as periapicais (BIANCHI et al., 2014; BUTTERFIELD et al., 2015).

As imagens podem ser transformadas em arquivos DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine), possibilitando a exportação da mesma para outros softwares de análise tridimensional, possibilitando, assim, maior gama de recursos na avaliação do espaço aéreo (ZINSLY et al., 2010; JIANG, 2016).

Com base no fato de que o tamanho das vias aéreas superiores e o padrão respiratório têm relação com a morfologia facial e o desenvolvimento da má oclusão,

Schendel, Jacobson e Khaleesi (2012) utilizaram imagens de TCFC para investigar as alterações na via aérea superior durante o crescimento e o desenvolvimento craniofacial, a fim de fornecer uma referência preditiva do padrão de crescimento. Avaliaram o crescimento da via aérea faríngea utilizando TCFC de 1.300 indivíduos saudáveis com idade entre 6 e 56 anos. Observaram que o tamanho e o comprimento da via aérea superior aumentam até os 20 anos de idade. Após este período, essas medidas diminuem lentamente. Já após os 40 anos de idade, essa redução é mais rápida. Os dados tridimensionais da via aérea superior fornecem uma referência do desenvolvimento craniofacial precoce com base no padrão respiratório e na anatomia do esqueleto facial.

Para verificar a capacidade de diagnóstico da TCFC na avaliação de características craniofaciais em pacientes com Apneia obstrutiva do sono (AOS), 154 pacientes adultos com queixas relacionadas ao sono foram submetidos a polissonografia e TCFC (BRUWIER et al., 2016). Entre os participantes do estudo, 127 (83%) tinham SAOS e apresentaram complexo maxilo-palatino mais estreito, mesmo quando este parâmetro foi ajustado estatisticamente para idade, gênero, altura, circunferência do pescoço e índice de massa corporal (IMC). As mensurações da via aérea superior utilizando TCFC propiciaram uma análise abrangente das estruturas ósseas e dos tecidos moles craniofaciais em pacientes com suspeita de SAOS, de maneira rápida e com baixo custo, auxiliando no diagnóstico. Contudo, observou-se a necessidade de considerar a avaliação clínica e outros meios de investigação como endoscopia, em decorrência da complexidade da obstrução em vários níveis da via aérea faríngea.

O crescente uso da tomografia computadorizada (TCFC) requer mudanças em nossos métodos de diagnóstico e planos de tratamento, bem como treinamento adicional (MOREIRA; DURÃO; CORREIA, 2012). Atualmente, em face a grande variedade de opções de sistemas digitais para a avaliação das imagens obtidas de forma digital, observa-se a necessidade de validar a confiabilidade das ferramentas e das metodologias utilizadas para a aplicação das mesmas (DUARTE et al., 2008).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo retrospectivo foi analisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Bauru - USP (Registro 1.198.382) e foi conduzido por meio da análise de tomografias computadorizadas de feixe cônico pré e pós-operatórias (TCFC) de pacientes acometidos por deformidade dentofacial e submetidos à cirurgia ortognática, realizados pela mesma equipe cirúrgica e obtidas no mesmo aparelho (I-Cat ® - Imaging Sciences, Hatfield, Pensilvânia - EUA). Amostra proveniente do acervo pessoal do Prof. Dr. Ghali Elias Ghali.

4.1 SELEÇÃO DA AMOSTRA

Na amostra estudada foram incluídos exames de tomografia computadorizada de indivíduos com deformidade dentofacial tratados cirurgicamente com o objetivo de reposicionamento dos maxilares por meio da cirurgia ortognática, que apresentem ao menos 01 tomografia computadorizada de feixe cônico pré-operatória (**T0**) e 01 tomografia computadorizada de feixe cônico pós-operatória (**T1**), obtidas no mesmo aparelho (I-Cat ® - Imaging Sciences, Hatfield, Pensilvânia - EUA), e que permitam visualizar os pontos anatômicos pré-determinados para a análise.

Os critérios para inclusão na amostra foram que houvesse nos registros do paciente ao menos uma imagem de TCFC pré-operatória (T0) e uma imagem de TCFC pós-operatória (T1), que houvessem sido obtidas com o mesmo equipamento (iCat-Kavo, Imaging Sciences International, Hatfield, PA), sem artefatos por deglutição ou movimento da língua ou a cabeça durante a aquisição do exame, e que o exame contivesse toda a área do espaço aéreo faríngeo com os marcos anatômicos necessários para a localização dos pontos de referência para as análises. Os critérios de exclusão incluíram ausência de imagens da TCFC no pré ou pós-operatório, posicionamento inadequado do indivíduo para a obtenção da TCFC, impossibilidade de observar os pontos anatômicos de referência necessários e, ainda, exames de indivíduos com com síndromes craniofaciais como fissura labiopalatina. Para selecionar os exames de TCFC dos indivíduos não foram consideradas quaisquer outras variáveis como idade, gênero ou tipo de deformidade.

4.2 DESENHO EXPERIMENTAL

4.2.1 Importação dos exames tomográficos

Após a seleção dos exames com base nos critérios de inclusão supracitados, como primeiro passo, as imagens tomográficas foram importadas para a base de dados do software Dolphin Imaging® 11.7® (Dolphin Imaging Systems LLC, Chatsworth, California), e nesse processo, o registro foi criado com base nas informações de identificação contidas nos arquivos DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine), inseridas pelo profissional durante a aquisição do exame. Os exames referentes aos dois tempos operatórios foram inseridos no mesmo registro, facilitando o controle ao realizar as análises experimentais.

No momento da análise das imagens cefalométricas foram coletados dados referentes ao gênero, idade e data do momento da aquisição do exame. Ainda, ao manipular as imagens registrou-se qual o procedimento realizado, o que após a análise totalizou três procedimentos, Osteotomia Lefort I da maxila, Osteotomia Sagital Bilateral do Ramo Mandibular e Osteotomia Vertical do Ramo Mandibular, executados em cinco combinações distintas. Todos os dados obtidos foram tabulados no programa Microsoft Excel 2016Ⓡ, para posterior análise descritiva.

4.2.2 Orientação do volume tomográfico

Em seguida, no modo de orientação, todas as imagens tomográficas de ambos os tempos operatórios foram reposicionadas e orientadas de maneira padronizada nas imagens de reconstrução tridimensional pelas vistas frontal, inferior e lateral direita, definindo a posição da imagem nos planos anatômicos de acordo com pontos cefalométricos pré-estabelecidos.

Inicialmente, para determinar o posicionamento do crânio no plano coronal, a linha média facial foi determinada pelo alinhamento vertical dos pontos de referência cefalométricos násio (N) e espinha nasal anterior (ENA) através de rotação da imagem em uma vista frontal. A linha correspondente ao plano sagital mediano foi reposicionada passando por esses mesmos pontos. Em seguida, o crânio foi orientado no plano axial posicionando a linha horizontal referente ao plano sagital passando

pelos pontos násio (N) e básio (Ba) em uma vista inferior. Por fim o crânio foi orientado no plano sagital ao posicionando a linha horizontal correspondente ao plano axial pelo rebordo orbitário inferior (Or) direito e pelo pório (P) direito. A linha referente ao plano coronal foi posicionada passando pelo ponto pório (Po) direito (Figura 1).

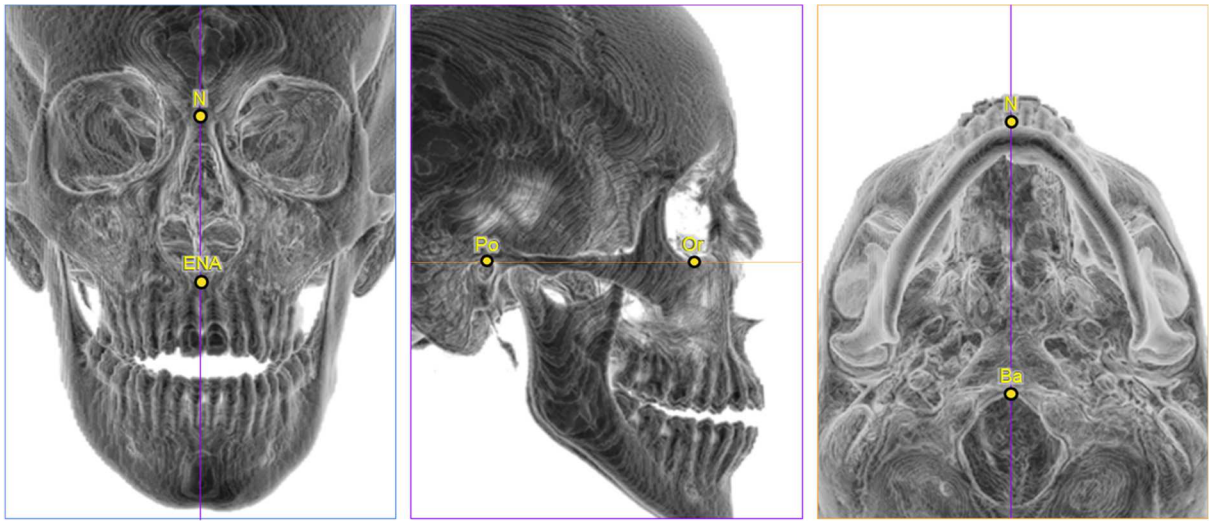


FIGURA 1. Ilustração da reorientação das imagens tomográficas nas vistas frontal e lateral, nos planos anatômicos sagital (linha roxa), axial (linha laranja) e coronal (linha azul). O plano sagital foi orientado na linha média esquelética da face, passando pelos pontos cefalométricos násio (N) e espinha nasal anterior (ENA); o plano axial (azul) foi posicionado alinhando o rebordo orbitário inferior (Or) direito e o pório (Po) direito, paralelamente ao plano horizontal de Frankfurt, e o plano coronal foi posicionado passando pelo ponto pório (Po) direito.

4.3 ANÁLISE CEFALOMÉTRICA

Com base no estudo de Gonçales et al. (2014), realizou-se análise cefalométrica de McNmara visando registrar os movimentos obtidos na mandíbula e na maxila em decorrência do procedimento cirúrgico. Inicialmente criou-se uma telerradiografia em norma lateral referente ao lado direito do crânio, utilizando a ferramenta *X-rays*, e, em seguida, as medidas cefalométricas foram obtidas através da indicação dos pontos de referência anatômicos necessários para a análise, utilizando a ferramenta específica no software Dolphin Imaging® 11.7. Os parâmetros avaliados foram: Posicionamento anteroposterior da maxila (A-NPerp) (mm), posição anteroposterior da maxila em relação à base do crânio (SNA) (º), comprimento efetivo da maxila (Co-A) (mm), comprimento efetivo da mandíbula (Co-Gn) (mm), inclinação do plano mandibular (FMA – Go-Gn FH) (º), altura do terço inferior da face AFAI (ENA-

Me) (mm), diferença no comprimento da maxila e da mandíbula (Co-Gn - Co-A) (mm), ângulo do eixo facial (Ba-Na ^ Pt-Gn) (ª), Posicionamento anteroposterior da mandíbula (Pg-NPerp) (mm), relação anteroposterior dos incisivos superiores com a maxila (1-A-NPerp) (mm) e relação anteroposterior do incisivo inferior com a mandíbula (1-APo) (mm) (Figura 2).

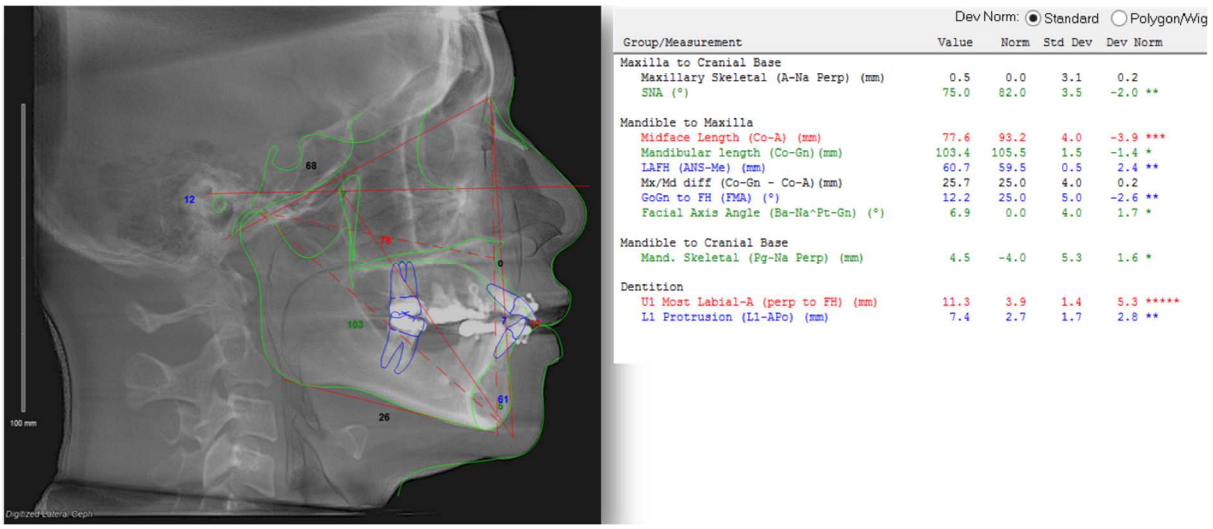


FIGURA 2. Ilustração da análise cefalométrica de McNamara, realizadas utilizando a ferramenta específica no software Dolphin Imaging® 11.7 sobre uma reconstrução em norma lateral gerada a partir da TCFC.

4.4 DISTRIBUIÇÃO AMOSTRAL

Para fins comparativos, a amostra foi distribuída de acordo com diferentes características isoladas. Em primeiro momento a distribuição dos indivíduos foi realizada levando em conta o tipo de procedimento cirúrgico que foi realizado, e em seguida, a amostra foi reorganizada considerando a movimentação resultante de determinados pontos cefalométricos do esqueleto facial considerados relevantes para a comparação. A subdivisão da amostra de acordo com esses diferentes critérios de interesse resultou em 4 distribuições que foram analisadas separadamente.

4.4.1 Distribuição Cirúrgica

4.4.1.1 Distribuição I - Osteotomias

Inicialmente os indivíduos foram distribuídos em grupos de acordo com o procedimento cirúrgico realizado. Considerando que a seleção da amostra não discriminou o tipo de deformidade ou procedimento realizado como critério de inclusão no momento da coleta dos exames, obtivemos uma amostra orgânica e assimétrica, representando a epidemiologia local de deformidades tratadas dentro do período estabelecido para coleta, e desta forma, não era esperado um número proporcional de indivíduos divididos entre os grupos. O movimento cirúrgico resultante do procedimento não foi considerado no momento da atribuição dos indivíduos aos grupos dentro dessa distribuição, mas apenas a osteotomia realizada foi considerada. Dessa forma, a amostra foi dividida em cinco grupos cirúrgicos (Tabela 1).

Na Distribuição I, a amostra foi subdividida em 5 grupos de acordo com o procedimento realizado:

- Grupo I: cirurgia maxilar isolada por meio da osteotomia Le Fort I;
- Grupo II: cirurgia mandibular isolada por meio da osteotomia sagital bilateral do ramo mandibular;
- Grupo III: cirurgia mandibular isolada por meio da osteotomia vertical intraoral do ramo mandibular;
- Grupo IV: cirurgia maxilar pela osteotomia Le Fort I associada a cirurgia mandibular pela osteotomia bilateral sagital do ramo mandibular;
- Grupo V: cirurgia maxilar pela osteotomia Le Fort I associada à cirurgia mandibular pela osteotomia vertical intraoral do ramo mandibular.

4.4.1.2 Distribuições Cefalométricas

Após a análise cefalométrica pré e pós operatória, com o objetivo de correlacionar o movimento final dos segmentos ósseos às alterações observadas nas dimensões do espaço aéreo faríngeo entre os tempos cirúrgicos, a amostra foi distribuída em grupos de acordo com o tipo e a magnitude da alteração utilizando três referências cefalométricas que relacionam-se com a projeção e a inclinação dos segmentos ósseos movimentados, e que apresentaram a maior correlação durante os ensaios amostrais. Os pontos de referência selecionados foram a distância do ponto localizado na maior concavidade da porção anterior da maxila (A) até a linha vertical que passa pelo ponto Násio (N) e é perpendicular ao plano horizontal de Frankfurt (FH) (A-NPerp) para determinar a diferença na projeção anteroposterior da maxila, a distância do ponto Pogônio (Pg), ponto mais anterior do contorno da sínfise mentoniana, até a linha vertical que passa pelo ponto Násio (N) e é perpendicular ao plano horizontal de Frankfurt (FH) (Pg-NPerp), determinando a projeção anteroposterior da mandíbula, e o plano mandibular, que consiste no ângulo entre a linha que passa pelos pontos Gônio (Go) e Gnátio (Gn) e o plano horizontal de Frankfurt (FH) (FMA), que representa a inclinação do corpo mandibular.

Para essas novas distribuições a amostra foi dividida de maneira que se obtivesse maior proporcionalidade do número de indivíduos entre os grupos, buscando resultados com maior poder amostral. Ainda, nessas distribuições foram descartados os indivíduos que apresentaram uma diferença menor que 0,2mm para medidas lineares ou 0,2º para a mensuração angular em questão, devido a esses critérios individualizados, o número total de indivíduos difere entre cada uma das distribuições apresentadas.

Nas distribuições que levam em conta alterações do posicionamento de pontos cefalométricos não são levados em conta os procedimentos realizados, mas apenas o resultado final do posicionamento dos segmentos.

Distribuição II - A-NPerp

Na Distribuição II (A-NPerp) a amostra foi dividida em 4 grupos de acordo com a magnitude do movimento resultante no ponto de cefalométrico *A* (T1-T0):

Grupo 1: grupo de recuo, com valores menores que -0,2mm
Grupo 2: grupo de avanço menor, com valores de +0,2mm a +1,9mm
Grupo 3: grupo de avanço médio, valores de +2,0mm a +4,9mm
Grupo 4: grupo de avanço maior, com valores maiores a +5,0mm

Distribuição III - Pg-NPerp

Na Distribuição III (Pg-NPerp) a amostra foi dividida em 5 grupos de acordo com a magnitude do movimento resultante no ponto de cefalométrico *Pg* (T1-T0):

Grupo 1: grupo de recuo maior, com valores menores que -3mm
Grupo 2: grupo de recuo menor, com valores de -2,9mm a -0,2mm
Grupo 3: grupo de avanço menor, com valores de +0,2mm a +1,9mm
Grupo 4: grupo de avanço médio, com valores de +2mm a +4,9mm
Grupo 5: grupo de avanço maior, com valores maiores que +5mm

Distribuição IV – FMA

Na Distribuição IV (FMA) a amostra foi dividida em 4 grupos de acordo com a magnitude da alteração nesse plano de referência cefalométrico *FMA* (T1-T0):

Grupo 1: grupo de fechamento maior, apresentando valores menores que -2º
Grupo 2: grupo de fechamento menor, apresentando valores entre -1,9º a -0,2º
Grupo 3: grupo de abertura menor, apresentando valores entre +0,2º a +1,9º
Grupo 4: grupo de abertura maior, apresentando valores maiores que +2,0º

4.5 SEGMENTAÇÃO DAS VIAS AÉREAS SUPERIORES

Durante a análise dos exames de TCFC foram obtidas as mensurações do volume (mm^3) do espaço aéreo faríngeo (EAF), e da área (mm^2) da região de maior constrição axial (AMC). Todas as análises foram realizadas com o programa Dolphin Imaging® versão 11.7 (Dolphin Imaging Systems LLC, Chatsworth, Califórnia, EUA), utilizando a ferramenta *Sinus/Airway*. A mensurações são realizadas delimitando a área de interesse com a demarcação de pontos anatômicos em uma reconstrução sagital, formando um polígono, e em seguida indicando o limiar de detecção que preenchesse adequadamente o espaço visível. Para um estudo detalhado do espaço aéreo faríngeo a área foi subdividida em compartimentos.

Para realizar as mensurações volumétricas das vias aéreas superiores, as mesmas foram subdividiram em quatro compartimentos, de acordo com pontos cefalométricos pré-selecionados (Tabela 1), sendo eles o espaço faríngeo total, compreendendo toda a área de interesse, que posteriormente foi dividido em orofaringe total (ORO_T), a orofaringe superior (ORO_S), a orofaringe inferior (ORO_I) e a nasofaringe (NASO) (Figura 2) (Tabela 2). A divisão foi adaptada com referência nos estudos de Smith et al. (2012), Guijarro-Martínez e Swennen (2013) e Gonçales et al. (2014), considerando os limites anatômicos dos espaços faríngeos.

TABELA 1: Descrição dos pontos craniométricos utilizados para delimitar os compartimentos das vias aéreas superiores para as mensurações de área e volume.

