



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

GILBERTO KAULING BISOL

AVALIAÇÃO VOLUMÉTRICA TOMOGRÁFICA DOS EFEITOS DA EXPANSÃO
RÁPIDA DA MAXILA SOBRE AS VIAS AÉREAS SUPERIORES

Florianópolis

2020

Gilberto Kauling Bisol

AVALIAÇÃO VOLUMÉTRICA TOMOGRÁFICA DOS EFEITOS DA EXPANSÃO
RÁPIDA DA MAXILA SOBRE AS VIAS AÉREAS SUPERIORES

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação
em Odontologia da Universidade Federal de Santa
Catarina como requisito para a obtenção do título de
Mestre em Clínica Odontológica.

Orientador: Prof. Dr. Gerson Luiz Ulema Ribeiro

Florianópolis

2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Bisol, Gilberto Kauling
Avaliação volumétrica tomográfica dos efeitos da
expansão rápida da maxila sobre as vias aéreas superiores
/ Gilberto Kauling Bisol ; orientador, Gerson Luiz Ulema
Ribeiro, 2020.
59 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós
Graduação em Odontologia, Florianópolis, 2020.

Inclui referências.

1. Odontologia. 2. Expansão rápida da maxila. 3. Vias
aéreas. 4. Tomografia computadorizada de feixe cônico. I.
Ribeiro, Gerson Luiz Ulema . II. Universidade Federal de
Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Odontologia.
III. Título.

Gilberto Kauling Bisol

**AVALIAÇÃO VOLUMÉTRICA TOMOGRÁFICA DOS EFEITOS DA EXPANSÃO
RÁPIDA DA MAXILA SOBRE AS VIAS AÉREAS SUPERIORES**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Profa. Dra. Carolina da Luz Baratieri
Instituição: UFSC

O Dr. Helder Baldi Jacob participou da banca por meio de interação de áudio e vídeo em tempo real (Membro Externo ao PPGO)
Instituição: The University of Texas Health Science Center at Houston School of Dentistry

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Mestre em Clínica Odontológica.

Profa. Dra. Mariane Cardoso
Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Odontologia

Prof. Dr. Gerson Luiz Ulema Ribeiro
Orientador

Florianópolis, 26 de novembro de 2020

Este trabalho é dedicado a minha amada família...

AGRADECIMENTOS

Minha gratidão eterna a Nosso Pai Celestial, pela dádiva da vida e convívio com as pessoas que amo.

Minha gratidão a minha amada esposa, parceira e motivadora, Gabriela Geisler Brüggemann Bisol e aos meus amados filhos, Davi Brüggemann Bisol e Lucas Brüggemann Bisol por serem meus guias e minha inspiração de vida.

Minha gratidão aos meus amados pais, Vera Inês Kauling Bisol e Reni Paulino Bisol, cujos sacrifícios permitiram minha educação, e a minha amada irmã, Gabriela Kauling Bisol Eilon, pelo incentivo durante minha formação.

Ao meu amigo Charles Marin, que gentilmente me disponibilizou o *software* utilizado para realização deste trabalho.

Minha gratidão ao meu amigo e orientador, Professor Gerson Luiz Ulema Ribeiro, pela orientação não somente neste trabalho, mas também na minha carreira profissional, a quem tenho como referência.

Minha gratidão aos membros da banca examinadora: Professor Helder Baldi Jacob, Professora Carolina da Luz Baratieri, Professora Carla D'Agostini Derech e Professor Roberto Rocha, que tão gentilmente dispuseram de seu tempo e dedicação para avaliação do presente trabalho.

Minha gratidão ao saudoso e inspirador amigo, Professor Arno Locks, que sempre confiou no meu trabalho e incentivou meu crescimento profissional.

RESUMO

Introdução: As deficiências transversais da maxila associadas a problemas respiratórios se destacam como condições frequentemente observadas na prática Ortodôntica. A Expansão Rápida da Maxila (ERM) é apresentada como opção de tratamento capaz de promover uma eficiente expansão dento-alveolar e um aumento volumétrico significativo das vias aéreas superiores. **Objetivo:** Com auxílio de um *software* de imagens, teve-se por objetivo realizar uma avaliação tomográfica retrospectiva das alterações volumétricas observadas nas vias aéreas superiores de pacientes em fase de crescimento tratados com a ERM. **Metodologia:** A amostra foi composta por exames pré-existentes de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) de 18 pacientes (7 meninos e 11 meninas, com idade média de 8,18 anos), previamente tratados com o procedimento de ERM. Com o auxílio do *Software Dolphin 3D (Dolphin Imaging and Management Solutions, Chatsworth, Calif)*, em imagens obtidas antes do tratamento (T1) e imediatamente após a estabilização do expansor (T2), foram selecionados pontos de referência para divisão das vias aéreas superiores em 6 áreas distintas. Além da orofaringe (OF) e da nasofaringe (NF), a cavidade nasal foi subdividida em 4 regiões: posterossuperior (CNPS), posteroinferior (CNPI), anterossuperior (CNAS) e anteroinferior (CNAI). Após confirmada a concordância intraexaminador com a análise de *Bland Altman*, foram realizadas as medições volumétricas empregando a ferramenta *sinus/airway* do *software* de imagens. Realizou-se a comparação entre os valores volumétricos médios obtidos para todos os pacientes nos tempos T1 e T2, dentro de cada uma das variáveis (regiões) avaliadas. Estes dados foram submetidos ao teste *T – pareado*, a um nível de significância de 5%. **Resultados:** Foram observados aumentos volumétricos estatisticamente significantes na NF, CNPI e CNAI. **Conclusão:** A ERM foi capaz de promover, nos pacientes em crescimento avaliados por este estudo, aumentos volumétricos significativos na porção inferior da cavidade nasal e na nasofaringe, à curto prazo.

Palavras - chave: Tomografia computadorizada de feixe cônico. Expansão rápida da maxila. Vias aéreas superiores.

ABSTRACT

Introduction: Maxillary transverse deficiencies associated to breathing disorders outstand as frequently observed conditions in Orthodontics practice. Rapid Maxillary Expansion (RME) figures as a treatment option which is able to provide an effective dento-alveolar expansion and a significant volumetric increase on upper airways. **Objective:** By using an imaging software, this study aimed to perform a retrospective tomographic assessment concerning upper airways volumetric changes in growing patients treated with RME. **Methodology:** The sample comprised pre-existing cone-beam computed tomograph (CBCT) images from 18 children (7 boys and 11 girls, mean age of 8,18 years old), previously treated with RME. By using the *Dolphin 3D software (Dolphin Imaging and Management Solutions, Chatsworth, Calif)* on CBCT scans obtained before treatment (T1) and right after stabilization of the appliance (T2), landmarks were selected to divide upper airways in 6 different areas. Besides oropharynx (OP) and nasopharynx (NP), nasal cavity was subdivided in 4 quarters: postero-superior (PSNC), antero-superior (ASNC), postero-inferior (PINC) and antero-inferior (AINC). After having the intraexaminer reliability confirmed by the *Bland Altman* analysis, volumetric measurements were performed by the *Sinus/Airway* tool of the imaging software. Mean volumetric values obtained for all patients in T1 and T2 were compared within each one of the evaluated variables (areas). Data were submitted to *Paired t-tests* at a 5% significance level. **Results:** Statistically significant volumetric increases were observed in NP, PINC and AINC areas. **Conclusion:** In growing patients, evaluated by this study, RME was able to generate significant volumetric increases within lower nasal cavity areas, as well as in the nasopharynx, on a short-term basis.