Abreviatura	Descrição
S	Sela
ENP	Espinha nasal posterior
U	Úvula
VH	Ponto localizado posterior ao osso hióde na altura da Valécula
C1	Ponto anterior e superior da primeira vértebra cervical
C2	Ponto anterior e inferior da segunda vértebra cervical
C3	Ponto anterior e inferior da terceira vértebra cervical

A análise das tomografias visa obtenção dos valores de volume (mm^3) do espaço aéreo faríngeo superior, por meio da utilização do *software* Dolphin Imaging® (Dolphin Imaging Systems LLC, Chatsworth, CA, EUA, por meio da ferramenta *Airway Measurement*. Para isso foi mensurado o espaço aéreo faríngeo e seus compartimentos por meio da demarcação de pontos anatômicos nas reconstruções sagitais medianas de TCFC no software (Figuras 1 a 3). Adaptadas com base no estudo de Guijarro-Martinez e Swennen (2013) e Gonçales (2014). Para padronização, de modo a aumentar a reprodutibilidade das mensurações obtidas, as análises foram realizadas utilizando as imagens com a mesma orientação descrita na etapa inicial da metodologia, previamente à realização das análises cefalométricas.

TABELA 2: Descrição dos limites anatômicos utilizados para segmentar os compartimentos utilizados nas mensurações de área e volume das vias aéreas superiores.

Região	Limites	Linhas de referência
Espaço aéreo faríngeo total	Anterior	Linha estendendo da espinha nasal posterior (ENP), passando pela úvula (U) até a valécula (VH)
	Posterior	Linha estendendo da terceira vértebra cervical (C3), passando pela primeira vértebra cervical (C1) até a Sela (S)
	Superior	Linha estendendo da Sela (S) até a espinha nasal posterior (ENP)
	Inferior	Linha estendendo da valécula (VH) até a terceira vértebra cervical (C3)
Orofaringe Total	Anterior	Linha estendendo da espinha nasal posterior (ENP), passando pela úvula (U) até a valécula (VH)
	Posterior	Linha estendendo da terceira vértebra cervical (C3) até a primeira vértebra cervical (C1)
	Superior	Linha estendendo da primeira vértebra cervical (C1) até a espinha nasal posterior (ENP)
Nasofaringe	Anterior	Linha estendendo da sela túrcica (S) até a espinha nasal posterior (ENP)
	Posterior	Linha estendendo da primeira vértebra cervical (C1) até a Sela (S)
	Inferior	Linha estendendo da espinha nasal posterior (ENP) até a primeira vértebra cervical (C1)
Orofaringe Superior	Anterior	Linha estendendo da espinha nasal posterior (ENP) até a úvula (U)
	Posterior	Linha estendendo da segunda vértebra cervical (C2) até a primeira vértebra cervical (C1)
	Superior	Linha estendendo da primeira vértebra cervical (C1) até a espinha nasal posterior (ENP)
	Inferior	Linha estendendo da úvula (U) até a segunda vértebra cervical (C2)
Orofaringe Inferior	Anterior	Linha estendendo da úvula (U) até a valécula (VH)
	Posterior	Linha estendendo da terceira vértebra cervical (C3) até a segunda vértebra cervical (C2)
	Superior	Linha estendendo da segunda vértebra cervical (C2) até a úvula (U)
	Inferior	Linha estendendo da valécula (VH) até a terceira vértebra cervical (C3)

4.5.1 Avaliação do espaço aéreo faríngeo

Para a análise do espaço aéreo faríngeo, obtiveram-se as mensurações volumétricas (mm^3) do espaço aéreo faríngeo total, nasofaringe, orofaringe total, orofaringe superior, orofaringe inferior. As medidas foram realizadas delimitando-se a área de interesse nas reconstruções sagitais, por meio da ferramenta *Sinus/Airway*, através da seleção de pontos que, após unidos, formavam um polígono representando a área a ser avaliada. Inicialmente, para essa análise, o espaço aéreo faríngeo total foi delimitado, compreendendo todo o volume entre os pontos C1-S- ENP-U-VH-C3. Seguindo a seguinte sequência:

As etapas utilizadas na avaliação do volume do espaço aéreo faríngeo total foram as seguintes (Figura 3):

a) Delimitação dos limites da área de interesse por meio do posicionamento de pontos (C1-S-ENP-U-VH-C3), que eram unidos pelo software formando um polígono;

b) Com a região ser mensurada definida, o avaliador adicionou pontos que indicavam a área a ser detectada, manipulando o limiar de detecção de modo a obter um preenchimento da via aérea;

c) A ferramenta detectou automaticamente as áreas mais hipodensas da imagem que foram interpretadas como via aérea;

d) Finalmente, o valor do volume do espaço aéreo faríngeo mensurado em mm^3 de acordo com os limites predefinidos foi obtido.

Após a obtenção dos valores volumétricos do espaço aéreo faríngeo total, mantendo a delimitação dos limites do EAF, os limites superior e inferior para detecção da região de menor área axial (AMC) foram definidos, posicionando duas linhas determinando os limites superior e inferior sobre o ponto central da reconstrução sagital. Após a delimitação o software detecta automaticamente a região de maior constrição axial e apresentava a mensuração da área axial em mm^2.

Após a obtenção de todos os valores das mensurações do espaço faríngeo total, realizou-se a mensuração do espaço orofaríngeo total, nasofaríngeo, orofaríngeo superior e orofaríngeo inferior, isoladamente, sendo eles:

a) O segmento da orofaringe (C1-ENP-U-VH-C3);

b) O segmento superior, ou nasofaringe (C1-S-ENP);

c) O segmento central, ou orofaringe superior (C1-ENP-U-C2);

d) O segmento inferior, ou orofaringe inferior (C2-U-VH-C3).

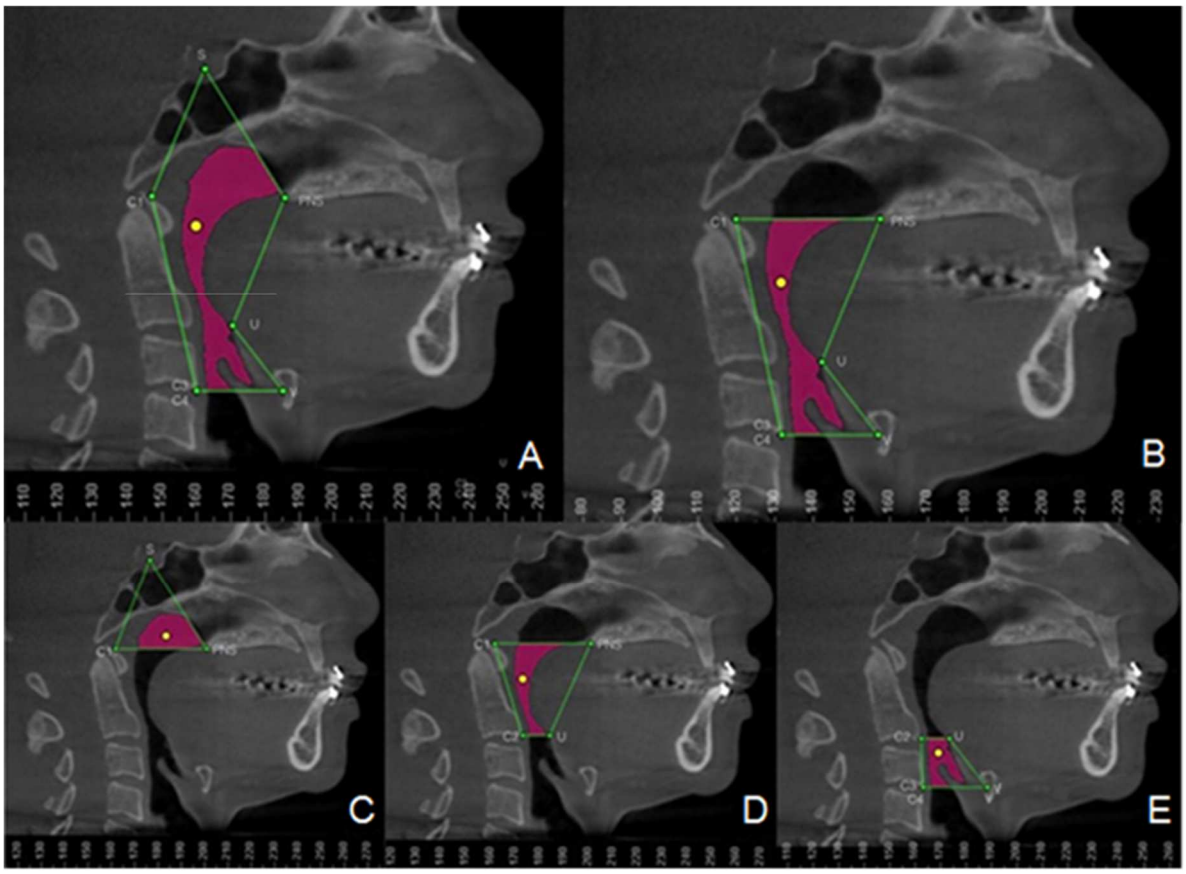


FIGURA 3. Obtenção das medidas do volume aéreo faríngeo em três etapas: a) obtenção do volume do espaço aéreo faríngeo total (C1-S-ENP-U-VH-C3); b) volume dos espaço aéreo total da orofaringe (C1-ENP-U-VH-C3); c) volume do espaço aéreo da nasofaringe (C1-S-ENP); d) volume do espaço aéreo da orofaringe superior (C1-ENP-U-C2); e) volume do espaço aéreo da orofaringe inferior (C2-U-VH-C3).

4.5.2 Determinando o limiar a sensibilidade para detecção volumétrica

O valor para o limiar de detecção mais apropriado para a análise das vias aéreas superiores neste estudo foi determinado individualmente. Frequentemente o valor do limiar de detecção que é automaticamente aplicado pela ferramenta resulta na detecção meramente parcial do espaço aéreo faríngeo. Considerando a necessidade de adaptar esse limiar para melhor representar a área de estudo, esse valor foi alterado manualmente para cada indivíduo durante a análise do exame pré-operatório, aumentando a sensibilidade de detecção até que o espaço aéreo faríngeo fosse completamente preenchido na figura de referência apresentada sobre a reconstrução sagital. O valor do limiar de detecção variou de 50 e 76 entre os indivíduos da amostra que foram analisados, e esse valor obtido no exame inicial foi utilizado como o limiar de sensibilidade para análise do espaço aéreo faríngeo no exame pós-operatório. Esse método foi desenvolvido com referência nos estudos de Alves Jr et al. (2012), Guijarro-Martínez e Swennen (2013) e Martins et al. (2018).

4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todas as medidas foram realizadas por dois examinadores, sendo que a sua análise foi realizada em dois períodos distintos. Os dados coletados foram tabulados e a acurácia do método foi testada através análise do erro aleatório pelo teste de Dahlberg e do erro sistemático com o teste de T pareado (HOUSTON, 1983; CANÇADO; LAURIS, 2014). Para essa etapa foi utilizada a replicação das mensurações volumétricas do espaço aéreo faríngeo de toda a amostra. Em seguida, o teste estatístico Shapiro-Wilk foi aplicado a cada variável para avaliar a hipótese de normalidade da amostra.

Para verificar possível significância da porcentagem de diferença entre as variáveis obtidas pelas amostras emparelhadas (T0 e T1), realizou-se o teste dos postos sinalizados de Wilcoxon, tanto das mensurações lineares e de área quanto das medidas cefalométricas. Para esta análise, considerou-se cada um dos formatos de distribuição dos grupos separadamente.

Para verificar a existência de correlações significativas entre a porcentagem das alterações obtidas nas variáveis volumétricas e cefalométricas, foi aplicado o teste de correlação de postos de Spearman.

E por fim, executou-se o teste dos modelos lineares generalizados (MLG) para verificar quais das variáveis cefalométricas isoladamente podem predizer as alterações obtidas nos valores das variáveis volumétricas e verificar se a interação entre essas variáveis também podem ser preditores relevantes. Para ambos os testes se calculou a porcentagem de variação entre as variáveis antes e depois da intervenção (T0 e T1). Assim, verificou-se se a porcentagem de variação nas medidas cefalométricas influenciou a porcentagem de variação nas medidas volumétricas. Para todos os testes, considerou-se o nível de significância $p < 0,05$.

Todos procedimentos estatísticos foram realizados no software SPSS versão 19.0 (SPSS, Chicago, IL, EUA).

5 RESULTADOS

5 RESULTADOS

Foram analisados exames de TCFC pré e pós-operatórios de 135 pacientes submetidos à cirurgia ortognática. Desses, 84 indivíduos eram do gênero feminino e 51 do masculino e a idade média foi de 23,34 (dp = 8,08) anos. O tempo médio da aquisição da TCFC no pós-operatório foi de 56 (DP = 175,5) dias, sendo que o mínimo teve 28 dias e o máximo 1134 dias.

O grupo I (avanço maxilar isolado pela osteotomia Le Fort I) foi de 76 indivíduos, enquanto o grupo II (avanço mandibular isolado pela osteotomia bilateral das rampas sagitais) foi de 30 indivíduos, o grupo III (recuo mandibular isolado pela osteotomia do ramo vertical intraoral) foi de 6 indivíduos. O Grupo IV (avanço maxilar pela osteotomia Le Fort I associada ao avanço mandibular pela osteotomia bilateral das rampas sagitais) foi de 12 indivíduos e o Grupo V (avanço maxilar pela osteotomia Le Fort I associada ao revés mandibular pela osteotomia vertical intraoral do ramo) foi de 11 indivíduos **(Figura 4)**.

O avanço maxilar médio para o Grupo I foi de 4,2 mm, enquanto o avanço mandibular no Grupo II foi de 3,4 mm e o recuo mandibular médio obtido no Grupo III foi de 2,5 mm. No Grupo IV, o avanço maxilar médio foi de 2mm e o avanço mandibular, de 2,3mm. Já no Grupo V, o avanço maxilar médio foi de 3,3 mm e o recuo mandibular de 5,3 mm.

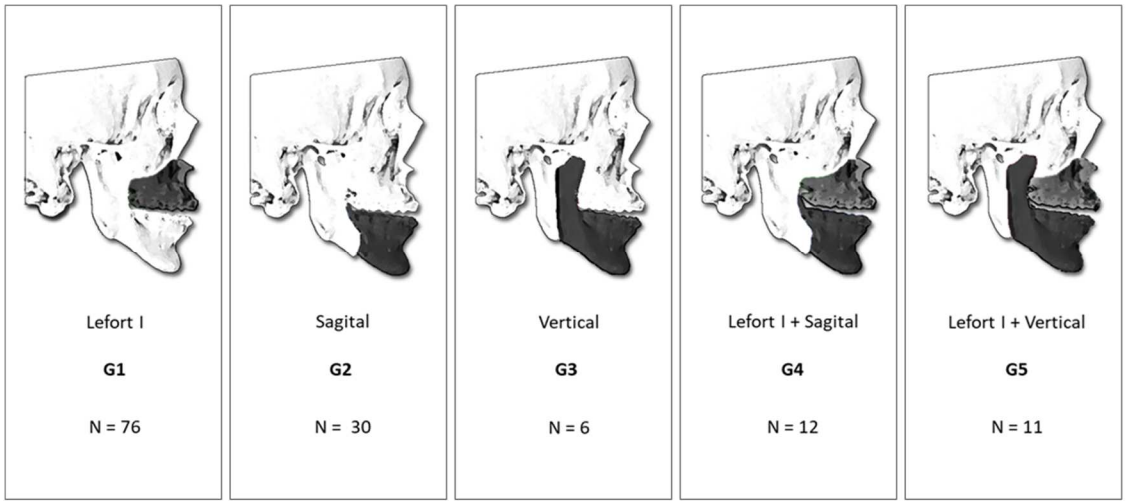


FIGURA 4. Ilustração da distribuição cirúrgica, subdividindo a amostra em grupos de acordo com o procedimento realizado.

5.1 TESTE DO ERRO INTEREXAMINADOR

A análise estatística do erro aleatório e sistemático neste estudo não mostrou diferenças estatisticamente significantes para o volume a para as medidas lineares, e o erro do método obtido pela fórmula de Dahlberg ficou na faixa de 0,2 a 1,7% para o cálculo do volume; para medições lineares, o intervalo foi de 0,3 a 2,5%; apresentando porém diferença significativa para a mensuração da região de menor área axial (AMC) **(Tabela 3)**.

TABELA 3. Avaliação do erro interexaminador para cada variável comparando a média das medidas extraídas pelo avaliador 1, avaliador 2 e da diferença entre os dois. Além disso, estão descritos os resultados do teste de Dahlberg, para avaliação do erro causal e do Teste T para o erro sistemático.

	Avaliador 1		Avaliador 2		Diferença		Dahlberg	Teste T Sistemático	
	Média	D.P.	Média	D.P.	Média	D.P.		*t*	*p*
AMC_T0	159,30	83,33	147,71	77,06	-11,68	60,61	43,33	**2,231**	**0,027**
AMC_T1	204,94	105,38	183,53	91,32	-21,57	76,61	55,88	**3,258**	**0,001**
TOTAL_T0	21096,42	6632,25	21002,39	6858,92	-95,10	4608,81	3235,38	0,238	0,812
TOTAL_T1	25024,72	8071,00	24660,70	8220,63	-354,08	5823,96	4095,15	0,729	0,467
OROT_T0	16267,10	5754,57	16235,43	6071,87	-31,91	3991,75	2801,70	0,093	0,926
OROT_T1	19914,90	7206,25	19660,63	7413,66	-257,68	5325,19	3741,89	0,557	0,579
OROS_T0	9451,87	3659,51	9507,45	3946,25	56,00	2717,84	1907,92	0,239	0,812
OROS_T1	11498,50	4666,46	11407,81	4434,10	-91,37	3989,12	2800,50	0,265	0,791
OROI_T0	6815,23	3098,30	6741,64	3088,40	-74,25	2103,85	1477,51	0,408	0,684
OROI_T1	8416,41	4503,48	8273,82	3918,83	-145,21	3277,86	2302,83	0,507	0,613
NASO_T0	4829,32	1788,67	4792,07	1701,47	-38,10	1150,53	807,94	0,378	0,706
NASO_T1	5111,48	1838,06	5050,64	1737,81	-46,89	1339,96	941,03	0,526	0,6

* - Negrito: Valores p < 0,05.

5.2 AVALIAÇÃO VOLUMÉTRICA DO ESPAÇO AÉREO FARÍNGEO

5.2.1 Distribuição Cirúrgica

Os resultados mostraram que houve aumento estatisticamente significante do volume do espaço aéreo faríngeo de indivíduos submetidos a cirurgia maxilar, por meio da osteotomia Lefort I (Grupo I). Nesse grupo, houve aumento estatisticamente significativo do espaço aéreo faríngeo total (20,1%), nasofaringe (11,2%), orofaringe total (22,8%), orofaringe superior (23,3%), orofaringe inferior (22,2%), na área de maior constrição (23,6%) e na medida A-NPerp 4,2mm conforme citado na tabela 5.

Nos indivíduos submetidos à cirurgia mandibular por meio de osteotomia sagital bilateral da mandíbula isolada (Grupo II), foi encontrada diferença estatisticamente significante com o aumento da área e volume do espaço aéreo da orofaringe total (20,7%), orofaringe superior (24,7%), orofaringe inferior (15,4%), área axial mínima (40,8%), medida PG-NPERP 3,4mm e FMA 1,6º (tabela 5).

No recuo mandibular isolado por meio da osteotomia vertical do ramo mandibular (Grupo III), houve diferença estatisticamente significante na nasofaringe (24,9%) e na medida PG-NPERP onde houve recuo médio de -2,5mm (tabela 5).

O grupo IV, cirurgias de avanço bimaxilar, com uso de osteotomia Le Fort I associada a osteotomia sagital bilateral da mandíbula, mostrou um aumento estatisticamente significativo na área de maior constrição (75,6%), volume total da faringe (33,4%), orofaringe total (50,2%), orofaringe superior (46,6%) e orofaringe inferior (54,8%) conforme citado na tabela 5.

No grupo V onde houve avanço maxilar por meio da osteotomia Le Fort I associado ao recuo mandibular pela osteotomia vertical do ramo mandibular, houve aumento estatisticamente significante nos parâmetros cefalométricos A-NPerp de 3,3mm, Pg-NPerp, com recuo de -5,3mm mandibular, e FMA de 8º de inclinação (giro horário) para o plano mandibular conforme citado na tabela 5. Este grupo não apresentou alterações estatisticamente significante em qualquer parâmetro do volume do EAF ou da AMC

Os valores médios dos dados que foram coletados para essa distribuição da amostra, sendo esses as médias dos valores absolutos do pré e pós operatórios, bem como a diferença em porcentagem (T1-T0) podem ser observados na tabela 4.

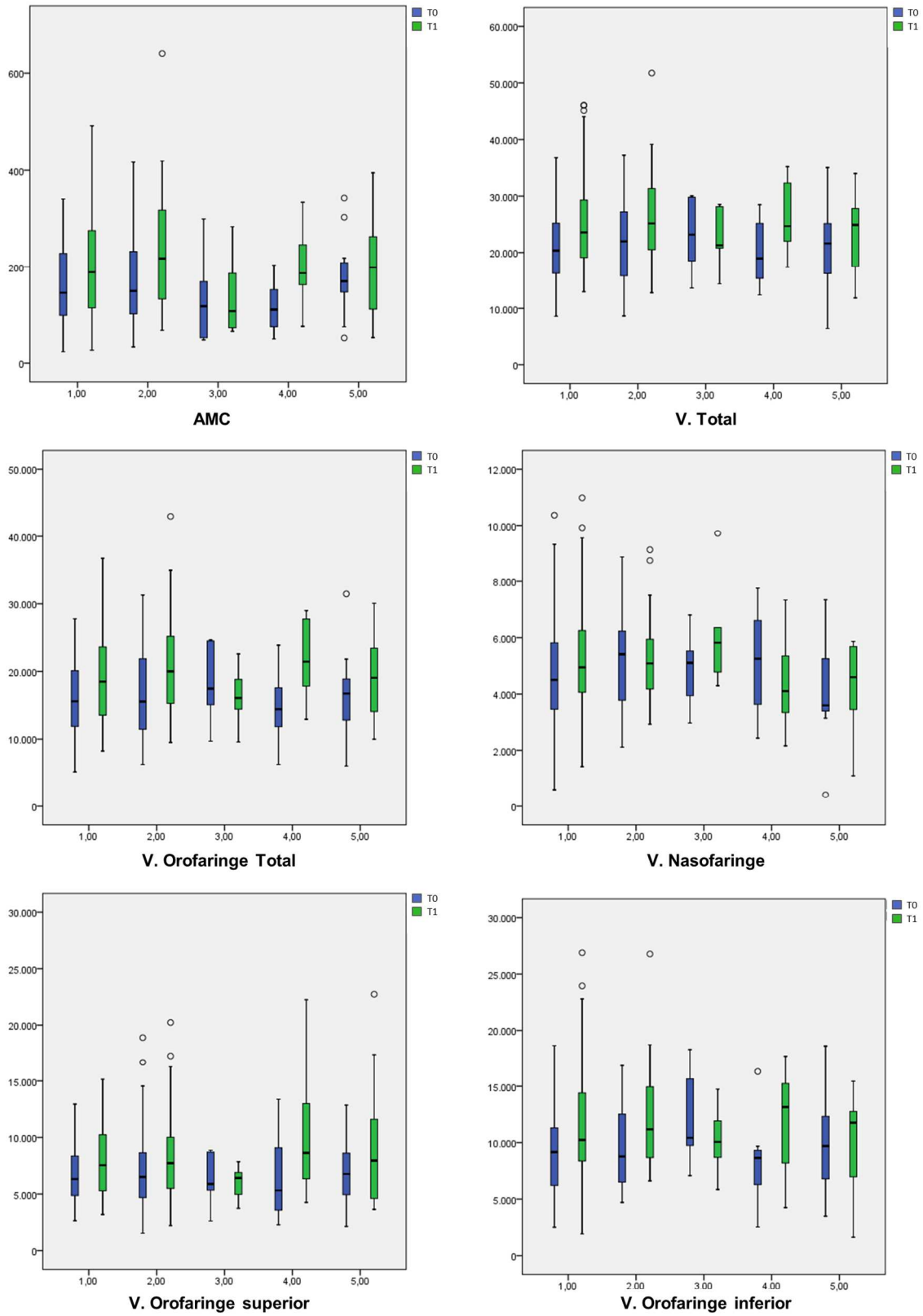
TABELA 4. Variações entre os tempos operatórios (T1-T0) para as variáveis AMC e volume do EAF dentro do Grupo Cirúrgico.

			AMC			Total			Orofaringe T			Orofaringe S			Orofaringe I			Nasofaringe		
Grupo	**n**		**T0**	**T1**	**Dif (%)**	**T0**	**T1**	**Dif (%)**	**T0**	**T1**	**Dif (%)**	**T0**	**T1**	**Dif (%)**	**T0**	**T1**	**Dif (%)**	**T0**	**T1**	**Dif (%)**
1	76	média	163	200,9	23,6	20680,5	24846,9	20,1	15969,4	19609,6	22,8	9268,3	11423,9	23,3	6701,0	8185,8	22,2	4711,1	5237,3	11,2
		dp	82	100,9	22,5	6103,6	8336,0	36,6	5165,7	7295,0	41,2	3500,2	4908,6	40,2	2504,5	4299,3	71,7	1829,3	1977,8	8,1
2	30	média	166	234,0	40,8	22408,0	25949,9	15,8	17183,4	20743,1	20,7	9835,5	12263,0	24,7	7347,9	8480,0	15,4	5224,6	5214,3	-0,2
		dp	82	100,9	22,5	6103,6	8336,0	36,6	5165,7	7295,0	41,2	3500,2	4908,6	40,2	2504,5	4299,3	71,7	1829,3	1977,8	8,1
3	6	média	134	137,3	2,5	23056,0	22401,0	-2,8	18147,1	16269,8	-10,3	11937,3	10220,7	-14,4	6209,7	6049,1	-2,6	4909,0	6131,2	24,9
		dp	95	85,2	-9,9	6673,1	5292,0	-20,7	5871,8	4372,0	-25,5	4177,9	3016,6	-27,8	2353,1	1483,1	-37,0	1323,5	1919,4	45,0
4	12	média	114	200,7	75,6	19867,5	26499,2	33,4	14734,0	22135,1	50,2	8200,2	12020,4	46,6	6533,9	10114,7	54,8	5133,5	4364,2	-15,0
		dp	49	68,5	40,1	5803,2	6164,8	6,2	5242,4	5760,5	9,9	3481,3	4399,1	26,4	3793,0	5134,6	35,4	1833,9	1604,4	-12,5
5	11	média	181	195,6	7,9	20664,9	23552,7	14,0	16471,9	19331,8	17,4	9683,3	10056,7	3,9	6788,6	9275,0	36,6	4193,0	4220,9	0,7
		dp	85,8	108,5	26,5	8110,5	7802,2	-3,8	6968,3	6963,3	-0,1	4452,0	4277,1	-3,9	3047,0	6232,2	104,5	1939,1	1644,6	-15,2

TABELA 5. Teste dos postos sinalizados de Wilcoxon para cada uma das variáveis analisadas separadamente para dos grupos da distribuição de acordo com o tipo de cirurgia.

	Grupos Cirúrgicos (N = 135)														
	1			2			3			4			5		
Variável	n	z	p	n	z	p	n	z	p	n	z	p	n	z	p
AMC	76	-3,831	**< 0,001**	30	-3,147	**0,002**	6	-0,524	0,600	12	-3,059	**0,002**	11	-0,978	0,328
TOTAL	76	-5,602	**< 0,001**	30	-2,931	**0,003**	6	-0,314	0,753	12	-2,981	**0,003**	11	-1,511	0,131
ORO_T	76	-5,167	**< 0,001**	30	-2,931	**0,003**	6	-0,943	0,345	12	-3,059	**0,002**	11	-1,6	0,110
ORO_S	76	-5,239	**< 0,001**	30	-3,281	**0,001**	6	-1,153	0,249	12	-2,824	**0,005**	11	-0,356	0,722
ORO_I	76	-3,386	**0,001**	30	-2,108	**0,035**	6	-0,524	0,600	12	-3,059	**0,002**	11	-1,379	0,168
NASO	76	-3,293	**0,001**	30	-0,051	0,959	6	-1,992	**0,046**	12	-1,726	0,084	11	-0,089	0,929
A_NPERP	76	-7,053	**< 0,001**	30	-0,309	0,758	6	-0,524	0,600	12	-1,923	0,055	11	-2,669	**0,008**
PG_NPERP	76	-1,905	0,057	30	-4,282	**< 0,001**	6	-2,201	**0,028**	12	-1,804	0,071	11	-2,401	**0,016**
FMA	76	-1,454	0,146	30	-2,294	**0,022**	6	-1,363	0,173	12	-0,039	0,969	11	-2,402	**0,016**

* - Negrito: Valores p < 0,05; n: tamanho amostral; z: escore-z; p: significância estatística.



QUADRO 1. Gráficos do tipo boxplot dos postos sinalizados de Wilcoxon para cada uma das variáveis analisadas separadamente para dos grupos da distribuição de acordo com o tipo de cirurgia.

	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
AMC	↑	↑	–	↑	–
V. Total	↑	↑	–	↑	–
V. Orofaringe total	↑	↑	–	↑	–
V. Nasorfaringe	↑	–	↑	–	–
V. Orofaringe superior	↑	↑	–	↑	–
V. Orofaringe inferior	↑	↑	–	↑	–

QUADRO 2. Quadro resumindo os resultados do teste dos postos sinalizados de Wilcoxon, indicando a significância da alteração das variáveis analisadas para os grupos da distribuição por tipo de Cirurgia. As setas para cima (verde) indicam onde houve aumento com significância estatística ($p < 0,05$) da AMC e do volume em cada um dos grupos e subdivisões do espaço aéreo faríngeo estudados.

Não houve correlação estatisticamente significante entre as variáveis cefalométricas e volumétricas nos Grupos Cirúrgicos I e II, resultado obtido através do teste de Spearman. **(TABELA 6)**

No Grupo Cirúrgico III, foi possível observar que a medida cefalométrica do ângulo FMA (Go-Gn FH) apresentou correlação significativa com volume total (r =**0,829** e p =**0,042**) e na orofaringe superior (r = **0,943** e p =**0,005**). A relação foi positiva, onde o aumento do ângulo (possível giro horário da mandíbula) relacionou-se com aumento no volume total e do segmento superior da orofaringe. **(TABELA 6)**

No Grupo Cirúrgico IV houve correlação entre a medida cefalométrica Pg-NPerp com a área de maior contrição (r = **-0,601** e p =**0,039**) e com a orofaringe superior (r = **-0,643** e p =**0,024**). Também na medida cefalométrica FMA apresentou correlação significativa com a orofaringe inferior (r = **0,706** e p =**0,01**). A correlação foi

positiva, onde o avanço Pg-NPerp resultou em aumento da AMC e orofaringe superior, e o aumento do ângulo (possível giro horário da mandíbula) aumento da orofaringe inferior. **(TABELA 6)**

O Grupo Cirúrgico V apresentou correlação significativa entre a medida cefalométrica FMA com a Orofaringe Inferior (r = **-0,645** e p =**0,032**). A correlação foi positiva. **(TABELA 6)**

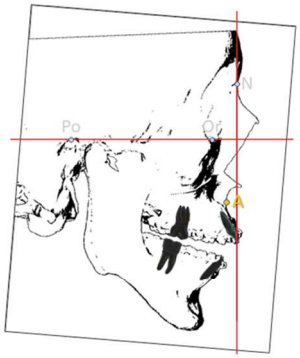
TABELA 6. Testes de correlação de Spearman entre as variáveis cefalométricas e volumétricas em cada uma das categorias da distribuição de acordo com o tipo de cirurgia.

		Grupo Cirúrgico (N = 135)														
Variável		1			2			3			4			5		
		A_NPERP	PG_NPERP	FMA	A_NPERP	PG_NPERP	FMA	A_NPERP	PG_NPERP	FMA	A_NPERP	PG_NPERP	GOGGN	ANPERP	PGNPERP	GOGGN
AMC	r	0,065	-0,001	-0,09	-0,099	0,148	-0,094	-0,143	0,314	-0,771	-0,182	**-0,601**	0,021	0,427	0,409	-0,273
	p	0,575	0,994	0,437	0,603	0,436	0,622	0,787	0,544	0,072	0,572	**0,039**	0,948	0,19	0,212	0,417
	n	76	76	76	30	30	30	6	6	6	12	**12**	12	11	11	11
TOTAL	r	0,006	0,008	-0,069	-0,045	0,077	-0,095	-0,143	-0,2	**0,829**	-0,147	-0,524	0,545	0,227	0,227	0,009
	p	0,961	0,945	0,552	0,813	0,684	0,618	0,787	0,704	**0,042**	0,649	0,08	0,067	0,502	0,502	0,979
	n	76	76	76	30	30	30	6	6	**6**	12	12	12	11	11	11
ORO_T	r	-0,002	0,038	-0,077	0,071	0,095	-0,115	0,257	0,029	0,543	-0,133	-0,538	0,413	0,045	0,373	-0,227
	p	0,988	0,743	0,507	0,709	0,616	0,545	0,623	0,957	0,266	0,681	0,071	0,183	0,894	0,259	0,502
	n	76	76	76	30	30	30	6	6	6	12	12	12	11	11	11
ORO_S	r	0,079	-0,054	0,089	-0,026	0,23	-0,241	-0,6	-0,6	**0,943**	-0,126	**-0,643**	0,091	0,2	0,236	0,155
	p	0,496	0,644	0,442	0,89	0,221	0,2	0,208	0,208	**0,005**	0,697	**0,024**	0,779	0,555	0,484	0,65
	n	76	76	76	30	30	30	6	6	**6**	12	**12**	12	11	11	11
ORO_I	r	-0,116	0,067	-0,156	0,124	0,02	-0,091	0,2	0,143	0,029	-0,35	-0,343	**0,706**	0,182	0,418	**-0,645**
	p	0,32	0,568	0,179	0,513	0,918	0,632	0,704	0,787	0,957	0,265	0,276	**0,01**	0,593	0,201	**0,032**
	n	76	76	76	30	30	30	6	6	6	12	12	**12**	11	11	**11**
NASO	r	0,117	0,08	-0,151	-0,042	-0,234	0,179	-0,086	-0,086	0,429	0,147	0,112	0,531	0,191	-0,045	0,145
	p	0,315	0,491	0,192	0,825	0,213	0,344	0,872	0,872	0,397	0,649	0,729	0,075	0,574	0,894	0,67
	n	76	76	76	30	30	30	6	6	6	12	12	12	11	11	11

* - Negrito: Valores p < 0,05, r = coeficiente de ranqueamento de Spearman

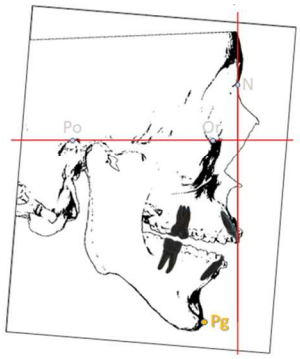
5.3 GRUPOS CEFALOMÉTRICOS

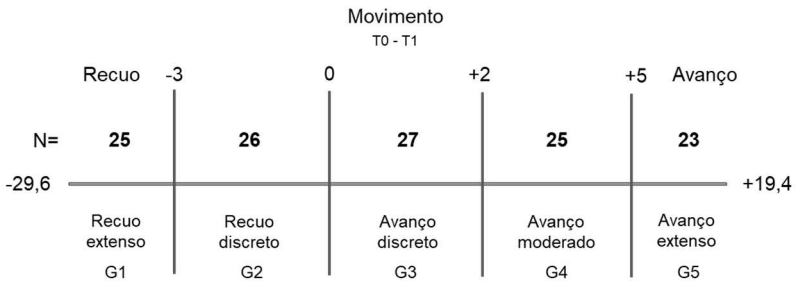
II - Distribuição da amostra em grupos de acordo com a movimentação da maxila *(A-NPerp)*



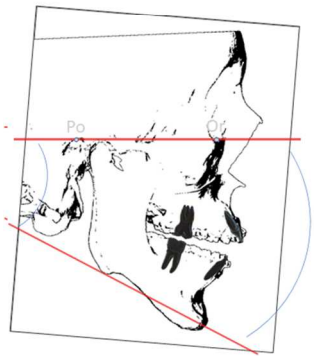


III - Distribuição da amostra em grupos de acordo com a movimentação da mandíbula *(Pg-NPerp)*





IV - Distribuição da amostra em grupos de acordo com a inclinação do plano mandibular *(FMA)*



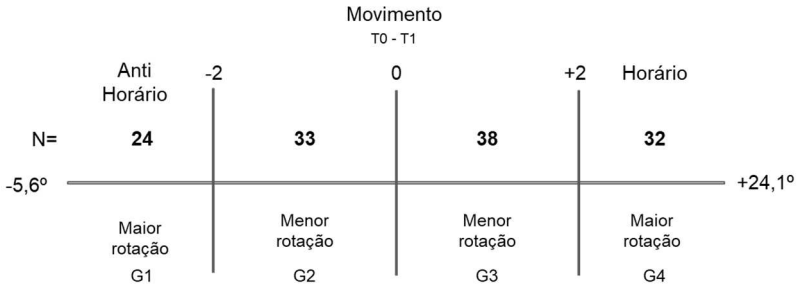


FIGURA 5. Ilustração da distribuição da amostra de acordo com os parâmetros cefalométricos selecionados da análise de McNamara, subdividindo a amostra em grupos de acordo com a magnitude da variação pré e pós-operatória (T1-T0) dos movimentos lineares anteroposteriores da maxila (II - A-NPerp), da mandíbula (III - Pg-NPerp) e ângulo do plano mandibular (FMA).

5.3.1 Distribuição II A-NPerp

Dentro distribuição A-NPerp temos os resultados com base na movimentação da maxila. **(TABELA 7)** Os resultados mostraram que nos indivíduos submetidos a recuo da maxila (Grupo I), esse recuo foi de, na média -1,9mm, havendo aumento significante da área de maior constrição (37,2%), volume total (12,1%). Houve também diferença significativa na medida cefalométrica FMA 2,5º (14,7%) indicando rotação horária do plano mandibular. **(TABELA 8)**

O grupo II onde foi realizado um avanço leve da maxila, de até 2mm (grupo 2 do A-NPerp), na média 0,9mm, houve aumento significativo na área de maior constrição (38,8%), no volume total (18,8%), orofaringe total (25,4%), orofaringe superior (25,1%), orofaringe inferior (25,8%) na medida cefalométrica Pg-NPerp 1,9mm (86,4%) indicando avanço da mandíbula. **(TABELA 8)**

Nos indivíduos do Grupo III, que obtiveram um avanço médio da maxila, de na média 3,5mm, foi encontrada diferença estatisticamente significante com o aumento da área área de maior constrição (26,5%), no volume total (21,2%), na orofaringe total (23,2%), orofaringe superior (21,9%), orofaringe inferior (24,9%), nasofaringe (14,5%). **(TABELA 8)**

Os indivíduos que obtiveram os maiores avanços da maxila (grupo IV), de na média 8,1mm, tiveram um aumento significativo em todos os parâmetros do EAF estudados, área de maior constrição (24,4%), volume total (26,2%), orofaringe total (30,2%), orofaringe superior (28,7%), orofaringe inferior (32,4%), nasofaringe (12,5%). Nas medidas cefalométricas A-NPerp (368,2%) apresentou avanço grande da maxila, Pg-NPerp (32,3%) apresentou avanço da mandíbula e Go-Gn FH (-6,7%) conforme citado na tabela 8.

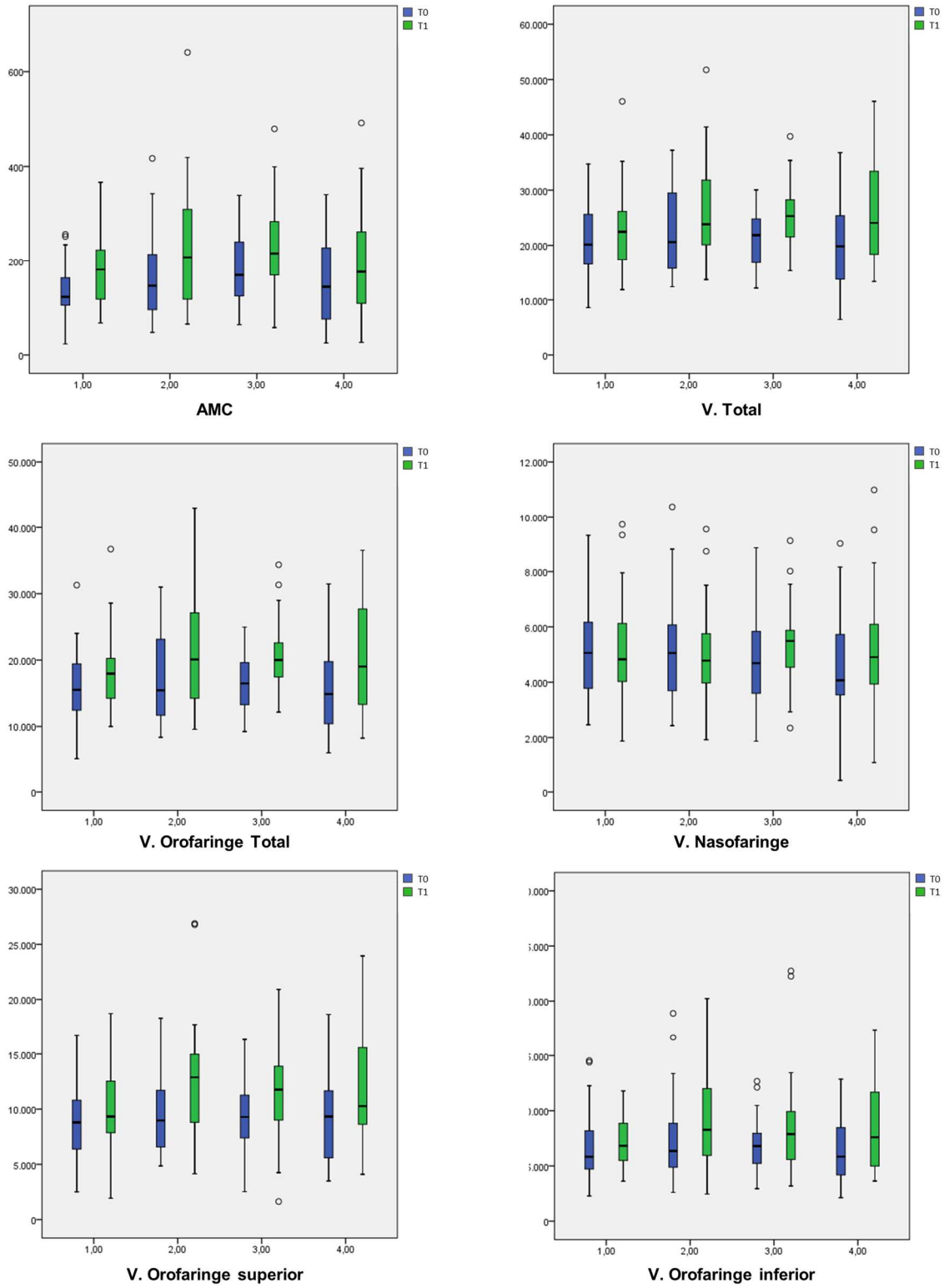
TABELA 7. Variações entre os tempos operatórios (T1-T0) para as variáveis AMC e volume do EAF dentro da distribuição cefalométrica A-NPerp.