Keywords: Cone beam computed tomography. Maxillary expansion. Upper airways.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ferramenta disponível no <i>software Dolphin</i> para ajuste manual do valor de <i>threshold</i>	22
Figura 2 - A – Ilustração dos planos PHF e PTP em norma lateral; B – Ilustração dos planos PHF e PSM em norma frontal.....	23
Figura 3 - Ilustração da orofaringe (OF) e seus pontos anatômicos delimitantes (<i>landmarks</i>): PO, ENP, OH e C2.....	24
Figura 4 - Ilustração da nasofaringe (NF) e seus pontos anatômicos delimitantes (<i>landmarks</i>): PCA, ENP e PO.....	25
Figura 5 - Ilustração da cavidade nasal (CN) e seus pontos anatômicos delimitantes (<i>landmarks</i>): PCA, N, ENA e ENP.....	25
Figura 6 - Ilustração da linha vertical utilizada para dividir a cavidade nasal horizontalmente, passando pelo ponto CG.....	26
Figura 7 - Ilustração da linha horizontal utilizada para dividir a cavidade nasal verticalmente, passando pelo ponto O.....	26
Figura 8 - Ilustração da subdivisão da cavidade nasal em 4 regiões distintas: A – CNPS; B – CNPI; C – CNAS; D – CNAL.....	28
Figura 9 - Ilustração das delimitações laterais, em norma frontal.....	29
Figura 10 - Ilustração do corte coronal utilizado para determinação dos limites laterais.....	29

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Ilustração das mudanças volumétricas nas 6 regiões avaliadas.....	33
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores volumétricos médios em T1 e T2 e <i>p-value</i> obtidos nas regiões avaliadas.....	31
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AOS: Apnéia Obstrutiva do Sono
C2: Segunda Vértebra Cervical
CG: Crista Galli
CN: Cavidade Nasal
CNAI: Cavidade Nasal Anteroinferior
CNAS: Cavidade Nasal Anterossuperior
CNPI: Cavidade Nasal Posteroinferior
CNPS: Cavidade Nasal Posterossuperior
ENP: Espinha Nasal Posterior
ENA: Espinha Nasal Anterior
ERM: Expansão Rápida da Maxila
DICOM: Digital Imaging and Communications in Medicine
HO: Hipótese Nula
H1: Hipótese 1
N: Nasio
NF: Nasofaringe
O: Orbital
OF: Orofaringe
OH: Osso Hióide
PCA: Processo Clinóide Anterior
PHF: Plano Horizontal de Frankfurt
PO: Processo Odontóide
PSM: Plano Sagital Mediano
PTP: Plano Trans-Poriônico
SAHOS: Síndrome de Apnéia e Hipopnéia Obstrutiva do Sono
T1: Tomografia 1
T2: Tomografia 2
TCFC: Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico
TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFSC: Universidade Federal de Santa Catarina

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
3	OBJETIVOS	19
3.1	OBJETIVO GERAL	19
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
4	METODOLOGIA	20
5	RESULTADOS	30
6	DISCUSSÃO	33
7	CONCLUSÃO	39
	REFERÊNCIAS	40
	ANEXO A - Avaliação de concordância intraexaminador	43
	ANEXO B - Registro dos dados volumétricos (em mm³) - vias aéreas superiores	50
	ANEXO C - Análise estatística	51

1 INTRODUÇÃO

Em 1860, Angel foi o primeiro a descrever a expansão da maxila como método eficiente para tratamento de pacientes com falta de espaço generalizado na arcada superior e deficiência transversal da maxila (ANGEL, 1860).

A deficiência transversal da maxila associada a problemas respiratórios é uma condição frequentemente observada em Otorrinolaringologia e na prática Ortodôntica. Esse tipo de maloclusão merece uma atenção especial por parte dos Ortodontistas, Otorrinolaringologistas e Alergistas, uma vez que suas causas e os sintomas são claramente relativos a essas três especialidades. Além disso, a condição pode ser tratada por meio da Expansão Rápida da Maxila, trazendo melhoras ao fluxo respiratório nasal e ao padrão respiratório (HAAS, 1961).

Iwasaki *et al* (2013) relataram melhora nas condições de respiração nasal dos pacientes tratados com Expansão Rápida da Maxila, medidas por testes objetivos das vias aéreas nasais, tais como rinomanometria e rinometria acústica.

Em recente revisão sistemática sobre a Apnéia Pediátrica Obstrutiva do Sono, que envolve sérios problemas de saúde e comportamentais, tais como: problemas escolares, hiperatividade, enurese noturna, terror noturno, depressão, insônia e problemas psiquiátricos, Huang e Guillemineault (2017) citaram a expansão rápida da maxila como alternativa de tratamento à adenotonsilectomia.

Whitla e Lennon (2017), em outra revisão sistemática realizada sobre a Apnéia Obstrutiva do Sono (AOS), concluíram que: em casos moderados de AOS esteróides intranasais e outras medicações anti-inflamatórias podem promover alívio, contudo, a segurança destas abordagens a longo termo não está bem evidenciada. A perda de peso em crianças obesas mostrou-se ser efetiva, mas limitada na prática. A ventilação não invasiva pode ser efetiva, mas a colaboração pode ser um problema. Com relação ao emprego da expansão rápida da maxila, os autores concluíram que o procedimento é efetivo para expansão das vias aéreas faríngeas, porém, ressaltaram que as pesquisas nesta área são limitadas.

Ainda mais recentemente, Almuzian *et al* (2018), em estudo prospectivo baseado em imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico, concluíram que a expansão rápida da maxila é capaz de promover uma eficiente expansão dento-alveolar, um significativo aumento da via naso-faríngea superior e redução significativa do espaço retro-palatal superior. Contudo, os autores defenderam que mais estudos clínicos similares seriam benéficos para se determinar o impacto clínico da expansão rápida da maxila nas vias aéreas e na respiração, bem como a estabilidade destes efeitos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A Expansão Rápida da Maxila é um procedimento ortopédico rotineiramente utilizado em pacientes em crescimento na Ortodontia. Seu principal objetivo é o de separação da sutura palatina mediana, visando uma dimensão maxilar transversa adequada. Apesar desta terapia ser empregada para correção de discrepâncias esqueléticas e dentárias, alguns autores apontam uma moderada evidência de que os resultados provenientes deste procedimento poderiam aumentar as dimensões das vias aéreas nasofaríngeas e conseqüentemente, promover uma melhora na capacidade respiratória nasal dos pacientes (BARATIERI *et al*, 2011).

Alves *et al* (2011), em estudo realizado com tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), observaram que as dimensões das vias aéreas faríngeas eram significativamente maiores nos respiradores nasais do que nos respiradores bucais.

A deficiência transversal da maxila é uma condição frequentemente associada a problemas respiratórios. Merece portanto, atenção especial dos Ortodontistas, Otorrinolaringologistas e Alergistas, pois as causas e sintomas podem envolver estas três especialidades. Essa condição pode ser tratada com o procedimento de Expansão Rápida da Maxila, resultando em melhoras no fluxo aéreo nasal e no padrão respiratório. O alargamento da cavidade nasal, com aumento do seu volume, pode diminuir a resistência do fluxo do ar e melhorar o padrão respiratório nasal. Porém, esse efeito depende de sua localização e severidade (CAPPELLETE *et al*, 2017).