			AMC			Total			Orofaringe T			Orofaringe S			Orofaringe I			Nasofaringe		
Grupo	**n**		**T0**	**T1**	**Dif (%)**	**T0**	**T1**	**Dif (%)**	**T0**	**T1**	**Dif (%)**	**T0**	**T1**	**Dif (%)**	**T0**	**T1**	**Dif (%)**	**T0**	**T1**	**Dif (%)**
1	29	média	133,7	183,4	37,2	20841,8	23360,9	12,1	15707,3	18235,8	16,1	9005,1	10215,1	13,4	6702,2	8020,8	19,7	5134,5	5132,8	0,0
		dp	59,7	82,7	38,5	6137,9	7291,1	18,8	5722,8	6015,2	5,1	3424,2	3726,1	8,8	3306,5	5596,5	69,3	1526,4	1830,1	19,9
2	27	média	164,1	227,8	38,8	22519,5	26749,7	18,8	17342,6	21744,8	25,4	9889,1	12370,1	25,1	7453,5	9374,7	25,8	5177,0	5004,9	-3,3
		dp	97,1	137,1	41,2	7672,4	9559,6	24,6	6723,9	9003,3	33,9	4021,5	5607,3	39,4	3958,8	4565,0	15,3	1949,6	1745,9	-10,4
3	37	média	178,5	225,8	26,5	21121,3	25604,4	21,2	16366,1	20160,0	23,2	9521,1	11608,2	21,9	6845,0	8551,8	24,9	4755,2	5444,4	14,5
		dp	75,4	87,1	15,5	4988,9	5452,2	9,3	4262,1	5163,0	21,1	3188,0	4151,0	30,2	2326,7	4261,5	83,2	1639,1	1649,9	0,7
4	35	média	159,1	197,9	24,4	20424,4	25781,2	26,2	15825,0	20604,8	30,2	9408,4	12109,5	28,7	6416,6	8495,3	32,4	4599,4	5176,4	12,5
		dp	93,7	110,6	18,0	7560,6	9495,6	25,6	6377,5	8301,9	30,2	4179,1	5243,1	25,5	2822,7	3836,6	35,9	2004,8	2082,2	3,9

TABELA 8. Teste dos postos sinalizados de Wilcoxon para cada uma das variáveis analisadas separadamente nos grupos da distribuição A_NPerp.

	A_NPerp (N = 128)											
	1			2			3			4		
Variável	n	z	p	n	z	p	n	z	p	n	z	p
AMC	29	-2,973	**0,003**	27	-2,739	**0,006**	37	-3,809	**< 0,001**	35	-2,49	**0,013**
TOTAL	29	-2,065	**0,039**	27	-3,027	**0,002**	37	-4,684	**< 0,001**	35	-4,39	**< 0,001**
ORO_T	29	-1,914	0,056	27	-3,075	**0,002**	37	-4,428	**< 0,001**	35	-4,128	**< 0,001**
ORO_S	29	-1,806	0,071	27	-2,715	**0,007**	37	-4,413	**< 0,001**	35	-3,522	**< 0,001**
ORO_I	29	-1,373	0,17	27	-2,835	**0,005**	37	-2,572	**0,010**	35	-3,784	**< 0,001**
NASO	29	-0,054	0,957	27	-0,456	0,648	37	-2,633	**0,008**	35	-2,866	**0,004**
A_NPERP	29	-4,706	**< 0,001**	27	-4,544	**< 0,001**	37	-5,304	**< 0,001**	35	-5,161	**< 0,001**
PG_NPERP	29	-0,493	0,622	27	-2,363	**0,018**	37	-1,194	0,232	35	-3,514	**< 0,001**
FMA	29	-2,649	**0,008**	27	-0,925	0,355	37	-1,147	0,251	35	-3,375	**< 0,001**

* - Negrito: Valores p < 0,05; n: tamanho amostral; z: escore-z; p: significância estatística.



QUADRO 3 . Gráficos do tipo boxplot dos postos sinalizados de Wilcoxon para cada uma das variáveis analisadas separadamente para dos grupos da distribuição de acordo com as alterações cefalométricas na mensuração A-NPerp.

	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV
AMC	↑	↑	↑	↑
Total	–	↑	↑	↑
Orofaringe total	–	↑	↑	↑
Nasofaringe	–	–	↑	↑
Orofaringe superior	–	↑	↑	↑
Orofaringe inferior	–	↑	↑	↑

QUADRO 4. Quadro resumo dos resultados do teste dos postos sinalizados de Wilcoxon, indicando a significância da alteração das variáveis analisadas para os grupos da distribuição A-NPerp. As setas para cima (verde) indicam onde houve aumento com significância estatística ($p < 0,05$) da AMC e do volume em cada um dos compartimentos.

Ao analisar os resultados obtidos pelo teste de correlação de Spearman foi possível observar que não houve correlação significante entre as alterações nas dimensões e os parâmetros cefalométricos no grupo de recuo da maxila (Grupo 1). **(TABELA 9)**

No grupo II, houve uma correlação estatisticamente significante entre a variável cefalométrica FMA (inclinação do plano mandibular) com o volume total ($r=0,431$ e $p=0,032$). A correlação foi positiva, indicando que a abertura do ângulo, giro horário do plano mandibular, relacionou-se com o aumento do volume total. **(TABELA 9)**

O grupo III do A-NPerp apresentou correlação significativa negativa entre a variável cefalométrica FMA com a variável área de maior constrição ($r=-0,42$ e

p=0,01), onde a abertura do ângulo mandibular, ou seja, giro horário da mandíbula durante a correção bimaxilar relacionou-se com menores valores da área de maior constrição, considerando a média de avanço mandibular nesse grupo, observa-se que isso provavelmente se deve ao giro horário do segmento do complexo maxilo-mandibular ou apenas do plano mandibular na correção do prognatismo por recuo de mandíbula. **(TABELA 9)**

No grupo IV, (grupo 4 do A-NPerp) houve correlação estatisticamente significante e negativa entre a variável cefalométrica A-NPerp com a variável orofaringe inferior (r=-0,353 e p=0,038). Indicando que, embora os maiores avanços da maxila estejam relacionados com o maior ganho volumétrico no EAF dentro dessa distribuição, nesse grupo houve uma correlação contrária entre o avanço da maxila com os menores valores para o volume do espaço aéreo. **(TABELA 9)**

TABELA 9. Resultados do teste correlação de Spearman entre as variáveis cefalométricas e dimensionais nos grupos da distribuição A_NPerp.

		A_NPerp (N = 128)											
		1			2			3			4		
Variável		A_NPERP	PG_NPERP	FMA	A_NPERP	PG_NPERP	FMA	A_NPERP	PG_NPERP	FMA	ANPERP	PGNPERP	GOGGN
AMC	r	0,22	0,147	-0,178	0,274	-0,214	0,129	0,011	0,085	**-0,42**	-0,002	0,078	-0,003
	p	0,251	0,446	0,355	0,166	0,285	0,522	0,95	0,615	**0,01**	0,989	0,654	0,989
	n	29	29	29	27	27	27	37	37	**37**	35	35	35
TOTAL	r	0,039	0,143	-0,092	0,25	-0,192	**0,413**	0,037	-0,118	-0,059	-0,227	0,145	0,048
	p	0,84	0,46	0,634	0,209	0,338	**0,032**	0,83	0,485	0,729	0,189	0,406	0,783
	n	29	29	29	27	27	**27**	37	37	37	35	35	35
ORO_T	r	0,062	0,079	-0,129	0,277	-0,165	0,375	0,012	-0,013	-0,201	-0,171	0,186	0,032
	p	0,749	0,682	0,506	0,162	0,411	0,054	0,942	0,939	0,233	0,326	0,285	0,854
	n	29	29	29	27	27	27	37	37	37	35	35	35
ORO_S	r	-0,037	-0,033	-0,018	0,275	-0,153	0,262	-0,054	-0,068	-0,08	0,002	0,139	0,106
	p	0,85	0,864	0,926	0,165	0,445	0,187	0,752	0,688	0,638	0,991	0,425	0,544
	n	29	29	29	27	27	27	37	37	37	35	35	35
ORO_I	r	0,174	0,139	-0,191	0,255	-0,254	0,336	0,035	0,118	-0,276	**-0,353**	0,12	0,057
	p	0,366	0,473	0,321	0,199	0,201	0,086	0,837	0,488	0,098	**0,038**	0,492	0,747
	n	29	29	29	27	27	27	37	37	37	**35**	35	35
NASO	r	0,042	0,196	0,053	-0,051	-0,22	0,084	0,064	-0,013	0,197	-0,107	0,064	-0,079
	p	0,828	0,308	0,784	0,802	0,271	0,676	0,706	0,938	0,242	0,54	0,713	0,652
	n	29	29	29	27	27	27	37	37	37	35	35	35

* - Negrito: Valores p < 0,05, r = coeficiente de ranqueamento de Spearman

5.3.2 Distribuição III Pg-NPerp

Dentro da distribuição Pg-NPerp temos os resultados com base na movimentação da mandíbula. **(TABELA 10)** Os resultados mostraram que no Grupo I, composto por indivíduos submetidos ao recuo da mandíbula, com recuo da medida Pg-NPerp de na média -7,5mm (-56,4%), indicando o maior recuo da mandíbula dentro da amostra. Apesar da amplitude do recuo obteve-se um aumento estatisticamente significante do volume total (11,4%), orofaringe total (13,8%). Neste grupo houve uma alteração significante nas medidas cefalométricas A-NPerp 1,2mm (42,9%) indicando avanço da maxila e um aumento no FMA de 4,4º. **(TABELA 11)**

Nos indivíduos do Grupo II da distribuição Pg-NPerp, composto por indivíduos submetidos ao menor recuo, na média de -1,4mm (-13,6%). Nesse grupo houve recuo menor da mandíbula, e foi encontrada diferença estatisticamente significante nas variáveis do volume total (12,5%), nasofaringe (19,4%) e nas medidas cefalométricas A-NPerp 2,1mm (75,0%) com avanço da maxila, e FMA de 0,7º (4,0%), havendo avanço da maxila associado a giro horário da mandíbula. **(TABELA 11)**

No Grupo III, onde obteve-se um avanço discreto da mandíbula, média Pg-NPerp 1,0mm (13,2%), houve diferenças significativas com aumento da área de maior constrição (40,6%), volume total (25,6%), orofaringe total (31,2%), orofaringe superior (20,9%), orofaringe inferior (45,7%). A mudança média da A-NPerp 3,4mm (141,7%), indicando um avanço bimaxilar importante, e como não houve mudança significativa do plano mandibular, temos um avanço reto. **(TABELA 11)**

O grupo IV, com avanço médio da mandíbula no Pg-NPerp 3,3mm (100,0%), apresentou diferenças significativas na área de maior constrição (42,0%), volume total (28,5%), orofaringe total (36,6%), orofaringe superior (38,5%), orofaringe inferior (33,8%), A-NPerp 4,2mm (247,1%) com a maior média de avanço da maxila, indicando que houve avanço bimaxilar, não havendo mudança significativa do plano mandibular, indicando um avanço reto. Nesse grupo obteve-se a maior média de aumento da orofaringe superior associado ao maior avanço da maxila na distribuição Pg-NPerp. **(TABELA 11)**

O grupo V, com avanço médio da mandíbula no Pg-NPerp 7,9mm (395,0%), indicando o maior avanço da mandíbula, apresentou diferenças significativas na área

de maior constrição (32,7%), volume total (15,2%), orofaringe total (21,1%), orofaringe superior (25,2%), A-NPerp 3,9mm (139,3%) com avanço da maxila, FMA de -2,1mm (-8,6%) compatível com avanço bimaxilar com giro anti-horário da mandíbula. **(TABELA 11)**

Neste estudo obtivemos significância na alteração da AMC onde houve avanço mandibular. Onde teve avanço bimaxilar grande, houve um aumento significativo das porções superiores do EAF, onde houve o maior avanço do A-NPerp tivemos o maior aumento da orofaringe superior.

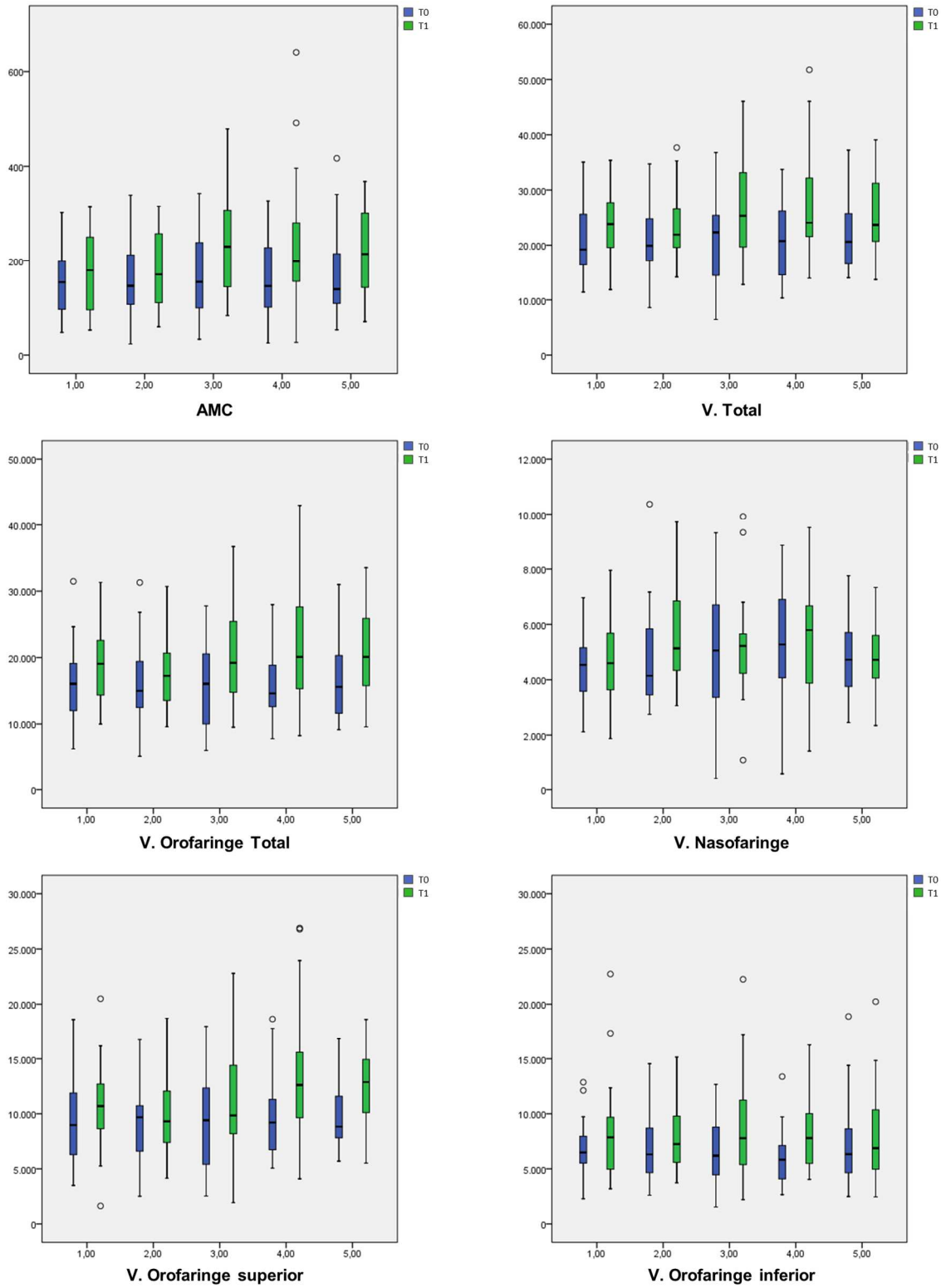
TABELA 10. Variações entre os tempos operatórios (T1-T0) para as variáveis AMC e volume do EAF dentro da distribuição cefalométrica Pg-NPerp.

			AMC			Total			Orofaríngeo T			Orofaríngeo S			Orofaríngeo I			Nasofaríngeo		
Grupo	**n**		**T0**	**T1**	**Dif (%)**	**T0**	**T1**	**Dif (%)**	**T0**	**T1**	**Dif (%)**	**T0**	**T1**	**Dif (%)**	**T0**	**T1**	**Dif (%)**	**T0**	**T1**	**Dif (%)**
1	25	média	157,2	178,3	13,4	20867,3	23236,5	11,4	16382,7	18644,0	13,8	9537,5	10584,3	11,0	6845,3	8059,7	17,7	4484,5	4592,5	2,4
		dp	76,9	87,8	14,2	6249,2	6337,0	1,4	5821,3	5904,7	1,4	4146,7	4031,4	-2,8	2442,7	4552,8	86,4	1266,8	1448,7	14,4
2	26	média	159,3	175,9	10,4	21000,5	23622,0	12,5	16217,3	17913,2	10,5	9181,1	10165,3	10,7	7036,3	7747,9	10,1	4783,2	5708,8	19,4
		dp	82,1	82,3	0,2	6655,2	5989,1	-10,0	6130,5	5631,1	-8,1	3477,1	3711,3	6,7	3204,4	2732,2	-14,7	1717,6	1793,5	4,4
3	27	média	169,1	237,8	40,6	21003,6	26376,6	25,6	16002,0	20987,2	31,2	9381,9	11340,4	20,9	6620,1	9646,9	45,7	5001,7	5389,3	7,7
		dp	90,2	109,7	21,6	7731,6	9233,5	19,4	6173,4	7900,6	28,0	4132,7	4855,0	17,5	2984,7	6692,1	124,2	2245,9	2047,8	-8,8
4	25	média	159,2	226,1	42,0	21452,0	27556,2	28,5	16122,8	22028,7	36,6	9733,9	13479,8	38,5	6388,9	8548,9	33,8	5329,2	5527,5	3,7
		dp	88,8	137,2	54,5	7251,5	10350,6	42,7	5820,4	9069,8	55,8	3842,3	6093,0	58,6	3187,0	3791,3	19,0	2111,9	2151,0	1,9
5	23	média	165,2	219,3	32,7	21789,2	25098,1	15,2	16913,3	20481,5	21,1	9865,6	12351,0	25,2	7047,7	8130,5	15,4	4875,9	4626,4	-5,1
		dp	90,1	95,3	5,8	6105,1	6898,5	13,0	5874,7	6529,5	11,1	3084,4	3647,0	18,2	3868,1	4105,4	6,1	1438,6	1191,7	-17,2

TABELA 11. Teste dos postos sinalizados de Wilcoxon para cada uma das variáveis analisadas dentro dos grupos da distribuição Pg_NPerp.

PG_NPERP (N = 126)															
	1			2			3			4			5		
Variável	n	z	p	n	z	p	n	z	p	n	z	p	n	z	p
AMC	25	-1,547	0,122	26	-1,283	0,200	27	-4,012	**< 0,001**	25	-3,242	**0,001**	23	-2,524	**0,012**
TOTAL	25	-2,327	**0,020**	26	-2,578	**0,010**	27	-3,82	**< 0,001**	25	-4,184	**< 0,001**	23	-2,372	**0,018**
ORO_T	25	-2,327	**0,020**	26	-1,918	0,055	27	-3,796	**< 0,001**	25	-3,996	**< 0,001**	23	-2,768	**0,006**
ORO_S	25	-1,628	0,104	26	-1,816	0,069	27	-3,027	**0,002**	25	-3,996	**< 0,001**	23	-2,92	**0,004**
ORO_I	25	-1,386	0,166	26	-1,321	0,187	27	-3,003	**0,003**	25	-3,619	**< 0,001**	23	-1,886	0,059
NASO	25	-0,013	0,989	26	-3,314	**0,001**	27	-1,802	0,072	25	-0,713	0,476	23	-0,821	0,412
A_NPERP	25	-2,032	**0,042**	26	-3,023	**0,003**	27	-3,76	**< 0,001**	25	-3,835	**< 0,001**	23	-2,739	**0,006**
PG_NPERP	25	-4,373	**< 0,001**	26	-4,46	**< 0,001**	27	-4,544	**< 0,001**	25	-4,375	**< 0,001**	23	-4,198	**< 0,001**
FMA	25	-3,942	**< 0,001**	26	-2,173	**0,03**	27	-0,961	0,336	25	-1,588	0,112	23	-3,453	**0,001**

* - Negrito: Valores p < 0,05; n: tamanho amostral; z: escore-z; p: significância estatística.