A técnica, introduzida em 1860 nos EUA por Angel, torna possível a separação da sutura palatina mediana e produz alterações na cavidade nasal que por sua vez, levam à melhora na respiração (ANGEL, 1860). Eysel foi o primeiro Rinologista a estudar os efeitos da expansão rápida da maxila sobre as dimensões da cavidade nasal, no ano de 1886, quando observou alterações na maxila após o procedimento, como o aumento da largura nasal perto da sutura palatina. Mais tarde, mostrou-se que a reparação histológica do tecido conjuntivo ocorre na sutura palatina durante e depois da fase de expansão ativa, bem como alterações na anatomia da cavidade nasal e septo, abertura triangular da sutura palatina mediana – com o vértice voltado para a cavidade nasal – e melhora da respiração nasal (HAAS, 1961).

Smith *et al* (2012) afirmaram que a ERM é capaz de promover um aumento significativo no volume da cavidade nasal e da nasofaringe em pacientes jovens.

Mesmo em pacientes adultos, com idade média de 22,7 anos de idade, Soo-yeon kim *et al* (2018) recentemente observaram um aumento significativo no volume da cavidade nasal e nasofaringe após a realização da ERM, empregando um expansor com ancoragem dento-

esquelética. Segundo os autores, este aumento mostrou-se mais expressivo na cavidade nasal do que na nasofaringe e os resultados mostraram-se estáveis após 1 ano de tratamento.

Katyal *et al* (2013) apontaram melhoras na qualidade de vida de pacientes com distúrbios respiratórios de sono após a intervenção da ERM à curto prazo, mas sugeriram mais estudos para confirmar e avaliar a estabilidade destes resultados ao longo do tempo.

A ERM pode produzir aumentos dimensionais significativos na cavidade nasal e na nasofaringe. Este fato pode ter um impacto positivo na qualidade de vida de pacientes respiradores bucais que apresentam atresia maxilar (IZUKA *et al*, 2015).

Fastuca *et al* (2015) concluíram que o procedimento de ERM é capaz de promover um aumento volumétrico significativo nas vias aéreas, levando a um aumento dos níveis de saturação de oxigênio no sangue. Porém, de acordo com os mesmos autores, as alterações morfológicas obtidas com a ERM nas vias aéreas não necessariamente implicam em um melhor desempenho respiratório.

Apesar de ser evidente uma mudança nas vias aéreas orofaríngeas com o procedimento da Expansão Rápida da Maxila, há uma necessidade de mais estudos clínicos, utilizando métodos precisos para investigar as alterações anatômicas nas vias aéreas superiores resultantes do procedimento (ORTU *et al*, 2014).

Baratieri *et al* (2011) concluíram que há um nível moderado de evidências que levam a crer que a expansão rápida da maxila, quando executada em períodos de crescimento é capaz de promover aumentos na largura da cavidade nasal em sua porção posterior, associados a uma redução da resistência das vias aéreas nasais e consequente aumento do fluxo nasal total. A estabilidade dos resultados pode ser esperada por pelo menos 11 meses após a intervenção ortopédica. De acordo com os autores, todas as alterações observadas nas dimensões e funções das vias aéreas com a expansão rápida da maxila podem melhorar as condições da respiração nasal dos pacientes, porém, não pode ser indicada somente com este propósito. Estudos adicionais randomizados, controlados, são necessários para fortalecer a evidência de benefícios do procedimento sobre as dimensões e funções das vias aéreas a longo prazo.

Em recente revisão sistemática realizada acerca do assunto, Buck *et al* (2017) concluíram que as evidências resultantes de estudos clínicos controlados e não controlados indicam que a expansão rápida da maxila realizada em pacientes em crescimento, com deficiência transversal da maxila, pode apresentar uma associação positiva com aumento de volume das vias aéreas superiores, a curto prazo. Porém, afirmaram os autores, esses resultados devem ser interpretados cautelosamente, devido ao pequeno número de testes realizados e à necessidade de metodologias mais sérias, as quais podem ter uma interferência no risco de

vieses. Apontaram portanto, a necessidade de futuros estudos clínicos prospectivos, controlados e bem conduzidos, em pacientes em crescimento, para que se possa então recomendar o emprego da expansão rápida da maxila para aumentar o volume das vias aéreas superiores de uma forma mais previsível, embasada em evidências científicas.

A deficiência maxilar transversa pode ter relação com a pato-fisiologia da apnéia obstrutiva do sono, uma vez que a postura inferiorizada da língua poderia contribuir para o estreitamento da via aérea faríngea. A Expansão Rápida da Maxila envolve tanto um aumento no volume total das cavidades nasais, com conseqüente aumento no fluxo aéreo, como uma melhora na postura da língua e palato mole. Isso determina o restabelecimento parcial ou total das funções respiratórias nasais (LINDER-ARONSON, 1970).

O Ortodontista pode exercer um papel fundamental na interceptação de patologias obstrutivas em idade pediátrica. A resolução de uma condição severa de apnéia/hipopnéia obstrutiva do sono pode restabelecer o desenvolvimento fisiológico destes paciente (GRACCO *et al*, 2018).

A correção dos desequilíbrios estruturais craniofaciais durante o crescimento infantil pode contribuir para uma redução da síndrome de apnéia/hipopnéia obstrutiva do sono e do ronco. A sua relação com outros importantes fatores, tais como qualidade de vida, função neurocognitiva e saúde cardiovascular, extremamente relevantes para estes pacientes, ainda precisa ser investigada por estudos científicos criteriosos (HUYNH, DESPLATS e ALMEIDA, 2016).

No passado, radiografias cefalométricas laterais e ântero-posteriores foram utilizadas para avaliar as mudanças tridimensionais nas vias aéreas superiores. Porém, com estes métodos, tornavam-se difíceis medições fidedignas das vias faríngeas. Primeiro, porque sua anatomia varia muito entre os pacientes. Segundo, porque as superposições de diferentes estruturas e as distorções de imagem não permitem uma mensuração precisa das mudanças observadas (HASKELL *et al*, 2009).

Devido à complexidade da anatomia tridimensional das vias aéreas superiores, a tomografia computadorizada de feixe cônico mostra-se como o melhor método para estudo de alterações nas vias aéreas (ORTU *et al*, 2014).

Feng *et al* (2015) afirmaram que a telerradiografia de perfil não é capaz de fornecer informações diagnósticas satisfatórias para detecção de obstrução das vias aéreas. Segundo os autores, podem ser empregada como uma ferramenta inicial para determinar a necessidade de exames adicionais para investigação, uma vez que para o paciente Ortodôntico, já estão disponíveis para avaliação.

Diferentes métodos e softwares de imagem são empregados para confirmar a expansão do complexo nasomaxilar e suas estruturas adjacentes após a Expansão Rápida da Maxila. *Softwares* de imagem têm sido extremamente úteis para ajudar a avaliar seus benefícios. Eles também têm se mostrado vitais para as comparações estruturais entre o pré e o pós-tratamento e para avaliar as alterações morfológicas causadas pelo tratamento, uma vez que melhoram a visualização de estruturas anatômicas, tornando desnecessárias a superposição de radiografias convencionais. Além disso, esses programas aumentam a precisão dos resultados da investigação, além de melhorarem a eficácia de quaisquer técnicas aplicadas, facilitando o uso de ferramentas para manipulação de imagens 3D – sozinhas ou associadas a outros softwares (CAPPELETTE *et al*, 2008).

Softwares específicos de imagem são capazes de detectar as diferentes densidades de ar, água, tecidos moles e tecidos ósseos nas regiões delimitadas. O computador é capaz de diferenciar o ar das estruturas circundantes reconhecendo as diferenças nos valores das densidades (escalas de cinza) destas estruturas. O limiar de sensibilidade, ou *threshold*, é a base para a segmentação das imagens, um processo que permite separar uma estrutura de interesse das demais, para avaliação. Quando um usuário utiliza um determinado intervalo de *threshold*, significa que todos os *voxels* com níveis de cinza dentro daquele intervalo serão selecionados para construção do modelo em 3D. A segmentação pode ser feita de maneira manual, corte por corte, ou de forma semi-automática, onde o programa diferencia automaticamente o ar das estruturas adjacentes (WEISSHEIMER *et al*, 2012).

El e Palomo (2010) compararam três *softwares* disponíveis no mercado para avaliação das vias aéreas superiores: *Dolphin 3D*, *InVivoDental* e *OnDemand3D*. Os softwares foram considerados altamente confiáveis para medições das vias aéreas e mostraram alta correlação nos resultados, porém baixa precisão. Os dois primeiros foram considerados mais controláveis, uma vez que permitem que o usuário aumente ou diminua os valores de *threshold*. Os autores afirmaram que todos apresentaram menor confiabilidade para medição da cavidade nasal do que da orofaringe. Segundo os autores, a região nasal apresenta uma anatomia intrincada e de espaços estreitos, sendo um desafio maior para os softwares que disponibilizam a segmentação automática.

Apesar da dificuldade para avaliação da região da cavidade nasal, aparentemente, o efeito da ERM nas vias aéreas se dá mais localmente, e diminui a medida que se aprofunda no sentido da orofaringe, possivelmente como resultado da adaptação do tecido mole naquelas regiões. Em outras palavras, quanto mais distante da sutura maxilar, menor o efeito nas vias aéreas (CHANG *et al*, 2013).

Em seu estudo, Weissheimer *et al* (2012) avaliaram a eficácia de 6 *softwares* para medição volumétrica das vias aéreas: *Mimics*, *Dolphin 3D*, *ITK-Snap*, *Osirix*, *InVivo Dental* and *OnDemand3D*. Concluíram que os 4 primeiros obtiveram desempenho similar e uma precisão consideravelmente maior que os dois últimos. O volume final, segundo os autores, é dependente entre outros fatores, da complexidade da morfologia das vias aéreas e do intervalo de *threshold* empregado.

O software *Dolphin 3D* possui uma ferramenta específica que permite alterações no grau de preenchimento das vias aéreas. Um aumento ou diminuição nos valores do *threshold* podem resultar em um maior ou menor volume das vias aéreas, respectivamente (WEISSHEIMER *et al*, 2012). Alves *et al* (2012) propuseram uma calibração de valores para o limiar de sensibilidade ideal para quantificação volumétrica das vias aéreas, que gira em torno de 73. Uma variação do valor do *threshold* de 70 a 75 foi considerada aceitável pelos autores, quando utilizado o software *Dolphin*. A padronização deste valor, segundo os autores, é importante porque o uso de diferentes *thresholds* pode resultar em diferentes medições volumétricas.

De acordo com Anandarajah *et al* (2015), vários estudos haviam realizado avaliações tridimensionais em crianças. Porém, de forma geral, havia uma deficiência no delineamento dos limites anatômicos das vias aéreas, sendo que pontos de referência de tecido mole, facilmente deslocáveis, eram comumente empregados. Além disso, as margens anatômicas posteriores e anteriores das vias aéreas geralmente não eram descritas. Devido à mobilidade excessiva dos tecidos moles circundantes das vias aéreas, os autores defenderam o uso do emprego de pontos de referência ósseos para delimitação da área de interesse, por serem facilmente identificáveis.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo do presente estudo foi avaliar as alterações promovidas pela Expansão Rápida da Maxila sobre o volume das vias aéreas superiores, em exames pré-existentes de tomografia computadorizada de feixe cônico, realizados em uma amostra de pacientes em crescimento tratados na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

3.2.1 Avaliar as alterações na cavidade nasal, isoladamente.

3.2.2 Avaliar as alterações na nasofaringe, isoladamente.

3.2.3 Avaliar as alterações na orofaringe, isoladamente.

4 METODOLOGIA

A presente avaliação retrospectiva foi realizada em exames pré-existentes de tomografia computadorizada de feixe cônico, extraídos do estudo de Pereira *et al* (2017), realizado na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), cuja amostra foi selecionada em escola pública, entre pacientes que procuravam por tratamento Ortodôntico. Todos os pais ou responsáveis assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) autorizando a execução do tratamento, que foi devidamente aprovada pelo comitê de ética da mesma universidade (#1834/12).

Naquele estudo, uma amostra inicial de 28 indivíduos (16 meninas e 12 meninos) com idade média de 8,18 anos, foi submetida ao procedimento de Expansão Rápida da Maxila (ERM). Todos os componentes do grupo foram tratados com o mesmo tipo de aparelho dentomuco suportado preconizado por Hass (1961), que incluiu um parafuso expensor com abertura máxima de 11mm (Dentaurum, Inspringen, Alemanha) e bandas nos primeiros molares permanentes e primeiros molares decíduos. Por um período de aproximadamente 3 semanas, os pacientes foram orientados a seguir o seguinte protocolo de ativação: 1 volta completa no parafuso no primeiro dia (4 ativações, equivalentes a 0,8mm de abertura), e 1/2 volta nos dias subsequentes (2 ativações, equivalentes a 0,4mm de abertura), até que se atingisse uma abertura de exatos 8mm (resultantes de um total de 40 ativações). No final das ativações, os expansores foram estabilizados e mantidos como contenção ao longo de um período de 5 meses (PEREIRA *et al*, 2017).

Os pacientes foram examinados por tomografias computadorizadas de feixe cônico em dois momentos: o primeiro, antes da realização do procedimento de ERM (T1); e o segundo, de 1 a 7 dias após a estabilização dos parafusos expansores (T2). Pacientes que por alguma razão, não seguiram o protocolo de ativação corretamente, não retornaram para as consultas de acompanhamento, não realizaram o exame final (T2) dentro do período estipulado, ou ainda, cujo expensor tenha se desprendido durante o tratamento, foram excluídos daquele estudo, reduzindo a amostra para 21 indivíduos (13 meninas e 8 meninos), com idade média de 8,43 anos (PEREIRA *et al*, 2017).