QUADRO 5. Gráficos do tipo boxplot dos postos sinalizados de Wilcoxon para cada uma das variáveis analisadas separadamente para dos grupos da distribuição de acordo com as alterações cefalométricas na mensuração Pg-NPerp.

	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
AMC	–	–	↑	↑	↑
Total	↑	↑	↑	↑	↑
Orofaringe total	↑	–	↑	↑	↑
Nasofaringe	–	↑	–	–	–
Orofaringe superior	–	–	↑	↑	↑
Orofaringe inferior	–	–	↑	↑	↑

QUADRO 6. Quadro resumindo os resultados do teste dos postos sinalizados de Wilcoxon, indicando a significância da alteração das variáveis analisadas para os grupos da distribuição Pg-NPerp. As setas para cima (verde) indicam onde houve aumento com significância estatística ($p < 0,05$) da AMC e do volume em cada um dos compartimentos.

Ao analisar os resultados obtidos pelo teste de correlação de Spearman foi possível observar que em ambos grupos I e II não apresentaram correlação estatisticamente significantes entre as variáveis cefalométrica com as variáveis volumétrica.

No grupo III do Pg-NPerp houve correlação estatisticamente significantes entre a variável cefalométrica A-NPerp com a variável orofaringe superior (r= 0,484 e p= 0,011). A correlação foi positiva, ou seja, houve relação direta entre o avanço da maxila e ganho volumétrico na porção superior da orofaringe. **(TABELA 12)**

O grupo 4 do Pg-NPerp apresentou correlação estatisticamente significante entre a variável cefalométrica A-NPerp com as variáveis volumétricas volume total (r=-0,398 e p=0,049), orofaringe total (r= -0,412e p=0,041)e orofaringe inferior (r= -0,466 e p=0,019) quanto mais avanço, menor o volume ou vice versa. **(TABELA 12)**

Quando analisado, o grupo V apresentou correlação estatisticamente significantes entre as variáveis cefalométrica A-NPerp com as variáveis volumétrica orofaringe superior (r= -0,493 e p=0,017) quanto mais avanço, menor o volume ou vice-versa. **(TABELA 12)**

TABELA 12. Testes de correlação de Spearman entre as variáveis cefalométricas e volumétricas em cada uma das categorias da distribuição Pg_NPerp.

		PG_NPERP (N = 126)														
		1			2			3			4			5		
Variável		A_NPERP	PG_NPERP	FMA	A_NPERP	PG_NPERP	FMA	A_NPERP	PG_NPERP	FMA	A_NPERP	PG_NPERP	GOGGN	ANPERP	PGNPERP	GOGGN
AMC	r	0,193	0,112	-0,146	0,124	-0,208	-0,104	0,267	0,119	0,069	-0,209	-0,045	0,094	-0,339	-0,234	0,172
	p	0,355	0,593	0,486	0,545	0,307	0,612	0,178	0,555	0,731	0,315	0,829	0,655	0,114	0,282	0,433
	n	25	25	25,000	26	26	26,000	27	27	27	25	25	25	23	23	23
TOTAL	r	0,185	-0,129	0,173	0,276	-0,098	-0,041	0,361	0,141	-0,268	**-0,398**	-0,099	0,194	-0,346	-0,03	0,048
	p	0,375	0,54	0,409	0,172	0,636	0,841	0,064	0,484	0,176	**0,049**	0,637	0,353	0,105	0,893	0,826
	n	25	25	25,000	26	26	26,000	27	27	27,000	**25**	25	25,000	23	23	23
ORO_T	r	0,102	-0,025	0,006	0,288	-0,089	-0,083	0,381	0,131	-0,189	**-0,412**	-0,111	0,168	-0,347	-0,126	0,04
	p	0,628	0,904	0,977	0,154	0,664	0,687	0,052	0,516	0,345	**0,041**	0,598	0,423	0,105	0,565	0,858
	n	25	25	25,000	26	26	26	27	27	27,000	**25**	25	25	23	23	23
ORO_S	r	0,11	0,05	0,297	0,304	-0,106	-0,145	**0,484**	-0,067	-0,098	-0,335	-0,163	0,288	**-0,493**	0,068	0,195
	p	0,602	0,812	0,149	0,132	0,605	0,481	**0,011**	0,742	0,626	0,101	0,436	0,163	**0,017**	0,757	0,373
	n	25	25	25	26	26	26	**27**	27	27	25	25	25	**23**	23	23
ORO_I	r	-0,126	-0,235	-0,165	0,075	-0,092	0,052	0,098	0,207	-0,213	**-0,466**	0,012	0,14	-0,18	-0,306	-0,04
	p	0,549	0,259	0,432	0,717	0,655	0,8	0,627	0,301	0,287	**0,019**	0,953	0,504	0,412	0,156	0,856
	n	25	25	25	26	26	26	27	27	27	**25**	25	25	23	23	23
NASO	r	0,169	-0,037	0,086	0,034	0,091	0,043	0,022	-0,091	-0,3	-0,268	-0,073	-0,034	0,018	0,133	0,102
	p	0,419	0,861	0,682	0,871	0,66	0,836	0,913	0,653	0,129	0,194	0,728	0,872	0,936	0,544	0,642
	n	25	25	25	26	26	26	27	27	27	25	25	25	23	23	23

5.3.3 Distribuição IV - FMA

Dentro da distribuição FMA (Go-Gn FH) temos os resultados com base na inclinação do plano mandibular. **(TABELA 13)** Os resultados obtidos a partir ***do teste de Wilcoxon*** mostraram que os indivíduos que sofreram a maior rotação anti-horária do plano mandibular, na média de -3,2º (Grupo I - FMA), apresentaram aumento significativo nas variáveis, área de maior constrição (21,1%), volume total (12,8%), orofaringe total (16,3%), orofaringe superior (16,9%) e orofaringe inferior (15,4%) e nas medidas cefalométricas A-NPerp 5,0mm (312,5%), Pg-NPerp 5,9mm (347,1%). **(TABELA 14)**

O Grupo II, teve redução do ângulo FMA média de -1,0º, apresentou diferenças significativas com aumento nas variáveis área de maior constrição (34,3%), volume total (27,0%), orofaringe total (32,2%), orofaringe superior (19,5%), orofaringe inferior (52,2%), nasofaringe (9,5%). Também houve aumento nas variáveis cefalométricas A-NPerp 4,2mm (135,5%) e Pg-NPerp 1,5mm (17,9%).

No Grupo III, composto pelos indivíduos que apresentaram aumento do ângulo mandibular de na média 0,9º, tivemos um aumento estatisticamente significativo nas variáveis de área de maior constrição (43,1%), volume total (23,4%), orofaringe total (28,1%), orofaringe superior (30,9%), orofaringe inferior (24,5%) e A-NPerp 2,3mm (88,5%). **(TABELA 14)**

O grupo IV, com inclinação do plano mandibular de em média 5,3º, apresentou diferenças significativas no volume total (11,5%), orofaringe total (13,6%), orofaringe superior (19,0%) e Pg-NPerp -4,1mm (-51,3%). **(TABELA 14)**

Sobre o plano mandibular, determinado pela medida do ângulo formado entre uma linha passando pelos pontos da base mandibular Go e Gn com o plano horizontal de Frankfurt (FH). A inclinação deste plano nos traz o valor do ângulo do plano mandibular.

Como este estudo não utilizou na coleta de dados uma análise cefalométrica com plano oclusal, que é uma referência importante, pois a literatura prova que movimentos de rotação influenciam nos ganhos volumétricos do EAF, como uma das medidas, a relação do ângulo desse plano mandibular (FMA), com avanço e recuo da

maxila (A-NPerp) e da mandíbula (Pg-NPerp) é a melhor forma e precisa de analisar o tipo e rotação maxilo-mandibular obtido para cada uma das partes do estudo.

Isso se deve ao fato que o grupo I representa achatamento do plano mandibular, pelo fechamento do ângulo, o que objetivamente significa um giro anti-horário da mandíbula, e que, extrapolando para os demais segmentos, levando encontra outros parâmetros, pode representar um possível giro anti-horário do bloco maxilo-mandibular ou diminuição da dimensão vertical em cirurgia com impacção.

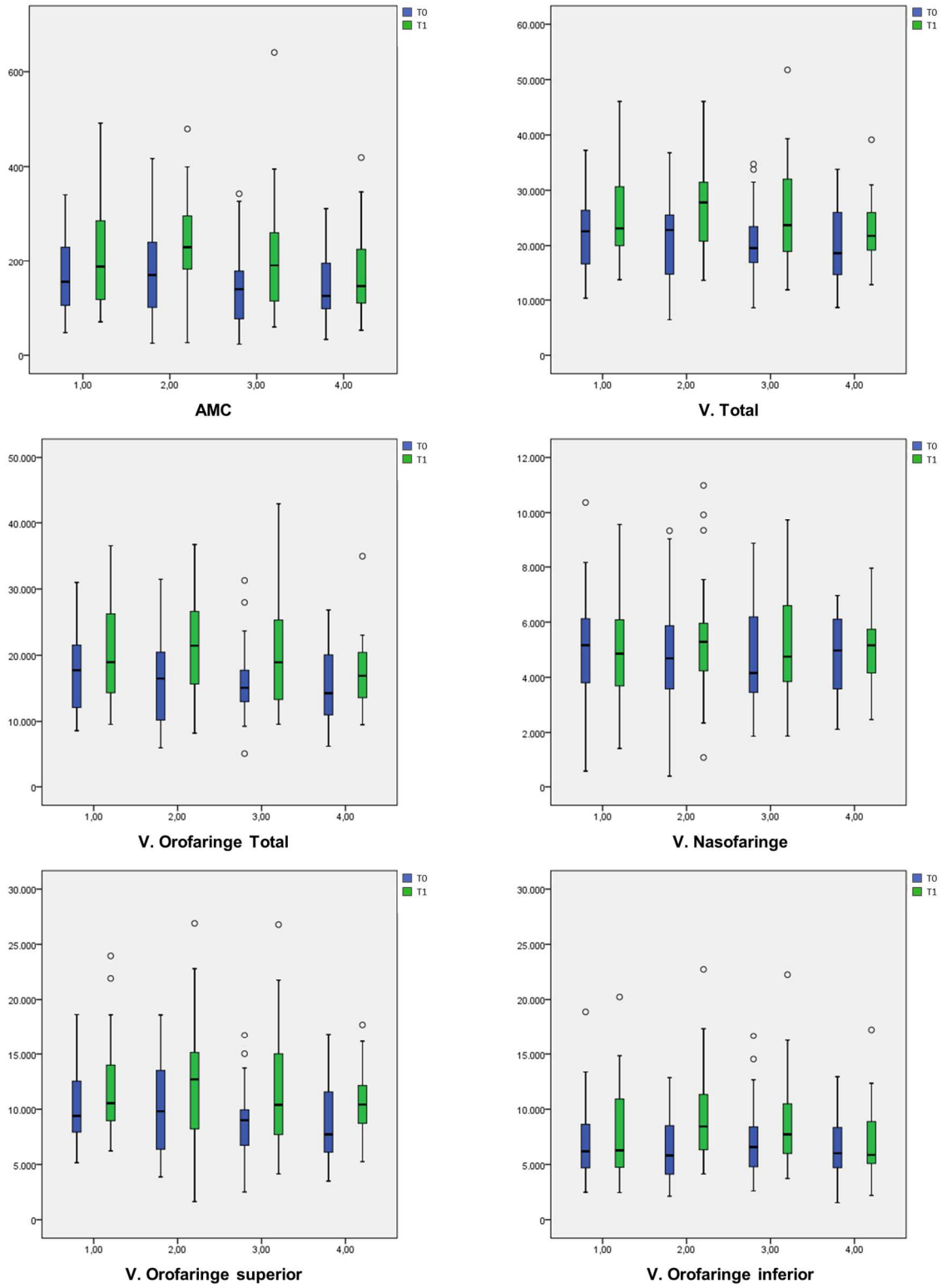
TABELA 13. Resultados da variação média obtida entre os tempos operatórios (T1-T0) para as variáveis AMC (mm²) e volume do EAF (mm³) de acordo com a distribuição da amostra de acordo com a variação da medida cefalométrica angular FMA (Go-Gn FH) (º).

			AMC			Total			Orofaringe T			Orofaringe S			Orofaringe I			Nasofaringe		
Grupo	**n**		**T0**	**T1**	**Dif (%)**	**T0**	**T1**	**Dif (%)**	**T0**	**T1**	**Dif (%)**	**T0**	**T1**	**Dif (%)**	**T0**	**T1**	**Dif (%)**	**T0**	**T1**	**Dif (%)**
1	24	média	174,1	210,9	29,0	22460,1	25336,9	14,0	17438,0	20279,1	18,0	10373,6	12127,8	20,4	7064,3	8151,2	18,9	5022,2	5057,9	12,1
		dp	85,5	113,2	49,1	6698,9	8862,3	23,0	5812,3	7927,6	28,2	3659,5	4700,0	32,8	3577,4	4444,1	39,3	2099,5	1996,4	43,7
2	33	média	175,6	235,8	59,7	21696,6	27555,6	34,9	16766,0	22161,3	44,1	10270,3	12276,9	31,6	6495,8	9884,3	78,5	4930,6	5401,2	17,4
		dp	96,3	94,6	79,9	7654,0	8406,4	42,1	6733,3	7465,8	58,9	4381,7	5564,7	59,6	2823,7	5941,0	149,2	1926,5	2028,3	37,0
3	38	média	145,4	208,0	64,4	20506,1	25304,6	25,8	15697,1	20106,7	32,9	8712,1	11407,8	35,7	6985,0	8698,9	36,9	4809,0	5197,9	12,2
		dp	75,9	119,5	100,8	5629,3	8557,0	35,0	5018,7	7689,8	45,8	3008,3	5136,2	47,8	3140,2	3886,5	59,2	1780,3	1903,9	32,8
4	32	média	149,2	173,8	32,5	20059,0	22363,3	17,7	15296,6	17381,8	23,4	8772,6	10436,8	32,0	6524,0	6945,0	14,0	4762,4	4981,5	11,7
		dp	76,3	93,0	74,2	6886,9	5631,1	27,5	5807,3	5135,7	43,3	3655,8	3052,8	52,4	2782,1	3202,8	42,3	1461,4	1185,7	34,4

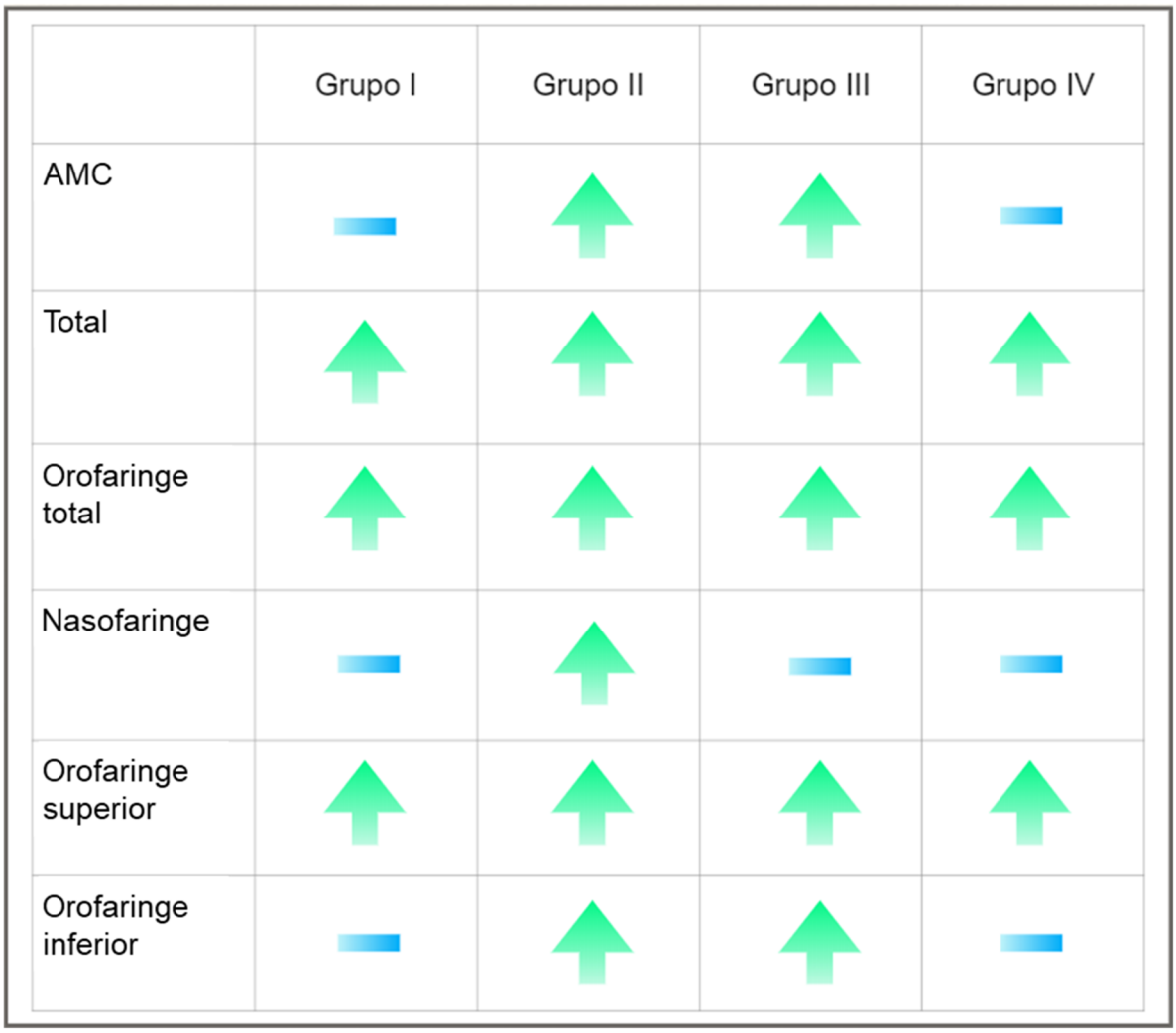
TABELA 14. Teste dos postos sinalizados de Wilcoxon para cada uma das variáveis analisadas dentro dos grupos da distribuição FMA (Go-Gn FH).

	FMA (N = 128)											
	1			2			3			4		
Variável	n	z	p	n	z	p	n	z	p	n	z	p
AMC	24	-2,272	**0,023**	33	-3,618	**< 0,001**	38	-3,647	**< 0,001**	32	-1,907	0,056
TOTAL	24	-2,629	**0,009**	33	-4,547	**< 0,001**	38	-4,039	**< 0,001**	32	-2,749	**0,006**
ORO_T	24	-2,629	**0,009**	33	-4,244	**< 0,001**	38	-3,836	**< 0,001**	32	-2,711	**0,007**
ORO_S	24	-2,6	**0,009**	33	-2,904	**0,004**	38	-3,85	**< 0,001**	32	-2,973	**0,003**
ORO_I	24	-2,257	**0,024**	33	-3,886	**< 0,001**	38	-2,741	**0,006**	32	-1,197	0,231
NASO	24	-0,457	0,648	33	-2,35	**0,019**	38	-1,719	0,086	32	-0,804	0,421
A_NPERP	24	-3,686	**< 0,001**	33	-4,575	**< 0,001**	38	-3,895	**< 0,001**	32	-1,365	0,172
PG_NPERP	24	-4,158	**< 0,001**	33	-2,637	**0,008**	38	-0,354	0,724	32	-2,959	**0,003**
FMA	24	-4,289	**< 0,001**	33	-5,016	**< 0,001**	38	-5,377	**< 0,001**	32	-4,938	**< 0,001**

* - Negrito: Valores p < 0,05; n: tamanho amostral; z: escore-z; p: significância estatística.



QUADRO 7 . Gráficos do tipo boxplot dos postos sinalizados de Wilcoxon para cada uma das variáveis analisadas separadamente para dos grupos da distribuição de acordo com as alterações cefalométricas na mensuração do ângulo FMA.



QUADRO 8. Ilustração resumindo os resultados do teste dos postos sinalizados de Wilcoxon, indicando a significância da alteração das variáveis analisadas para os grupos da distribuição FMA (Go-Gn FH). As setas para cima (verde) indicam onde houve aumento com significância estatística ($p < 0,05$) da AMC e do volume em cada um dos compartimentos.