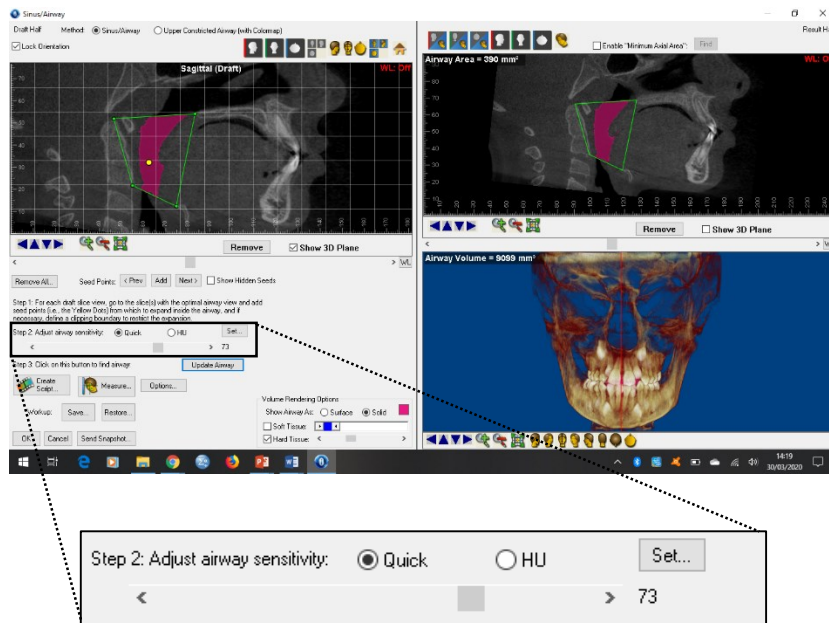
Os exames de tomografia computadorizada de feixe cônico foram realizados com um aparelho I-CAT (Imaging Sciences International, Hatfield, EUA), de acordo com o protocolo padronizado: 120KV, 20mA, voxel de 0,25mm e tempo de escaneamento de 14,7s. As informações para cada paciente em T1 e T2 foram reconstruídas em cortes de 0,5mm de

espessura e salvas em formato DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) (PEREIRA *et al*, 2017).

Para o presente estudo, reconstruímos as imagens tomográficas em 3D e realizamos a avaliação das vias aéreas dos pacientes, antes e depois do tratamento, com o auxílio do *software* de imagens *Dolphin Imaging*, versão 11.9 (*Dolphin Imaging*, Chatsworth, EUA) utilizando a função *Sinus/airway*.

Este *software* permitiu o ajuste manual do *threshold*, ou grau de preenchimento, das vias aéreas (figura 1). O valor do *threshold* foi padronizado para que o uso de diferentes valores não resultassem em diferentes medições volumétricas. Adotou-se uma calibração de 73 para todas as medições, valor considerado ideal por Alves *et al* (2012) quando utilizado o *software Dolphin* para quantificação volumétrica das vias aéreas.

Figura 1 - Ferramenta disponível no *software Dolphin* para ajuste manual do valor de *threshold*.

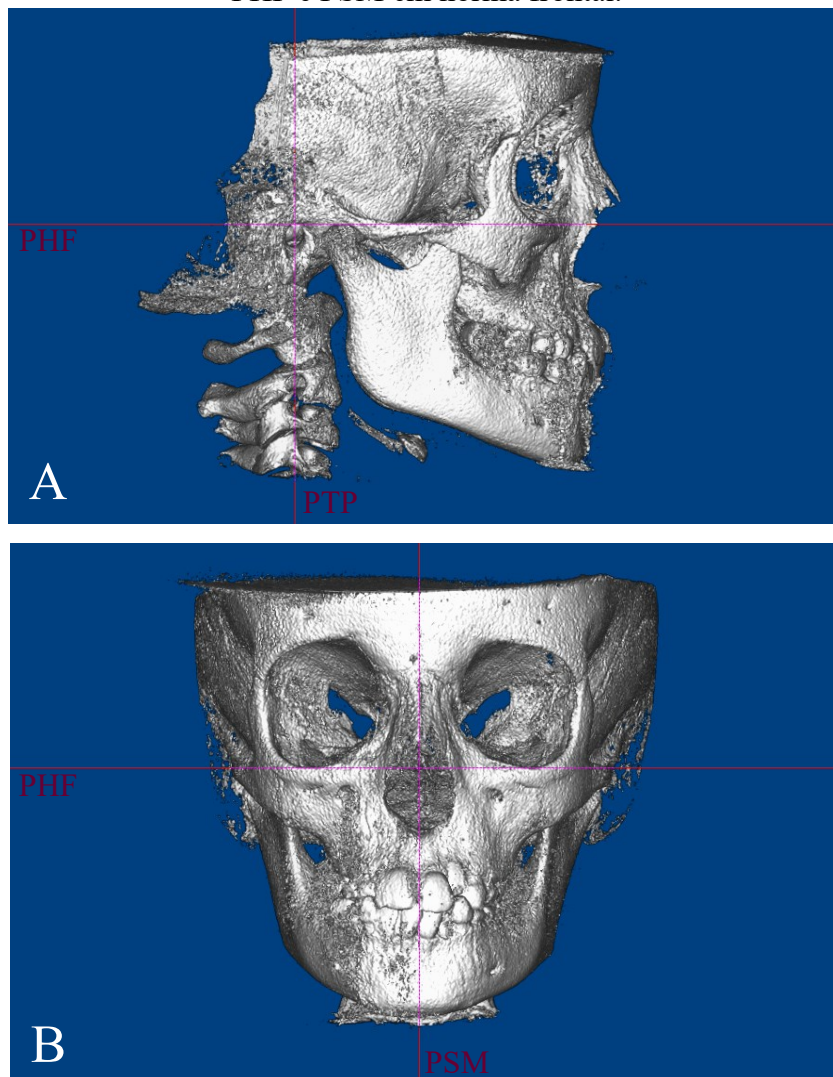


Os pacientes da amostra cujas imagens não foram consideradas suficientemente claras e nítidas para visualização das regiões anatômicas de interesse (tanto em T1, quanto em T2), foram excluídos deste estudo, resultando em uma amostra de 18 crianças (7 meninos e 11 meninas), com idade média de 8,18 anos de idade.

Para avaliação das imagens, inicialmente reorientamos a posição da imagem digital da cabeça nos planos axial, coronal e sagital, como sugerido por Cevidanés *et al* (2009), tomando-se por base as seguintes referências: como plano axial, o Plano Horizontal de Frankfurt (PHF), passando pelos pontos Orbital esquerdo e direito e Pório direito; como plano coronal, o Plano

Trans-Poriônico (PTP), passando pelos pontos Pório direito e esquerdo, perpendicular ao plano axial selecionado; e como plano sagital, o Plano Sagital Mediano (PSM), passando pelo ponto Nasio (N), perpendicular aos planos axial e coronal selecionados (figura 2).

Figura 2 - A – Ilustração dos planos PHF e PTP em norma lateral; B – Ilustração dos planos PHF e PSM em norma frontal.

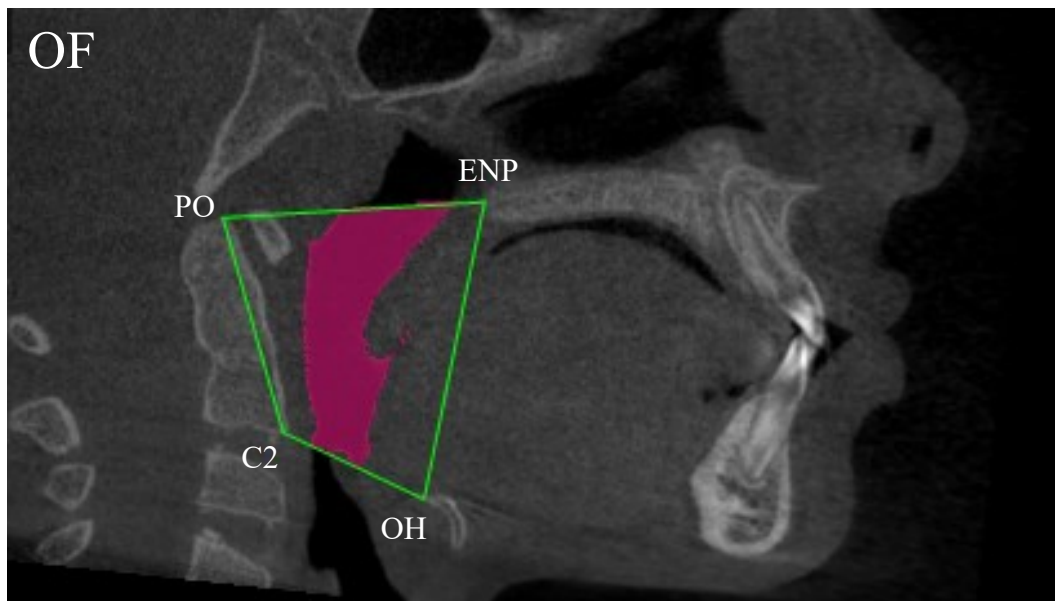


Após a padronização da posição da imagem da cabeça, determinaram-se os *landmarks* (pontos de referência) para delimitação das vias aéreas. Pontos ósseos foram a opção de escolha, por serem mais facilmente visualizados e permitirem maior reprodutibilidade. Com o objetivo de viabilizar a avaliação dos impacto da ERM em diferentes áreas, optamos pela análise das vias aéreas superiores em 3 regiões distintas: a orofaringe, a nasofaringe, e a cavidade nasal, delimitadas pelos seus respectivos *landmarks*:

A orofaringe (OF): delimitada superiormente, pela linha que conecta o ponto mais superior do processo odontóide da segunda vértebra cervical (PO) à espinha nasal posterior

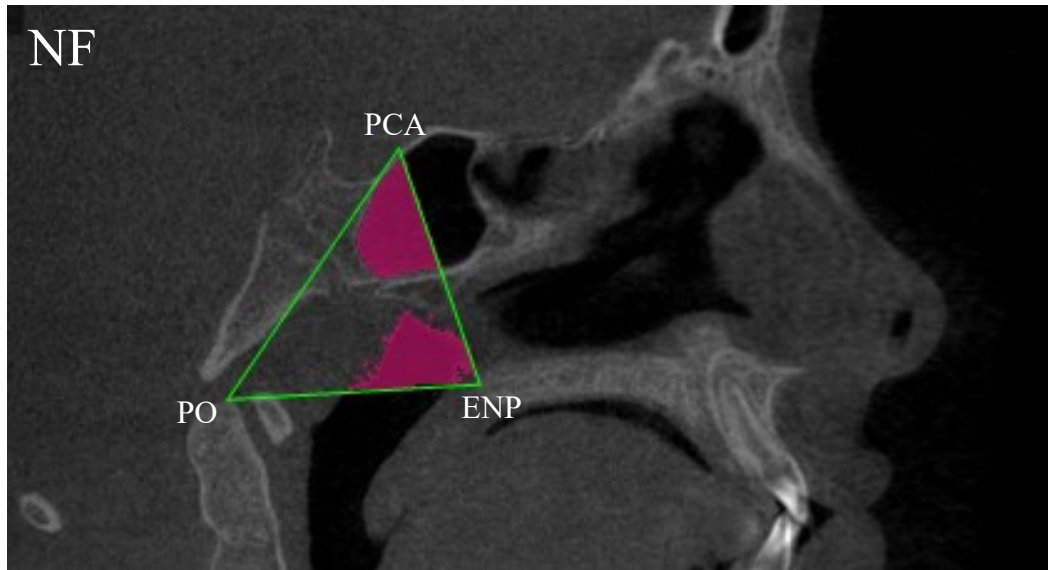
(ENP), no Plano Sagital Mediano (PSM); delimitada anteriormente, pela linha que conecta o ponto ENP ao ponto mais superior e posterior do osso hióide (OH), no PSM; delimitada inferiormente, pela linha que conecta o ponto OH ao ponto mais inferior e anterior da segunda vértebra cervical (C2), no PSM; e posteriormente, pela linha que conecta o ponto C2 ao ponto PO, no PSM (figura 3).

Figura 3 - Ilustração da orofaringe (OF) e seus pontos anatômicos delimitantes (*landmarks*): PO, ENP, OH e C2.



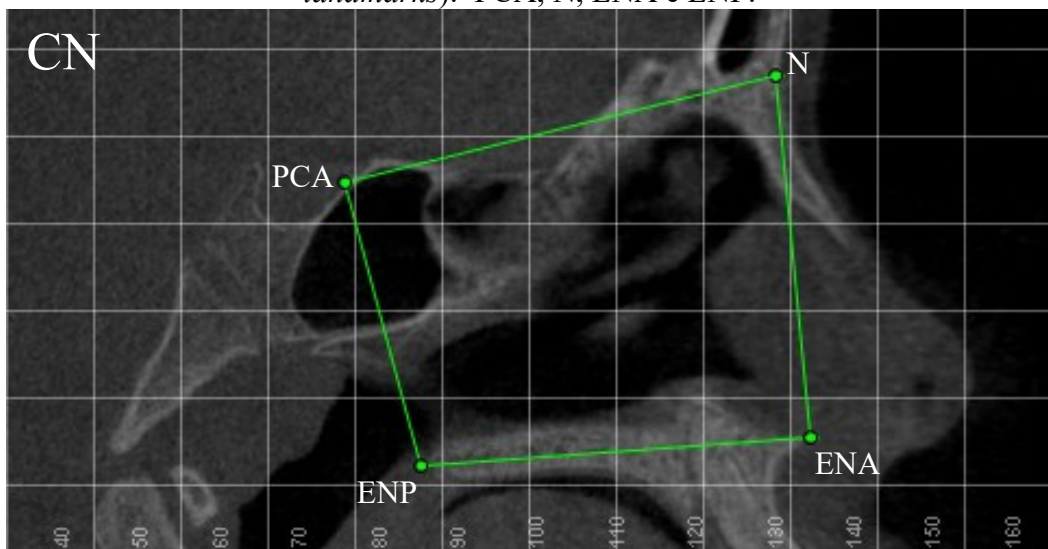
A nasofaringe (NF): delimitada anteriormente, pela linha que conecta o processo clinóide anterior da sela túrcica (PCA) ao ponto ENP, no PSM; delimitada posteriormente, pela linha que conecta o ponto PCA ao ponto PO, no PSM; e delimitada inferiormente, pelo limite superior da orofaringe, no PSM (figura 4).

Figura 4 - Ilustração da nasofaringe (NF) e seus pontos anatômicos delimitantes (*landmarks*): PCA, ENP e PO.



A cavidade nasal (CN): delimitada superiormente, pela linha que conecta o ponto PCA ao ponto de encontro da sutura internasal com a sutura frontonasal - Nasio (N), no PSM; delimitado anteriormente, pela linha que conecta o ponto N à espinha nasal anterior (ENA), no PSM; delimitado inferiormente, pela linha que conecta o ponto ENA ao ponto ENP), no PSM; e delimitado posteriormente, pelo limite anterior da nasofaringe, no PSM (figura 5).

Figura 5 - Ilustração da cavidade nasal (CN) e seus pontos anatômicos delimitantes (*landmarks*): PCA, N, ENA e ENP.