Análise do Testes de correlação de Spearman

No grupo I da distribuição FMA (Go-Gn FH) houve correlação estatisticamente significantes entre a variável cefalométrica A-NPerp com a variável volumétrica orofaringe total ($r= -0,406$, $p=0,049$). A correlação foi negativa, ou seja, houve relação proporcional do aumento da orofaringe com recuo da maxila ou redução com avanço da orofaringe.

Quando analisados, o grupo II e III não apresentaram correlação estatisticamente significantes entre as variáveis cefalométricas com as variáveis volumétrica.

O grupo IV do apresentou correlação estatisticamente significativa entre a variável cefalométrica Pg-NPerp com a variável AMC (área de maior constrição) (r=0,366, p=0,04), sendo que a correlação foi positiva, representando um aumento proporcional da AMC com avanço da mandíbula. **(TABELA 15)**

TABELA 15. Testes de correlação de Spearman entre as variáveis cefalométricas e dimensionais em cada uma das categorias da distribuição FMA (Go-Gn FH).

		FMA (GO-GN FH) (N = 128)											
		1			2			3			4		
Variável		A_NPERP	PG_NPERP	FMA	A_NPERP	PG_NPERP	FNA	A_NPERP	PG_NPERP	FNA	ANPERP	PGNPERP	GOGGN
AMC	r	-0,148	-0,166	0,11	-0,037	0,08	-0,229	0,138	-0,071	-0,196	0,225	**0,366**	0,033
	p	0,491	0,439	0,61	0,839	0,658	0,201	0,408	0,67	0,238	0,216	**0,04**	0,859
	n	24	24	24	33	33	33	38	38	38	32	**32**	32
TOTAL	r	-0,375	-0,095	0,043	0,104	0,138	-0,14	0,064	0,019	-0,05	0,163	-0,054	0,058
	p	0,071	0,659	0,843	0,563	0,445	0,436	0,702	0,909	0,763	0,374	0,771	0,751
	n	24	24	24	33	33	33	38	38	38	32	32	32
ORO_T	r	**-0,406**	-0,147	0,033	0,093	0,172	-0,165	0,001	0,022	-0,094	0,206	0,092	0,072
	p	**0,049**	0,492	0,878	0,605	0,339	0,36	0,996	0,894	0,574	0,258	0,615	0,694
	n	**24**	24	24	33	33	33	38	38	38	32	32	32
ORO_S	r	-0,337	0,007	0,205	0,102	0,235	-0,246	0,169	0,052	-0,116	0,195	-0,082	-0,027
	p	0,107	0,973	0,336	0,572	0,188	0,167	0,31	0,755	0,486	0,286	0,656	0,885
	n	24	24	24	33	33	33	38	38	38	32	32	32
ORO_I	r	-0,37	-0,213	-0,137	0,046	0,04	0,014	-0,068	0,011	-0,042	0,069	0,182	0,241
	p	0,076	0,318	0,525	0,799	0,826	0,94	0,685	0,947	0,804	0,706	0,318	0,183
	n	24	24	24	33	33	33	38	38	38	32	32	32
NASO	r	-0,047	0,151	-0,082	0,013	-0,223	0,152	0,294	0,096	0,084	0,012	-0,199	-0,084
	p	0,828	0,482	0,704	0,943	0,212	0,397	0,073	0,565	0,614	0,948	0,274	0,647
	n	24	24	24	33	33	33	38	38	38	32	32	32

5.4 MODELOS LINEARES GENERALIZADOS

O teste dos modelos lineares generalizados (MLG) demonstrou que algumas das variáveis, e mesmo interações específicas entre variáveis, puderam predizer de maneira mais efetiva as alterações volumétricas do que outras nos grupos do estudo. Sendo que quanto maior o valor do Chi², mais eficaz é o modelo para prever essas alterações.

Os modelos lineares generalizados da distribuição de AMC demonstraram predição significativa das alterações na AMC pelo parâmetro cefalométrico Pg-NPerp (Chi² 12,802) e pela relação Pg-NPerp*FMA (Chi² 22,348) (TABELA 16).

TABELA 16. Modelos lineares generalizados da distribuição da Área de maior constrição (AMC).

AMC (%)			
Parâmetro	**Erro**	**Wald Chi²**	**p**
A_N_PERP	0,173	0,419	0,517
PG_N_PERP	**0,212**	**12,802**	**< 0,001**
FMA	0,315	1,837	0,175
A_N_PERP*PG_N_PERP	< 0,001	0,014	0,905
A_N_PERP*FMA	0,004	1,291	0,256
PG_N_PERP*FMA	**0,002**	**22,348**	**< 0,001**
A_N_PERP*PG_N_PERP*FMA	< 0,001	0,452	0,501

* - Negrito: Valores p < 0,05

Quando analisados, os modelos lineares generalizados da distribuição do volume Total do espaço aéreo faríngeo demonstraram predição significativa das alterações pela relação Pg-NPerp*FMA (Chi² 7,003) **TABELA 17**.

TABELA 17. Modelos lineares generalizados da distribuição do volume Total do espaço aéreo faríngeo.

EAF TOTAL (%)			
Parâmetro	**Erro**	**Wald Chi²**	**p**
A_N_PERP	0,081	0,722	0,395
PG_N_PERP	0,099	2,486	0,115
FMA	0,148	0,988	0,320
A_N_PERP*PG_N_PERP	< 0,001	0,330	0,566
A_N_PERP* FMA	0,002	1,031	0,310
PG_N_PERP*FMA	**0,001**	**7,003**	**0,008**
A_N_PERP*PG_N_PERP* FMA	< 0,001	1,184	0,277

* - Negrito: Valores p < 0,05

Ao isolar a orofaringe, no parâmetro Orofaringe Total, também houve predição significativa das alterações no volume da orofaringe pelo parâmetro cefalométrico Pg-NPerp (Chi² 6,992) e pela relação Pg-NPerp*FMA (Chi² 23,001) **TABELA 18**.

TABELA 18. Modelos lineares generalizados da distribuição da Orofaringe total.

OROT (%)			
Parâmetro	**Erro**	**Wald Chi²**	**p**
A_N_PERP	0,097	0,651	0,420
PG_N_PERP	**0,118**	**6,992**	**0,008**
FMA	0,176	2,316	0,128
A_N_PERP*PG_N_PERP	< 0,001	0,672	0,412
A_N_PERP* FMA	0,003	1,274	0,259
PG_N_PERP*FMA	**0,001**	**23,001**	**< 0,001**
A_N_PERP*PG_N_PERP* FMA	< 0,001	3,961	0,047

* - Negrito: Valores p < 0,05

Segmentando o EAF nos compartimentos definidos na metodologia deste estudo, os modelos lineares generalizados da distribuição de Orofaringe Superior, demonstraram predição significativa das alterações no volume da porção superior da

orofaringe pela relação Pg-NPerp*FMA (Chi² 15,293) e A-NPerp*Pg-NPerp*FMA (Chi² 5,387) **TABELA 19.**

TABELA 19. Modelos lineares generalizados da distribuição da Orofaringe superior.

Orofaringe S (%)			
Parâmetro	**Erro**	**Wald Chi²**	**p**
A_N_PERP	0,122	0,253	0,615
PG_N_PERP	0,150	2,282	0,131
FMA	0,223	2,522	0,112
A_N_PERP*PG_N_PERP	< 0,001	0,711	0,399
A_N_PERP* FMA	0,003	1,118	0,290
PG_N_PERP*FMA	**0,002**	**15,293**	**< 0,001**
A_N_PERP*PG_N_PERP*FMA	**< 0,001**	**5,387**	**0,020**

* - Negrito: Valores p < 0,05

Na Orofaringe Inferior houve predição estatisticamente significante das alterações no volume dessa região pelo parâmetro cefalométrico Pg-NPerp (Chi² 11,277) e pela relação Pg-NPerp*FMA (Chi² 17,692) **(TABELA 20).**

TABELA 20. Modelos lineares generalizados da distribuição da Orofaringe inferior.

Orofaringe I (%)			
Parâmetro	**Erro**	**Wald Chi²**	**p**
A_N_PERP	0,105	1,443	0,230
PG_N_PERP	**0,129**	**11,277**	**0,001**
FMA	0,192	0,496	0,481
A_N_PERP*PG_N_PERP	< 0,001	0,263	0,608
A_N_PERP* FMA	0,003	1,470	0,225
PG_N_PERP*FMA	**0,001**	**17,692**	**< 0,001**
A_N_PERP*PG_N_PERP* FMA	< 0,001	0,523	0,469

* - Negrito: Valores p < 0,05

Nenhum modelo demonstrou predição estatisticamente significante das alterações no volume da Nasofaringe **(TABELA 21).**

TABELA 21. Modelos lineares generalizados da distribuição da Nasofaringe.

Nasofaringe (%)			
Parâmetro	**Erro**	**Wald Chi²**	**p**
A_N_PERP	0,102	0,154	0,694
PG_N_PERP	0,124	0,150	0,699
FMA	0,185	0,042	0,838
A_N_PERP*PG_N_PERP	0,000	0,002	0,967
A_N_PERP*FMA	0,003	0,050	0,824
PG_N_PERP* FMA	0,001	0,412	0,521
A_N_PERP*PG_N_PERP* FMA	0,000	0,059	0,808

* - Negrito: Valores p < 0,05

6 DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

As alterações morfológicas das vias aéreas superiores após cirurgia ortognática tem sido alvo de diversos estudos (GONÇALES et al., 2014; SCHENDEL; BROUJERDI; JACOBSON, 2014; HATAB et al., 2015; HART et al., 2015). A cirurgia ortognática é o tratamento de escolha para deformidades dentofaciais esqueléticas e seus efeitos podem ser observados não apenas nos ossos do esqueleto craniofacial, mas também nas estruturas anatômicas adjacentes. É amplamente aceito que a cirurgia ortognática tem efeito sobre o EAF, (MEHRA et al., 2001; MATTOS et al., 2011; HART et al., 2015) e os resultados deste estudo confirmam isso. Este estudo avaliou alterações no volume (mm3) e na área de maior constrição axial (mm2) do EAF com o objetivo de medir e comparar as alterações obtidas após diferentes técnicas e movimentos de cirurgia ortognática.

Após análise inicial de acordo com o tipo de cirurgia realizado, outras formas de distribuição da amostra foram idealizadas com o objetivo de quantificar o movimento realizado pelos segmentos ósseos, para correlacionar a amplitude da mudança de posição dos segmentos com a alteração resultante nos diferentes segmentos do espaço aéreo faríngeo. Então a amostra foi distribuída em grupos de acordo com a magnitude da alteração de três pontos de referência cefalométricos relacionados à posição dos segmentos ósseos.

Várias metodologias têm sido utilizadas para estudar as alterações do reposicionamento bimaxilar e seus efeitos sobre as vias aéreas e os tecidos moles (MATTOS et al 2011; INDRIKSONE; JAKOBSONE, 2014; SANTAGATA et al., 2015; FERNÁNDEZ-FERRER et al., 2015). A cefalometria convencional foi amplamente utilizada para quantificar o espaço das vias aéreas superiores na última década, e mesmo apresentando limitações, ainda é muito utilizada para avaliação das deformidades (MALKOC et al., 2005). Segundo McNamara, a cefalometria não é o melhor método para avaliar esses efeitos por ser um exame bidimensional e não dinâmico. Ela deve ser substituída pelo exame de TCFC, devido ao aprimoramento no contraste dos tecidos, permitindo mensurações bidimensionais mais precisas e em diferentes posições com reconstruções multiplanares e ortogonais personalizáveis,

além de reconstruções tridimensionais e mensuração volumétrica. Uma ferramenta importante na análise craniofacial possibilitada pelo uso de imagens tridimensionais como a TCFC, é a quantificação volumétrica do espaço aéreo faríngeo (EAF) associada a localização da área de estreitamento ou obstrução em secção transversal ou axial. A detecção automática do volume utilizando um limiar de densidade personalizável como referência minimiza a possibilidade de erro obtida durante a delimitação manual. Por isso os estudos volumétricos vêm ganhando cada vez mais espaço no diagnóstico do EAF (OBELENIS RYAN et al., 2019; TORRES et al., 2020).

O programa Dolphin Imaging® apresentou alta precisão e confiabilidade para a avaliação volumétrica do espaço aéreo em estudos anteriores (GONÇALES et al., 2014; EL; PALOMO., 2011; DE SOUZA CARVALHO et al., 2012; WEISSHEIMER et al., 2012; BRUNETTO et al., 2014), e por isso foi utilizado no presente estudo. Além disso, o programa proporciona maior precisão por possuir uma ferramenta que possibilita a delimitação da área avaliada nas imagens, o que permite o controle dos limites de quantificação de volume (EL; PALOMO., 2011).

A grande variabilidade na metodologia dos projetos de pesquisa, referente ao tipo de procedimento, exames de imagem utilizados, delimitação da área avaliada, uso de diferentes programas, padronização da amostra e diversos outros fatores dificultam a comparação e a clara interpretação dos resultados das mensurações lineares e volumétricas das vias aéreas faríngeas (BURKHARD et al., 2014; PACHÊCO-PEREIRA et al., 2017; YAMASHITA et al., 2017). Vale ressaltar que as variações na posição do palato mole e língua entre os exames pré e pós-cirúrgicos podem influenciar significativamente o resultado dessa mensuração (BRUNETTO et al., 2014).

Quando a via aérea superior é avaliada para o estudo diagnóstico da SAOS, considera-se que a detecção da área mais estreita é mais importante do que a informação do volume ou da área em um ponto fixo predeterminado (MCNAMARA, 1981; LENZA et al., 2010). A razão para isso é que o fator mais importante na resistência ao fluxo de ar, de acordo com a lei de Poiseuille, é o diâmetro do tubo, que desempenha desproporcionalmente o papel mais importante na determinação da velocidade de condução de fluidos. Por esse motivo, alguns pesquisadores enfatizaram que a alteração na área axial mínima também pode ser mais importante

ao determinar a qualidade respiratória do que a alteração do volume total (HURLEY; HENSLEY, 2009). Segundo Schendel et al (2014) à medida que a área axial se estreita, o risco de apneia também aumenta, portanto, a área axial mínima, que é a região em que apresenta maior resistência ao fluxo de ar inspirado e têm maior probabilidade de colapso no desenvolvimento da SAOS, foi examinada.

A análise estatística do erro aleatório e sistemático neste estudo não mostrou diferenças estatisticamente significantes para o volume, e o erro do método obtido pela fórmula de Dahlberg ficou na faixa de 0,2 a 1,7%; apresentando porém diferença significativa para a mensuração da região de menor área axial (AMC) **(Tabela 3)**. Essa diferença pode ser explicada pelo fato de que em grande parte dos indivíduos da amostra a AMC foi localizada na porção inferior do EAF, e pequenas diferenças na delimitação do limite inferior da área a ser avaliada foram observadas como tendo alterado de maneira importante a região de maior constrição em alguns casos. Esse resultado pode ser interpretado como uma limitação da técnica. O fato de que os valores de volume não apresentaram alteração estatisticamente significante e que boa confiabilidade pode ser observada pelo teste de Dahlberg para maior parte das medidas mostra boa reprodutibilidade do método **(Tabela 3)**.

Alguns autores observaram que o avanço maxilar leva diretamente a um aumento das vias aéreas em todas as dimensões, seja anteroposterior ou látero-medial (GONÇALES et al., 2014; BRUNETTO et al., 2014; BUTTERFIELD et al., 2015; HART et al., 2015), o que foi corroborado pelos resultados deste estudo.

O estudo de Chang et al., 2015 subdividiu a amostra em 3 grupos. O grupo 1, onde foi avaliado o movimento de avanço maxilar, apresentou uma média de 5,4mm de avanço, apresentando aumento volumétrico significante apenas na nasofaringe (46,72%). No presente estudo podemos comparar o grupo citado anteriormente com o grupo cirúrgico 1, onde os indivíduos foram submetidos a cirurgia maxilar por meio da osteotomia Lefort I. Nesse grupo, houve uma média de avanço de 4,2mm no parâmetro A-NPerp, e, um aumento estatisticamente significativo do espaço aéreo faríngeo total (20,1%), da nasofaringe (11,2%), orofaringe total (22,8%), orofaringe superior (23,3%), orofaringe inferior (22,2%) e da área de maior constrição (23,6%). No grupo 2 do mesmo estudo (CHANG et al., 2015), onde os pacientes foram submetidos a avanço mandibular, com uma média de 8,0mm de avanço, apresentou

15% de aumento no volume total da orofaringe, sendo 23.5% de aumento na orofaringe. Quando comparados com o presente estudo, o grupo cirúrgico 2, onde os indivíduos foram submetidos à cirurgia mandibular por meio de osteotomia sagital bilateral da mandíbula, com avanço médio de 3,4mm, foi encontrada diferença estatisticamente significante com o aumento do volume do espaço aéreo orofaríngeo total (20,7%), orofaringe superior (24,7%), orofaringe inferior (15,4%) e da área axial mínima (40,8%). O grupo 3 apresentou média de recuo mandibular de -4,0mm e não apresentou diferenças significativas nas dimensões do EAF. No presente estudo o grupo cirúrgico 3 apresentou o recuo mandibular isolado por meio da osteotomia vertical do ramo mandibular de em média -2,5mm, apresentando diferença estatisticamente significante apenas na nasofaringe, com aumento de 24,9%.

Ao avaliar as alterações obtidas em cirurgias de avanço bimaxilar, o grupo cirúrgico IV do presente estudo no qual realizou-se osteotomia Le Fort I associada a osteotomia sagital bilateral da mandíbula, com avanço maxilar médio 2,0 mm e avanço mandibular 2,3mm, mostrou um aumento estatisticamente significativo na área de maior constrição (75,6%), volume total da faringe (33,4%), orofaringe total (50,2%), orofaringe superior (46,6%) e orofaringe inferior (54,8%). No estudo de Raffaini e Pisani (2013) foram analisadas as vias aéreas de 10 pacientes submetidos a cirurgia ortognática para avanço bimaxilar com rotação anti-horária, resultando em avanço mínimo da 10mm na maxila e entre 10 e 18 mm na mandíbula. Os autores obtiveram um aumento de 56% para o volume da orofaringe e 112% para a região de menor área axial. A delimitação utilizada para a orofaringe é correspondente a Orofaringe Total no presente estudo. No grupo V da distribuição cefalométrica Pg-NPerp, obtivemos um avanço maxilar de 3,9mm e mandibular de 7,9mm, com rotação anti-horária do plano mandibular de -2,1º, apresentando aumento na mesma região (Orofaringe total) de 21,1%. Nesse mesmo grupo a AMC apresentou aumento de 32,7%. Brunetto et al., (2014), no grupo 2 de sua amostra, onde obteve avanço maxilar de em média 4.74mm e avanço mandibular médio de 6.3mm, também observou um aumento significativo no volume total das vias aéreas de 28,5%, e, na mesma região (EAF total), no grupo V da distribuição Pg-NPerp deste estudo, o aumento foi de 15,2%.

Ao avaliar as alterações obtidas em cirurgias bimaxilares de avanço maxilar e recuo mandibular, o grupo cirúrgico V deste estudo no qual os indivíduos foram submetidos a avanço maxilar por meio da osteotomia Le Fort I associado ao recuo mandibular pela osteotomia vertical do ramo mandibular, pode ser comparado aos resultados do estudo de Tepecik et al. (2018). O grupo V apresentou um avanço no parâmetro cefalométrico A-NPerp de em média 3,3mm, e recuo no parâmetro Pg-NPerp de em média -5,3mm, com inclinação (giro horário) do plano mandibular, definido por aumento no ângulo FMA de 8º, sem entretando apresentar alterações significativas em qualquer parâmetro volumétrico do EAF ou na área de constrição. Já analisando os resultados do estudo de Tepecik et al. (2018), que apresentou um grupo de pacientes classe III submetidos a avanço da maxila de em média 3,2mm e recuo de -3,39mm na mandíbula, houve redução significativa da área de maior constrição de -13,7% e no volume total da orofaringe -6,4%.

No estudo realizado por Yang et.al 2020 foram incluídos na amostra pacientes com prognatismo mandibular severo, os quais foram submetidos a cirurgia bimaxilar com uma média de avanço maxilar de 0,65mm e recuo mandibular de -11,08mm. Estes apresentaram diferenças significativas com redução nos valores do volume total (-13,60%), orofaringe, semelhantes a orofaringe superior nesse estudo (-23,72%), hipofaringe, semelhante a orofaringe inferior nesse estudo (-21,57%) e na região de menor área axial (-35,27%). No presente estudo, o grupo I da distribuição Pg-NPerp é o que mais se assemelha em relação ao movimento realizado, apresentou uma média de recuo de -7,5mm na medida Pg-NPerp, indicando o maior recuo da mandíbula dentro da amostra e 1,2mm de avanço no ponto A-NPerp. Apesar da amplitude do recuo, nesse grupo obteve-se um aumento estatisticamente significante do volume total (11,4%), orofaringe total (13,8%). No trabalho de Souza Pinto et al, 2019 a amostra de pacientes foi dividida em dois grupos. No Grupo 1, pacientes Classe III submetidos a osteotomias maxilares e cirurgia de recuo mandibular, foram incluídos 43 pacientes submetidos a avanço da maxila de 1,2mm em média e recuo da mandíbula de -3,16mm. Ainda que tenha apresentado discreto colapso na porção superior da orofaringe, isso não resultou em perda no volume total da orofaringe, que teve aumento de 5,61%. Registrou um aumento de 5,99% na área de maior constrição.