Uma vez que a cavidade nasal consiste em uma região de especial interesse para investigação, onde são comuns as obstruções respiratórias, propusemo-nos a avaliá-la de forma mais detalhada. Sendo assim, como grande diferencial em relação a outros trabalhos que seguiram a mesma linha de pesquisa, na presente metodologia realizamos ainda a subdivisão

da cavidade nasal em quadrantes distintos. Esta nova abordagem foi empregada com o objetivo de analisar dentro desta região, de maneira mais específica, as alterações volumétricas provenientes da Expansão Rápida da Maxila.

A subdivisão da cavidade nasal deu-se: horizontalmente, por meio de uma linha vertical, passando pelo processo crista galli (CG), perpendicularmente ao PHF, no PSM (figura 6); e verticalmente, por meio de uma linha horizontal, passando na altura do ponto Orbital direito (O), paralelamente ao PHF, no PSM (figura 7).

Figura 6 - Ilustração da linha vertical utilizada para dividir a cavidade nasal horizontalmente, passando pelo ponto CG.

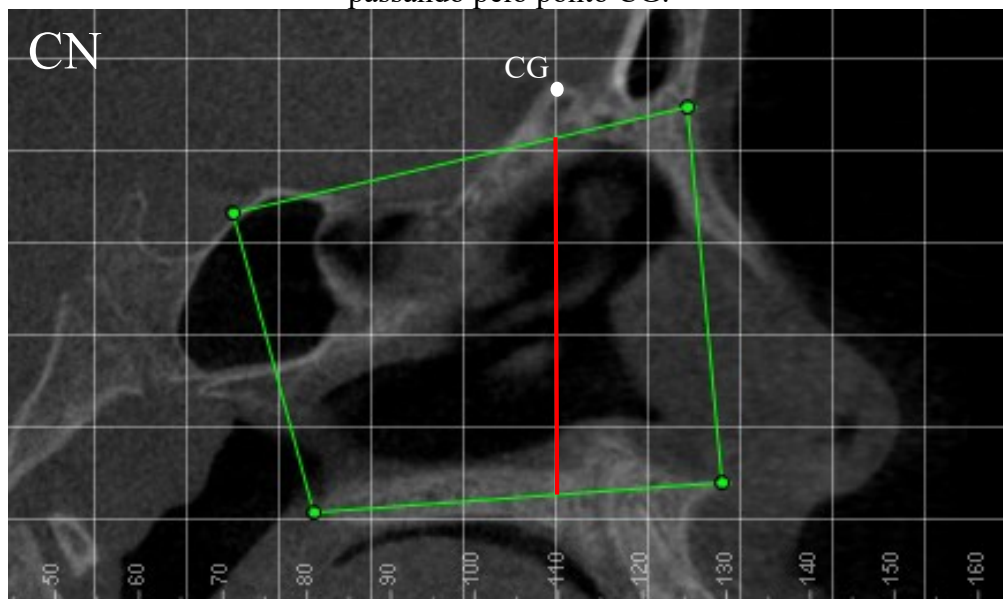
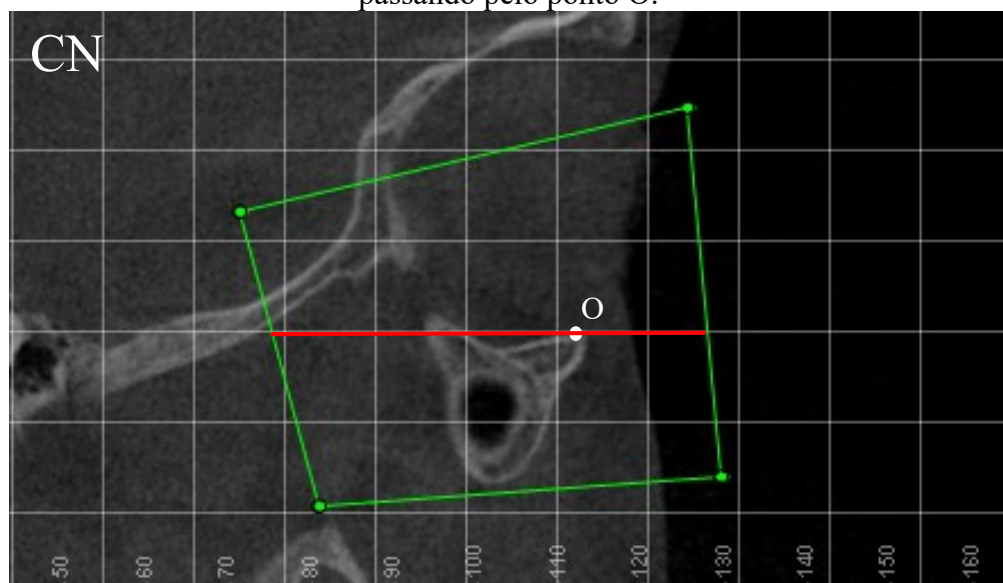
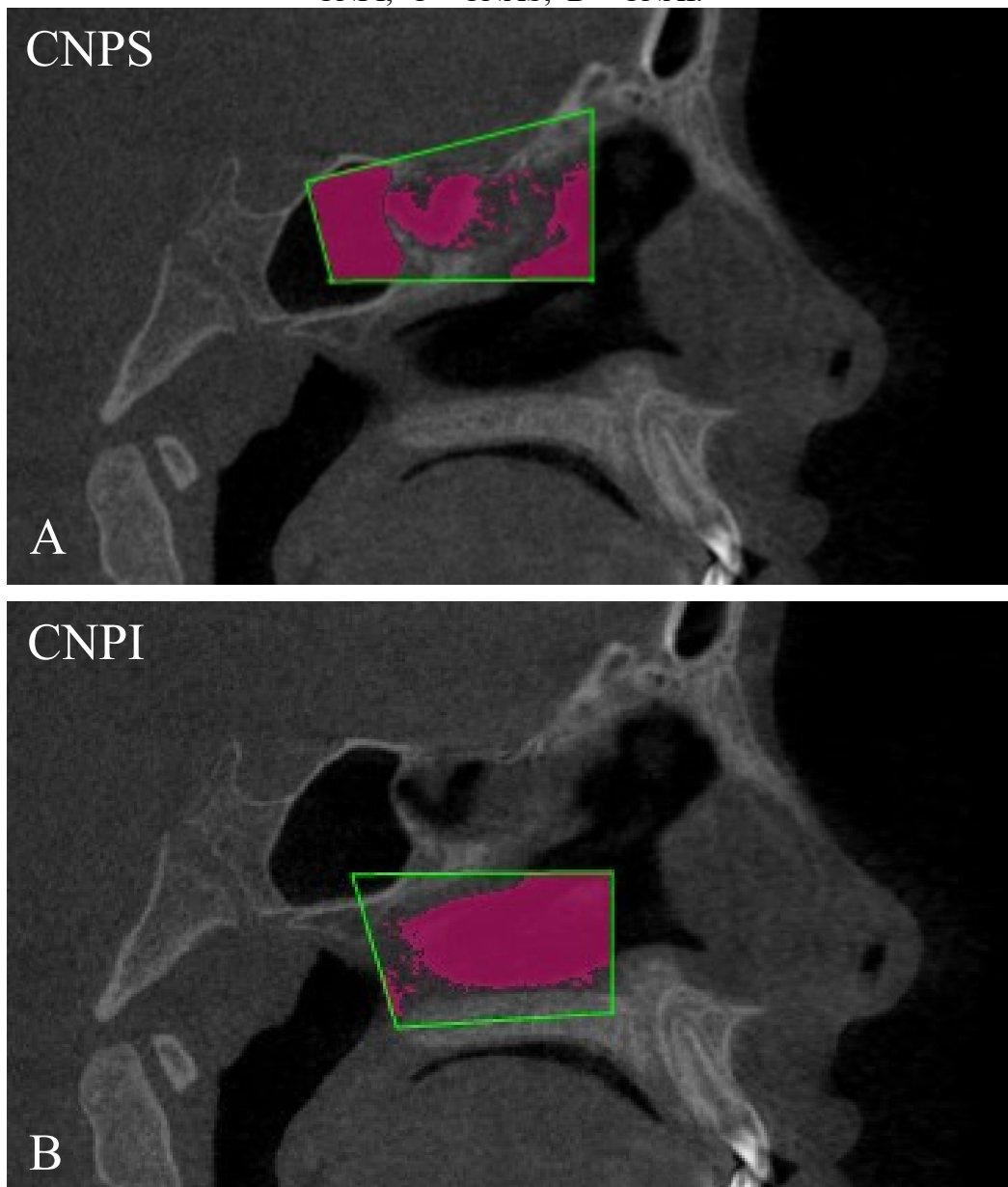