Um aumento significativo da área da orofaringe foi encontrado no estudo de Burkhard JP et al. (2014), após a cirurgia bimaxilar com avanço maxilar e recuo mandibular, mostrando aumento da área axial na altura da espinha nasal posterior nas telerradiografias. Um ligeiro aumento, mas não estatisticamente significativo, do nível da úvula foi detectado nessas imagens entre o pós-operatório imediato (T1) e o exame de controle a longo prazo (T2). Apenas um estreitamento mínimo no nível da epiglote foi observado, implicando que os efeitos negativos após o recuo mandibular na parte inferior das vias aéreas possam ser reduzidos pela cirurgia bimaxilar. Outros valores médios na análise cefalométrica não mostraram diferenças estatisticamente significativas antes e após a cirurgia. Ainda, no presente estudo, os indivíduos que obtiveram os maiores avanços da maxila foram grupo IV do A-NPerp com média 8,1mm e recuo da mandíbula de 3,1mm, esses obtiveram um aumento significativo em todos os parâmetros do EAF estudados, área de maior constrição (24,4%), volume total (26,2%), orofaringe total (30,2%), orofaringe superior (28,7%), orofaringe inferior (32,4%) e nasofaringe (12,5%). O aumento volumétrico obtido por meio do movimento combinado corrobora com a afirmativa anterior.

Os resultados do presente estudo parecem confirmar que a cirurgia de avanço maxilar pode impedir o estreitamento das vias aéreas superiores na correção de deformidades de Classe III em comparação com a cirurgia de recuo mandibular (CHEN et al., 2007; DEGERLIYURT et al., 2008). Sabe-se que o avanço único da maxila leva a um aumento do espaço nasofaríngeo e da orofaríngе. Entretanto, discriminando aqueles trabalhos que subdividiram o espaço aéreo da mesma forma como Hernández-Alfaro et al., (2011), mediu-se as vias aéreas com uma delimitação semelhante ao nosso espaço aéreo faríngeo total. Então, os resultados são comparados com os nossos grupos para medida.

Hernández-Alfaro et al., (2011), realizaram uma análise retrospectiva de 30 pacientes submetidos à cirurgia ortognática. Três grupos de 10 indivíduos foram estabelecidos: grupo 1, cirurgia bimaxilar (osteotomia maxilar Le Fort I e osteotomia sagital bilateral com avanço maxilomandibular); grupo 2, avanço da maxila (osteotomia maxilar Le Fort I); e grupo 3, avanço mandibular (osteotomia sagital bilateral). Uma tomografia computadorizada de feixe cônico pré e outra pós-operatória foi realizada em cada caso, e as alterações no volume das vias aéreas faríngeas foram

comparadas. Ocorreu um aumento estatisticamente significativo no volume do espaço aéreo faríngeo. O grupo 2 (que corresponde ao grupo 1 do nosso trabalho) apresentou uma magnitude menor de aumento (37,7%). Enquanto no nosso estudo apresentou 23,6%. Não foi observada correlação estatisticamente significante entre as variáveis cefalométricas e esse ganho dimensional quando os pacientes foram avaliados em conjunto.

De acordo com Hart et al. (2015), pode-se predizer que, se um paciente Classe II está planejado para um grande avanço mandibular e a posição vertical da maxila é mantida, aumento no volume total das vias aéreas e da orofaringe são esperados. Neste estudo, apresentou ganho volumétrico tanto no volume total quanto na orofaringe total, superior e inferior.

As alterações na dimensão do espaço aéreo posterior variam conforme a quantidade de avanço cirúrgico realizado. Nos achados de Mehra et al. (2001) ocorreu um ligeiro aumento nas dimensões aéreas retropalatal e retrolingual, possivelmente devido ao avanço mandibular ter sido pequeno. Para Reiche-Fischel e Wolford (1996) uma porcentagem de aumento maior nas dimensões aéreas da orofaringe foi observada aos 10mm de avanço. Após tal valor, o espaço continua a aumentar em dimensão, mas com proporção menor relacionada à quantidade de avanço mandibular.

De acordo com Gonçalves et al. (2006), que avaliaram as mudanças no espaço aéreo orofaríngeo após o avanço cirúrgico maxilomandibular com rotação anti-horária, o avanço da mandíbula com giro anti-horário do plano oclusal é o movimento que apresenta os melhores resultados ao aumentar as dimensões do espaço orofaríngeo. A maior mudança ocorreu na orofaringe, embora as outras regiões também tenham sido afetadas pelo avanço mandibular. Na análise de Pearson as correlações mais fortes foram encontradas entre mudanças nas dimensões das vias aéreas orofaríngeas e mudanças na posição da cabeça e na posição da mandíbula. Ainda, foram observadas correlações do aumento volumétrico com alteração do plano oclusal e do plano mandibular.

Hernández-Alfaro et al., (2011) também avaliou as vias aéreas com uma delimitação semelhante ao nosso espaço aéreo faríngeo total. No grupo 3, que

correspondia a osteotomia sagital bilateral, ocorreu um aumento estatisticamente significativo no volume do espaço aéreo faríngeo. O grupo 3 (que corresponde ao grupo 2 do nosso trabalho) apresentou um aumento (78,3%). Enquanto no nosso estudo apresentou 40,8%. Também não houve correlação significante do grupo cirúrgico 2 entre as variáveis cefalométricas e volumétricas

Dentro do grupo cirúrgico 3, onde foi realizada a Osteotomia Vertical do Ramo Mandibular, normalmente utilizada para movimento de recuo mandibular, houve alteração estatisticamente significante para os valores de área de nasofaringe, que indicou um recuo estatisticamente significante. A redução do volume observada nesse grupo também foi relatada por outros autores (GONÇALES et al., 2014; PEREIRA-FILHO et al., 2007; HATAB et al., 2015; UESUGI et al., 2014; CANELLAS et al., 2016; AL-MORAISSI et al., 2015). Ela é associada a uma posição mais posterior e inferior do osso hioide (GONÇALES et al., 2014; LI et al., 2014). Neste estudo, a redução EAF devido ao recuo mandibular isolado não foi estatisticamente significativa, provavelmente devido a extensão do recuo e o pequeno número de indivíduos nesse grupo. Essa falta de evidência na redução foi encontrada também por Mattos e cols. (2014).

Segundo Liukkonen et al. (2001) é evidente que o recuo mandibular pode gerar estreitamento do espaço aéreo faríngeo e ser fator um contribuinte para o desenvolvimento gradual de desordem respiratória. Isto pode ocorrer se houver fatores predisponentes, como um tipo craniofacial específico e/ou obesidade presente, ou se a adaptação neuromuscular for insuficiente para compensar a redução no tamanho do espaço.

Al-Moraissi et al., (2015) realizaram um estudo onde o objetivo foi avaliar, por meio de uma meta-análise, o impacto no EAF de diferentes procedimentos em cirurgia ortognática para o tratamento da mandíbula prognata. Uma busca eletrônica em três bancos de dados e buscas manuais foram realizadas até dezembro de 2014. Os critérios de inclusão foram estudos clínicos em humanos, incluindo ensaios randomizados, ensaios clínicos controlados e estudos retrospectivos, com o objetivo de comparar as alterações entre as osteotomias sagital bilateral e osteotomia vertical do ramo mandibular. Foram analisadas as alterações do EAF, nas dimensões lineares anteroposteriores e transversais nos níveis da nasofaringe, orofaringe e hipofaringe.

Foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre os grupos de recuo e avanço mandibular. Os resultados dessa meta-análise indicaram que osteotomia vertical do ramo mandibular para recuo, neste estudo representada como grupo 3, apresentou menos alteração no EAF no pós operatório em relação a cirurgia de avanço mandibular por meio da osteotomia sagital bilateral, corroborando com os resultados do nosso estudo.

Nesse grupo, também foi possível observar que a medida cefalométrica do ângulo mandibular (FMA) apresentou correlação significativa com o volume total e na orofaringe superior, a relação foi positiva, indicando que o aumento do ângulo em um possível giro horário da mandíbula, relacionou-se com aumento no volume total e do segmento superior da orofaringe.

Vários estudos demonstram que o avanço combinado da maxila e da mandíbula expande as vias aéreas em vários planos (CHAN et al., 2010; SCHENDEL et al., 2012; LI et al., 2011; AURORA et al., 2010), podendo ser constatado, nas radiografias cefalométricas em norma lateral e tomografia computadorizada de feixe cônico (CHAN et al., 2010; LI et al., 2011; ABRAMSON et al., 2011; SCHENDEL et al., 2012) e ressonância magnética (CHAN et al., 2010), amenizando significativamente a SAOS e melhorando a qualidade de vida do paciente.

Embora Hart et al. (2015) tenham sugerido que a adaptação muscular ocorra apenas durante os primeiros 6 meses após a cirurgia e estabilizem, essa afirmação ainda é controversa, pois alguns pesquisadores afirmaram que as vias aéreas se adaptam a estas alterações e retornam aos valores pré-operatórios ao longo do tempo (DE SOUZA CARVALHO et al., 2012; HART et al., 2015), enquanto outros acreditam que essas alterações são consideravelmente estáveis (BRUNETTO et al., 2014; BUTTERFIELD et al., 2015). O presente estudo mostrou que as modificações na área de maior constrição foram reais e não retornaram aos valores iniciais após avanço maxilar durante o período estudado.

O presente trabalho, assim como a maioria dos estudos que examinam o efeito cirúrgico de mudanças no EAF, fornecem informações quantitativas sem, no entanto, abordar os efeitos qualitativos decorrentes dos procedimentos cirúrgicos. A respeito disso, a lei de *Poiseuille*, para a taxa de fluxo, demonstra que mesmo um aumento

modesto no raio, ou seja, a área mais constrita de um tubo, ou das vias aéreas, irá resultar numa redução significativa na resistência das vias aéreas o que certamente produzirá melhoras no fluxo de ar através da respiração do paciente (BIRD et al., 2002). No entanto, o efeito que isso causa sobre a qualidade de vida do paciente precisa ser melhor investigado através de dados fornecidos por trabalhos que abordam esse tema (ABOUDARA et al., 2009; SCHENDEL et al., 2012).

Também na grandeza cefalométrica FMA (Go-Gn FH) observou-se correlação significativa com a orofaringe inferior. Essas correlações foram positivas, sendo que o avanço mandibular (Pg-NPerp) resultou em aumento proporcional de ambas AMC e orofaringe superior, e o aumento do ângulo por um possível giro horário da mandíbula relacionou-se com o aumento da orofaringe inferior.

Dentro do grupo cirúrgico V, onde foram realizadas as osteotomias Lefort I e Osteotomia vertical do ramo mandibular, e onde ocorreram os maiores giros horários do complexo maxilomandibular relacionados aos maiores recuos mandibulares, não houve aumento estatisticamente significante nas dimensões volumétricas do espaço aéreo faríngeo. Houve alterações estatisticamente significativas somente para as medidas cefalométricas A-NPerp, Pg-NPerp e o ângulo FMA. Nesse grupo, a medida cefalométrica FMA apresentou correlação significativa com a Orofaringe Inferior, essa correlação foi negativa, indicando menor volume da porção inferior da orofaringe relacionado ao aumento do ângulo mandibular por um giro horário do complexo maxilo-mandibular. Ainda, no grupo V houve aumento das vias aéreas, mas esse não foi estatisticamente significante, considerando que os indivíduos tenham sido submetidos à média de 5,37mm de recuo mandibular e 3,34mm de avanço maxilar, provavelmente devido ao número de indivíduos considerados. Novamente, corrobora com o que foi observado outros estudos (GONÇALES et al., 2014; PEREIRA-FILHO et al., 2007; HATAB et al., 2015; UESUGI et al., 2014; CANELLAS et al., 2016; AL-MORAISSI et al., 2015).

Apesar de Mattos e cols. (2014) apresentarem apenas evidências moderadas para apoiar uma diminuição significativa da orofaringe na cirurgia de recuo mandibular, estudos correlacionaram o recuo mandibular à possibilidade de desenvolvimento da SAOS (GONÇALES et al., 2014; UESUGI et al., 2014; AL-MORAISSI et al., 2015). A recomendação é a cirurgia ortognática bimaxilar para

correção da má oclusão de Classe III, pois apresenta uma tendência de resultar em aumento do volume total das vias aéreas e melhora dos parâmetros polissonográficos (GONÇALES et al., 2014), pois o avanço da maxila compensa as modificações das vias aéreas, devido ao recuo mandibular (PEREIRA-FILHO et al., 2007). Os cirurgiões devem considerar a cirurgia bimaxilar em vez da cirurgia de recuo mandibular para corrigir uma deformidade de Classe III (BURKHARD et al., 2014).

Nesse contexto, parece importante destacar o papel da maior área de constrição da faringe. O principal objetivo deste estudo foi avaliar o volume do EAF de indivíduos submetidos à cirurgia ortognática, mas, quando medimos a área e o volume, o software utilizado relata automaticamente a área axial mínima. Isso varia de acordo com o movimento realizado, aumentando os movimentos de avanço e reduzindo os recuos mandibulares (Tabela 3). Embora este estudo não tenha avaliado com precisão as diferenças entre a posição pré-operatória e pós-operatória da área da área axial mínima da faringe, observou-se que ela se encontra na orofaringe, abaixo ou no nível da ponta da úvula. O avanço da maxila e o recuo da mandíbula para compensar a redução do EAF em indivíduos de classe III podem não ser tão bons, porque a maior área de constrição da faringe diminuiria de tamanho e assumiria uma posição inferior e posterior por causa da posição do osso hioide, provavelmente agindo como um funil para a entrada de ar.

O tamanho do EAF de indivíduos de Classe III esquelética parece aumentar com a extensão da mandíbula (CASTRO-SILVA et al., 2015; JAYARATNE et al., 2016). Indriksone e Jakobsone (2014) afirmaram que não há evidências suficientes de que as dimensões das vias aéreas superiores diferem entre os diferentes padrões esqueléticos. Este estudo não teve o objetivo de avaliar o tamanho do EAF dos indivíduos com Classe I, II e III, mas observamos que nos indivíduos submetidos a recuo mandibular (Grupo 3) as medidas pré-operatórias eram ligeiramente maiores do que os indivíduos submetidos ao avanço maxilar (Grupo I) ou avanço mandibular (Grupo II). É importante destacar que, neste estudo, essa análise é meramente descritiva e não foi realizada análise estatística relacionada a esses valores.

Estudos anteriores evidenciam a posição da mandíbula como sendo o maior preditor das alterações sobre o EAF, tanto o seu avanço quanto a relação do avanço com alterações no plano oclusal mandibular (GRAUER et al., 2009; HATAB et al.,

2015; RAFFAINI et al., 2018). Isso foi evidenciado com os resultados da análise dos Modelos Lineares Generalizados, onde essa relação (Pg-NPerp*FMA) apresentou maior nível de predição até mesmo que a relação entre os três parâmetros avaliados em conjunto Pg-NPerp, A-NPerp e FMA.

Na orofaringe Inferior, que nesse estudo foi delimitada anteriormente pela base da língua, região que frequentemente encontra-se a área mais constrita do espaço aéreo quando analisada em cortes seccionais (ABOUDARA et al., 2009; SCHENDEL et al., 2012; MAURER et al., 2015). Houve predição estatisticamente significante do aumento no volume dessa região pelo parâmetro cefalométrico Pg-NPerp (Chi² 11,277), sendo ainda mais importante a relação Pg-NPerp*FMA (Chi² 17,692).

A rotação anti-horária do complexo maxilomandibular, tem sido realizada com sucesso para obter aumento do EAF em pacientes com SAOS (MEHRA et al., 2001). Como isso já foi correlacionado com melhoras clínicas e a possibilidade de obter melhores resultados estéticos, o avanço bimaxilar reto não apresenta a forma de tratamento mais eficiente, e, portanto, não deve ser utilizada de maneira genérica e indiscriminada. Mesmo quando a estética não é um fator relevante no caso, avanço máximo do A-NPerp limita a quantidade de rotação que pode ser realizada, e como resultado diminui a tração resultante que pode ser obtida na região do genioglosso (WOLFORD et al., 1994; MEHRA et al., 2001; RAFFAINI; PISANI, 2013; MAURER et al., 2015).

Quando o intuito é aumento do espaço aéreo em pacientes diagnosticados com deformidade facial esquelética, o planejamento dele favorecer a eleição de movimentos que visam maior avanço do pogônio, preservando a base nasal de acordo com as indicações estéticas para o planejamento daquela face. Como isso já foi correlacionado com melhoras clínicas, quando movimentos de avanço associados ao giro no sentido anti-horário são realizados em pacientes com plano oclusal inclinado, há um maior avanço nos tubérculos geniais do que nos dentes, maximizando o avanço do osso hioide, a base da língua e os músculos genioglosso e gênio-hioideo (WOLFORD et al., 1994).

Embora os movimentos lineares anteroposteriores sejam melhores preditores das alterações volumétricas e da AMC que outros parâmetros, esses não são o único

fator a exercer influência sobre essas alterações. Os movimentos lineares combinados com giro do plano mandibular apresentaram a maior influência sobre ambos o volume do EAF e a AMC. Especialmente da porção inferior da orofaringe, onde encontra-se a área de maior estreitamento, relacionada com maior resistência ao fluxo de ar e frequentemente comprometida em pacientes diagnosticados com SAOS.

Normalmente o planejamento para a correção ideal do perfil facial favorece naturalmente movimentos que resultam em ganho volumétrico no espaço aéreo, não trazendo necessidade de grandes mudanças no planejamentos ao atender essa amostra populacional (ARNETT; GUNSON, 2010; GUNSON; ARNETT, 2019; RAFFAINI; PISANI, 2013; RAFFAINI; PISANI, 2015; RAFFAINI et al., 2016; RAFFAINI et al., 2018).

A grande variabilidade no desenho dos estudos em relação ao tipo de procedimento cirúrgico realizado, exames de imagem, pontos de referência para as mensurações, uso de diferentes programas, condições do paciente e muitos outros fatores dificultam a comparação e interpretação dos resultados. Portanto, é importante que seja realizada a aplicação de critérios uniformes e padronização para futuras pesquisas, pois a medição das dimensões das vias aéreas faríngeas por TCFC continuará sendo importante no planejamento e acompanhamento do tratamento cirúrgico das deformidades dentofaciais e no diagnóstico da SAOS.

Como esse estudo limitou-se a avaliar uma amostra que foi composta exclusivamente por exames tomográficos, não tivemos acesso a quaisquer dados clínicos pré ou pós-operatórios, que pudessem contribuir com informações sobre a presença de sintomas de patologias respiratórias, queixas relatadas pelo paciente, complicações ou qualquer outro parâmetro relevante para extrapolar as conclusões e estabelecer correlação clínicas. Ainda, não foi possível levar em conta a perda de peso, o que é uma ocorrência esperada no período inicial do pós-operatório, e é descrita como um fator a ser considerado na análise das alterações obtidas no EAF e na melhora da qualidade respiratória desses indivíduos.

Embora existam estudos recentes que tentam correlacionar dados clínicos da presença de patologias respiratórias como SAOS com alterações volumétricas ocorridas após reposicionamento cirúrgico do esqueleto facial (DATTILO, David J.,

2019 Torres HM et al., 2020), ainda existe espaço para o desenvolvimento de novas investigações prospectivas que, com base nesse entendimento da relação dinâmica entre a morfologia do EAF e a função respiratória, tentem correlacionar dados clínicos para a avaliação da qualidade respiratória, com mensurações volumétricas e análises computacionais.

7 CONCLUSÕES

7 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos por meio da metodologia empregada neste estudo foi possível concluir que a cirurgia ortognática produz efeitos significativos nas dimensões do espaço aéreo faríngeo, havendo aumento do seu volume que muitas vezes é significativo frente à movimentos de avanço. Ainda, nos movimentos de recuo pode apresentar redução, entretanto, essa redução não apresentou significância estatística.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

Aboudara C, Nielsen I, Huang JC, et al. Comparison of airway space with conventional lateral headfilms and 3- dimensional reconstruction from cone-beam computed tomography. J Orthod Dentofacial Orthop, v. 135, n. 2, p. 468-479, 2009.

Abramson Z, Susarla SM, Lawler M, Bouchard C, Troulis M, Kaban LB. Three-dimensional computed tomographic airway analysis of patients with obstructive sleep apnea treated by maxillomandibular advancement. J Oral Maxillofac Surg. 2011 Mar;69(3):677-86

Abu Alhaija ES, Richardson A. Growth prediction in Class III patients using cluster and discriminate function analysis. Eur J Orthod. 2003 Dec;25(6):599-608.

Achilleos S, Krogstad O, Lyberg T. Surgical Mandibular Advancement and Changes in Uvuloglossopharyngeal Morphology and Head Posture: A Short- and Long-Term Cephalometric Study in Males. Eur J Orthod. 2000 Aug;22(4):367-81.

Al-Moraissi EA, Al-Magaleh SM, Iskandar RA, Al-hendi EA. Impact on the pharyngeal airway space of different orthognathic procedures for the prognathic mandible. Int. J. Oral Maxillofac. Surg. 2015; 44: 1110–1118.

Alves M Jr, Baratieri C, Mattos CT, et al. Is the airway volume being correctly analyzed?. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2012;141(5):657-661.

American Academy of Sleep Medicine Task Force Sleep-related breathing disorders in adults: recommendations for syndrome definition and measurement techniques in clinical research Sleep, 22 (1999), pp. 667-689

Araghi MH, et al. Effectiveness of lifestyle interventions on obstructive sleep apnea (OSA): systematic review and meta-analysis. **Sleep**, v. 36, n. 10, p. 1553-1562, 2013.

Aurora RN, Casey KR, Kristo D, Auerbach S, Bista SR, Chowdhuri S, Karippot A, Lamm C, Ramar K, Zak R, Morgenthaler TI. American Academy of Sleep Medicine. Practice parameters for the surgical modifications of the upper airway for obstructive sleep apnea in adults. Sleep. 2010 Oct;33(10):1408-13.

Aziz SR, Simon P. Hullihen and the Origin of Orthognathic Surgery. J Oral Maxillofac Surg. 2004 Oct;62(10):1303-7.

Agha B, Johal A. Facial phenotype in obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome: a systematic review and meta-analysis J Sleep Res, 26 (2) (2017), pp. 122-131

Bear SE, Priest JH. Sleep apnea syndrome: correction with surgical advancement of the mandible. J Oral Surg. 1980;38(7):543-9.

Bianchi A, Betti E, Tarsitano A, et al. Volumetric three-dimensional computed tomographic evaluation of the upper airway in patients with obstructive sleep apnea syndrome treated by maxillomandibular advancement. Br J Oral Maxillofac Surg 52:831, 2014

Bird RB, Stewart WE, Lightfoot EN. Transport Phenomena. New York: John Wiley and Sons, 2002.

Bommarito S, Soares AEM, Goldenberg FC, Almeida LP. Avaliação do espaço aéreo naso e bucofaríngeo em pacientes submetidos à cirurgia ortognática de prognatismo mandibular. Rev Odonto. 2004;23:5-12.

Brunetto DP, Velasco L, Koerich L, Araujo MT. Prediction of 3-Dimensional Pharyngeal Airway Changes after Orthognathic Surgery: A Preliminary Study. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2014 Sep;146(3):299-309.

Bruwier A, Poirrier R, Albert A, Maes N, Limme M, Charavet C, Milicevic M, Raskin S, Poirrier AL. Three-dimensional analysis of craniofacial bones and soft tissues in obstructive sleep apnea using cone beam computed tomography. International Orthodontics, Paris, v. 14, no. 4, p. 449–461, 2016.

Burkhard JP, Dietrich AD, Jacobsen C, Roos M, Lübbers HT, Obwegeser JA. Cephalometric and three-dimensional assessment of the posterior airway space and imaging software reliability analysis before and after orthognathic surgery. J Craniomaxillofac Surg. 2014 Oct;42(7):1428-36.

Butterfield KJ, Marks PLG, McLean L, Newton J: Pharyngeal airway morphology in healthy individuals and in obstructive sleep apnea patients treated with maxillomandibular advance- ment: A comparative study. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol 119:285, 2015

John CR, Gandhi S, Sakharia AR, James TT. Maxillomandibular advancement is a successful treatment for obstructive sleep apnea: a systematic review and meta-analysis Int J Oral Maxillofac Surg, 47 (12) (2018), pp. 1561-1571

Mattos CT, Vilani GN, Sant'Anna EF, Ruellas AC, Maia LC. Effects of orthognathic surgery on oropharyngeal airway: a meta-analysis Int J Oral Maxillofac Surg, 40 (12)

(2011), pp. 1347-1356, 10.1016/j.ijom.2011.06.020

Cançado RH, Lauris JRP. Erro do método: para quê? [Internet]. Dental Press Journal of Orthodontics. 2014; 19(2): 25-26.

Canellas JVS, Barros HLM, Medeiros PJD, Ritto FG. Effects of surgical correction of class III malocclusion on the pharyngeal airway and its influence on sleep apnoea. Int. J. Oral Maxillofac. Surg. 2016; 45: 1508–1512.

Castro-Silva L, Monnazzi MS, Spin-Neto R, Moraes M, Miranda S, Real Gabrielli MF, et al. Cone-beam evaluation of pharyngeal airway space in class I, II, and III patients. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2015 Dec;120(6):679-83.

Chan AS, Sutherland K, Schwab RJ, Zeng B, Petocz P, Lee RW, Darendeliler MA, Cistulli PA. The effect of mandibular advancement on upper airway structure in obstructive sleep apnoea. Thorax. 2010 Aug;65(8):726-32.

Cillo JR, Joseph E, Dattilo DJ. Orthognathic surgery for obstructive sleep apnea. In: Seminars in Orthodontics. WB Saunders, 2019. p. 218-229.

Dal Fabbro C, Chaves Junior CM, Tufik S. A odontologia na medicina do sono. Maringá: Dental Press, 2012. Cap. 4, p. 99-125.

Dalmau E, Zamora N, Tarazona B, Gandia JL, Paredes V. A comparative study of the pharyngeal airway space, measured with cone beam computed tomography, between patients with different craniofacial morphologies. J Craniomaxillofac Surg. 2015 Oct;43(8):1438-46.

De Souza Carvalho AC, Magro Filho O, Garcia IR, Jr., Araujo PM, Nogueira RL. Cephalometric and Three-Dimensional Assessment of Superior Posterior Airway Space after Maxillomandibular Advancement. Int J Oral Maxillofac Surg. 2012 Sep;41(9):1102-11.

Dos Santos Trento G, Moura LB, Spin-Neto R, Jürgens PC, Gabrielli MAC, Pereira-Filho VA. Comparison of Imaging Softwares for Upper Airway Evaluation: Preliminary Study. Craniomaxillofac Trauma Reconstr. 2018;11(4):273-277. doi:10.1055/s-0037-1606247

Duarte HEM, Araújo CCM. Digital systems in Dentomaxillofacial Radiology: new era in Dentistry? RBO 2008; 65(1):42-7.

Eggensperger N, Smolka W, Iizuka T. Long-Term Changes of Hyoid Bone Position and Pharyngeal Airway Size Following Mandibular Setback by Sagittal Split Ramus Osteotomy. J Craniomaxillofac Surg. 2005 Apr;33(2):111-7.

El H, Palomo JM. Airway volume for different dentofacial skeletal patterns. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2011 Jun;139(6):e511-21.

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 Jan;65(1):6-12.

Farole A, Mundenar MJ, Braitman LE. Posterior Airway Changes Associated with Mandibular Advancement Surgery: Implications for Patients with Obstructive Sleep Apnea. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg. 1990 5(4):255-8.

Fernández-Ferrer L, Montiel-Company JM, Pinho T, Almerich-Silla JM, Bellot-Arcís C. Effects of mandibular setback surgery on upper airway dimensions and their influence on obstructive sleep apnoea - a systematic review. J Craniomaxillofac Surg. 2015 Mar;43(2):248-53.

Foltan R, Hoffmannova J, Pavlikova G, Hanzelka T, Klima K, Horka E, et al. The Influence of Orthognathic Surgery on Ventilation During Sleep. Int J Oral Maxillofac Surg. 2011 Feb;40(2):146-9.

Gignon VF. et al. Avanço maxilo-mandibular maior que 10 mm para tratamento da síndrome da apneia obstrutiva do sono grave. Rev Bras Cir Craniomaxilofac, v. 14, n. 4, p. 183-6, 2011.

Gonçales ES, Rocha JJ, Gonçales AGB, et al: Computerized cephalometric study of the pharyngeal airway space in patients submitted to orthognathic surgery. J Oral Maxillofac Surg 13:253, 2014

Gonçales ES. Cirurgia ortognática: guia de orientação para portadores de deformidades faciais esqueléticas. São Paulo: Santos; 2009.

Gonçales ES. Estudo cefalométrico computadorizado do espaço aéreo faríngeo de pacientes submetidos a cirurgia ortognática para correção de prognatismo mandibular [tese]. Bauru (SP): Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo; 2006.

Gonçalves JR, Gonçalves DG, Wolford LM. Postsurgical stability of oropharyngeal airway changes following counterclockwise maxillomandibular advancement surgery. J. Oral Maxillofac. Surg., Philadelphia, v. 64, p. 755-762, 2006.

Grauer D, Cevidanes LS, Proffit WR. Working with DICOM craniofacial images. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2009 Sep;136(3):460-70.

Guijarro-Martínez R, Swennen GR. Cone-beam computerized tomography imaging and analysis of the upper airway: a systematic review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2011;40(11):1227-1237. doi:10.1016/j.ijom.2011.06.017

Rosario HD, Oliveira GMS, Freires IA, De Souza Matos F, Paranhos LR. Efficiency of bimaxillary advancement surgery in increasing the volume of the upper airways: a systematic review of observational studies and meta-analysis Eur Arch Otorhinolaryngol, 274 (1) (2017), pp. 35-44, 10.1007/s00405-016-4015-4

Hart PS, McIntyre BP, Kadioglu O, Currier GF, Sullivan SM, Li J, et al. Postsurgical Volumetric Airway Changes in 2-Jaw Orthognathic Surgery Patients. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2015 May;147(5):536-46

Hasebe D, Kobayashi T, Hasegawa M, Iwamoto T, Kato K, Izumi N, et al. Changes in Oropharyngeal Airway and Respiratory Function During Sleep after Orthognathic Surgery in Patients with Mandibular Prognathism. Int J Oral Maxillofac Surg. 2011 jun;40(6):584-92.

Hatab NA, Konstantinović VS, Mudrak JK. Pharyngeal airway changes after mono- and bimaxillary surgery in skeletal class III patients: Cone-beam computed tomography evaluation. J Craniomaxillofac Surg. 2015 May;43(4):491-6.

Hatcher DC. Cone beam computed tomography: craniofacial and airway analysis. Dent Clin North Am. 2012;56(02):343–357.

Hernández-Alfaro F, et al. ""Surgery first" in bimaxillary orthognathic surgery." *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 69.6 (2011): e201-e207.

Hong J, Oh KM, Kim BR, et al: Three-dimensional analysis of pharyngeal airway volume in adults with anterior position of the mandible. Am J Orthod Dentofacial Orthop 140:e161, 2011

Indriksone I, Jakobsone G. The upper airway dimensions in different sagittal craniofacial patterns: a systematic review Journal Stomatologija, Baltic Dental and Maxillofacial. 2014,16:109-17.

Dempsey JA, Xie A, Patz DS, Wang D. Physiology in medicine: obstructive sleep apnea pathogenesis and treatment–considerations beyond airway anatomy J Appl Physiol, 116 (1) (2014), pp. 3-12, 10.1152/japplphysiol.01054.2013

Holty JE, Guilleminault C. Maxillomandibular advancement for the treatment of obstructive sleep apnea: a systematic review and meta-analysis Sleep Med Rev, 14 (2010), p. 287

Jakobsone G, Neimane L, Krumina G. Two- and three dimensional evaluation of the upper airway after bimaxillary correction of Class III malocclusion. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 110:234, 2011

Jayaratne YSN, Zwahlen RA. The Oropharyngeal Airway in Young Adults with Skeletal Class II and Class III Deformities: A 3-D Morphometric Analysis. Plos One 2016;22:1-14.

Jiang YY. Correlation between hyoid bone position and airway dimensions in Chinese adolescents by cone beam computed tomography analysis. Int J Oral Maxillofac Surg. 2016 Jul;45(7):914-21.

Kim KB. How has our interest in the airway changed over 100 years? Am J Orthod Dentofacial Orthop, 148 (2015), pp. 740-747

Butterfield KJ, Marks PL, McLean L, Newton J. Linear and volumetric airway changes after maxillomandibular advancement for obstructive sleep apnea J Oral Maxillofac Surg, 73 (6) (2015), pp. 1133-1142

Kuo PC, West RA, Bloomquist DS, McNeil RW. The effect of mandibular osteotomy in three patients with hypersomnia sleep apnea. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1979;48(5):385-92.

Lenza MG, Lenza M M, Dalstra M, Melsen B, Cattaneo PM. An analysis of different approaches to the assessment of upper airway morphology: a CBCT study. Orthod Craniofac Res. 2010;13(02):96–105.

Li KK. Maxillomandibular Advancement for Obstructive Sleep Apnea. J Oral Maxillofac Surg. 2011 Mar;69(3):687-94.

Liukkonen M, et al. Effect of mandibular setback surgery on the posterior airway size. Int. J. Adult Orthod. Orthognath. Surg., Chicago, v. 17, no. 1, p. 441-416, 2002.

Lye KW: Effect of orthognathic surgery on the posterior airway space (PAS). Ann Acad Med Singapore 37:677, 2008

Malkoc S, Usumez S, Nur M, Donaghy CE. Reproducibility of Airway Dimensions and Tongue and Hyoid Positions on Lateral Cephalograms. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2005 Oct;128(4):513-6.

Martins LS, Liedke GS, Da Silveira Dias HL, Da Silveira Tiecher PF, Arus NA, Ongkosuwito EM, Vizzotto MB. Important queries for the airway analysis in cone-beam computed tomography scans: Threshold tool and voxel size protocol. J Oral Maxillofac Radiol 2018;6:26-30

Martin O, Muelas L, Viñas MJ. Nasopharyngeal cephalometric study of ideal occlusions. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2006 Oct;130(4):436.e1-9.

Mattos CT, Vilani GN, Sant'Anna EF, Ruellas AC, Maia LC. Effects of Orthognathic Surgery on Oropharyngeal Airway: A Meta-Analysis. Int J Oral Maxillofac Surg. 2011 Dec;40(12):1347-56

McNAMARA Jr., J. A. Influence of respiratory pattern on craniofacial growth. Angle Orthod, Appleton, v. 51, no. 4, p. 269-300, Oct. 1981.

Mehra P, Downie M, Pita MC, Wolford LM. Pharyngeal Airway Space Changes after Counterclockwise Rotation of the Maxillomandibular Complex. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2001 Aug;120(2):154-9.

MOREIRA, A, DURÃO, AR, CORREIA, A. Aplicação da norma DICOM em Medicina Dentária. Rev Port Estomatol Med Dent Cir Maxilofac. 2012;53(2):117-22.

Muto T, Yamazaki A, Takeda S. A cephalometric evaluation of the pharyngeal airway space in patients with mandibular retro- gnathia and prognathia, and normal subjects. I Int J Oral Maxillofac Surg. 2008 Mar;37(3):228-31.

Obelenis Ryan DP, Bianchi J, Ignácio J, Wolford LM, Gonçalves JR. Cone-beam computed tomography airway measurements: Can we trust them?. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2019;156(1):53-60.

Pachêco-Pereira C, Alsufyani N, Major M, Palomino-Gómez S, Pereira JR, Flores-Mir C. Correlation and reliability of cone-beam computed tomography nasopharyngeal volumetric and area measurements as determined by commercial software against nasopharyngoscopy-supported diagnosis of adenoid hypertrophy. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2017 Jul;152(1):92-103.

Park JW, Kim NK, Kim JW, Kim MJ, Chang YI. Volumetric, Planar, and Linear Analyses of Pharyngeal Airway Change on Computed Tomography and Cephalometry after mandibular setback surgery. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2010 Sep;138(3):292-9.

Park SB, Kim YI, Son WS, Hwang DS, Cho BH. 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 Jan;41(1):87-93.

Pereira-Filho VA, Jeremias F, Tedeschi L, Souza RF. Avaliação cefalométrica do espaço aéreo posterior em pacientes com oclusão Classe II submetidos à cirurgia ortognática. Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial, 2007 out;12(5):119-25.

Pinto JA. Ronco e apneia do sono. Rio de Janeiro:Revinter; 2000. 275p.

Raffaini M, Pisani C. Clinical and cone-beam computed tomography evaluation of the three-dimensional increase in pharyngeal airway space following maxillo- mandibular rotation-advancement for class ii - correction in patients without sleep apnoea (OSA). Journal of Craniomaxillofac Surgery., v. 41, n. 7, p.552-557, 2013.

Reiche-Fischel O, Wolford LM. Posterior airway space changes after double jaw surgery with counter-clockwise rotation. AAOMS 78th Annual Meeting and Scientific Sessions. J. Oral Maxillofac. Surg., Philadelphia, v. 54, p. 96, 1996.

Schendel SA, Broujerdi JA, Jacobson RL. Three-dimensional upper-airway changes with maxillomandibular advancement for obstructive sleep apnea treatment Am J Orthod Dentofac Orthop, 146 (2014), pp. 385-393

Boyd SB. Management of obstructive sleep apnea by maxillomandibular advancement Oral Maxillofac Surg Clin North Am, 21 (4) (2009), pp. 447-457

Boyd SB, Walters AS, Waite P, Harding SM, Song Y. Long-Term effectiveness and safety of maxillomandibular advancement for treatment of obstructive sleep apnea J Clin Sleep Med, 11 (7) (2015), pp. 699-708

Caples SM, Rowley JA, Prinsell JR, *et al.* Surgical modifications of the upper airway for obstructive sleep apnea in adults: a systematic review and meta-analysis Sleep, 33 (10) (2010), pp. 1396-1407

Susarla SM, Abramson ZR, Dodson TB, Kaban LB. Upper airway length decreases after maxillomandibular advancement in patients with obstructive sleep apnea J Oral Maxillofac Surg, 69 (11) (2011), pp. 2872-2878

White SM, Huang CJ, Huang SC, Sun Z, Eldredge JD, Mallya SM. Evaluation of the upper airway morphology: the role of cone beam computed tomography J Calif Dent Assoc, 43 (2015), pp. 531-539

Salles C, Campos PSF, Andrade NA, Daltro C. Síndrome da apneia e hipopnéia obstrutiva do sono: análise cefalométrica. Rev Bras Otorrinolaringol. 2005 jun;71(3):369-72.

Santagata M, Tozzi U, Lamart E, Tartaro G. Effect of Orthognathic Surgery on the Posterior Airway Space in Patients Affected by Skeletal Class III Malocclusion. J. Maxillofac. Oral Surg 2015, 14(3):682–686.

Schendel SA, Jacobson R, Khalessi S. Airway Growth and Development: A Computerized 3-Dimensional Analysis. J Oral Maxillofac Surg. 2012 Sep;70(9):2174-83.

Shen GF et al. Cephalometric studies on the upper airway space in normal Chinese. Int J Oral Maxillofac Surg., Copenhagen, v. 23, p. 243-247, 1994.

Sittitavornwong S, Waite PD: Imaging the upper airway in patients with sleep disordered breathing. Oral Maxillofac Surg Clin North Am 21:389, 2009

Solow B, Siersbaek-Nielsen S, Greve E. Airway adequacy, head posture, and craniofacial morphology. Am J Orthod 1984; 86(3):214-23.

Stratemann S, Huang JC, Maki K, Hatcher D, Miller AJ. Three-dimensional analysis of the airway with cone-beam computed tomography. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2011;140(05):607–615.

Torres HM, Evangelista K, Torres EM, et al. Reliability and validity of two software systems used to measure the pharyngeal airway space in three-dimensional analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2020;49(5):602-613.

Uesugi T, Kobayashi T, Hasebe D, Tanaka R, Ike M, Saito C. Effects of orthognathic surgery on pharyngeal airway and respiratory function during sleep in patients with mandibular prognathism. Int. J. Oral Maxillofac. Surg. 2014; 43: 1082– 1090.

Weissheimer A, Menezes LM, Sameshima GT, Enciso R, Pham J, Grauer D. Imaging Software Accuracy for 3-Dimensional Analysis of the Upper Airway. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2012 Dec;142(6):801-13.

Hsieh YJ, Liao YF. Effects of maxillomandibular advancement on the upper airway and

surrounding structures in patients with obstructive sleep apnea: a systematic review Br J Oral Maxillofac Surg, 51 (8) (2013), pp. 834-840

Yamashita AL, Iwaki Filho L, Leite PCC, Navarro RL, Ramos AL, Previdelli ITS et al. Three-dimensional analysis of the pharyngeal airway space and hyoid bone position after orthognathic surgery. J Craniomaxillofac Surg. 2017 Sep;45(9):1408-1414.

Yu LF, Pogrel MA, Ajayi M. Pharyngeal airway changes associated with mandibular advancement. J Oral Maxillofac Surg. 1994 Jan;52(1):40-3; discussion 4.

Zinsly SR, Moraes LC, Moura P, Ursi W. Avaliação do espaço aéreo faríngeo por meio da tomografia computadorizada de feixe cônico. Dental Press J Orthod 2010 out;15(5):150-8.