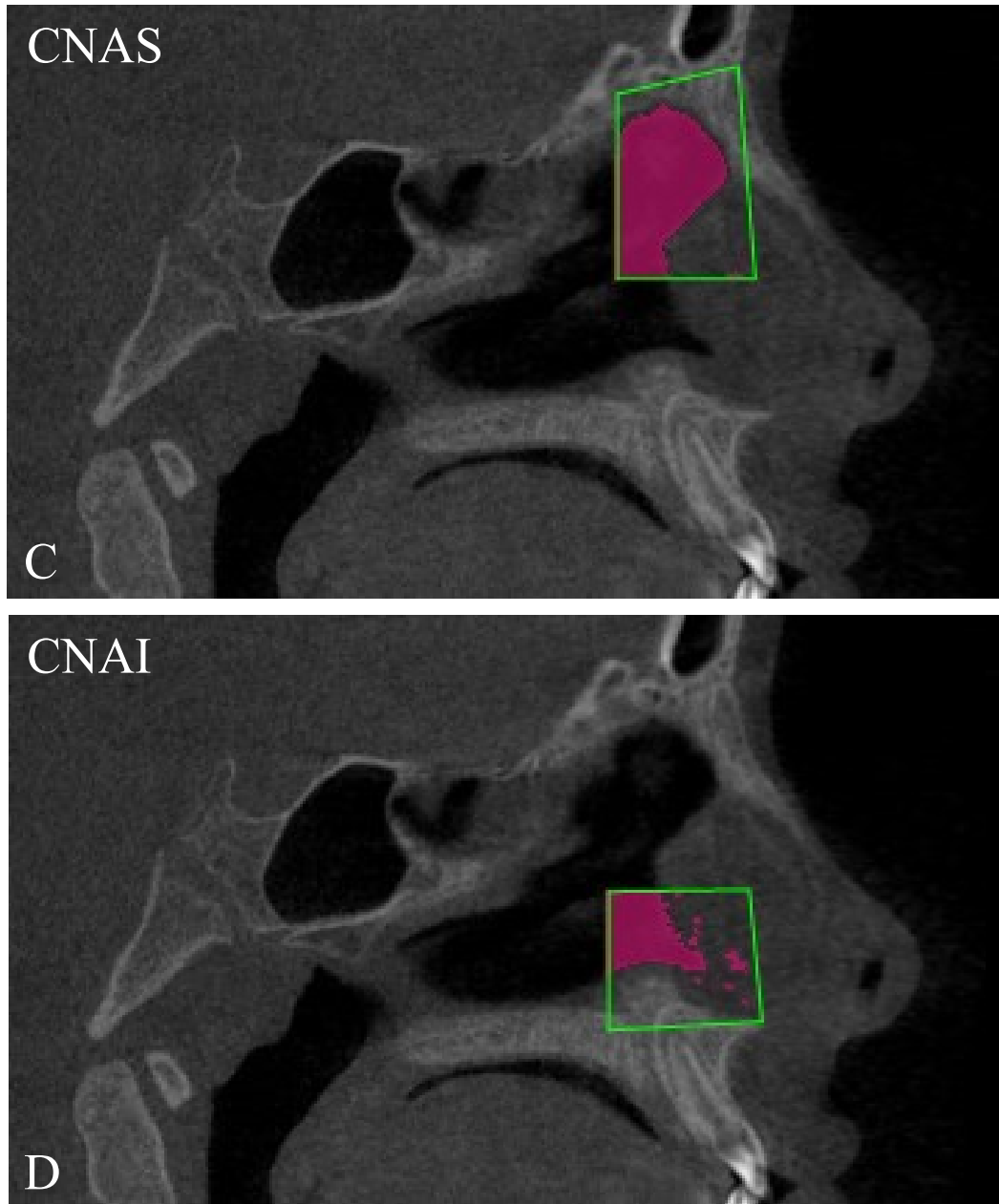
Figura 7 - Ilustração da linha horizontal utilizada para dividir a cavidade nasal verticalmente, passando pelo ponto O.



Além da avaliação da orofaringe (OF) e da nasofaringe (NF), a subdivisão da cavidade nasal nos permitiu avaliar mais 4 regiões distintas: a cavidade nasal posterossuperior (CNPS); a cavidade nasal posteroinferior (CNPI); a cavidade nasal anterossuperior (CNAS); e a cavidade nasal anteroinferior (CNAI) (figura 8).

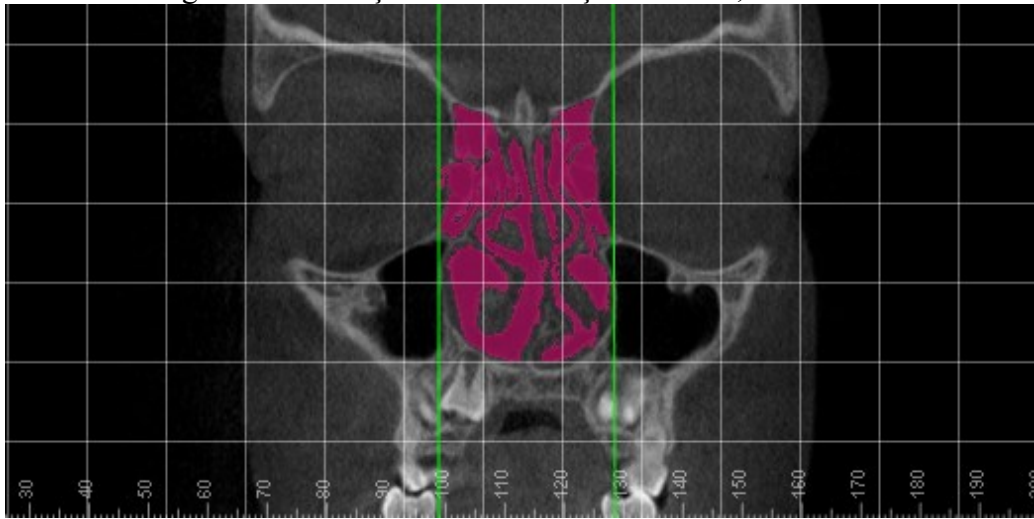
Figura 8 - Ilustração da subdivisão da cavidade nasal em 4 regiões distintas: A – CNPS; B – CNPI; C – CNAS; D – CNAI.





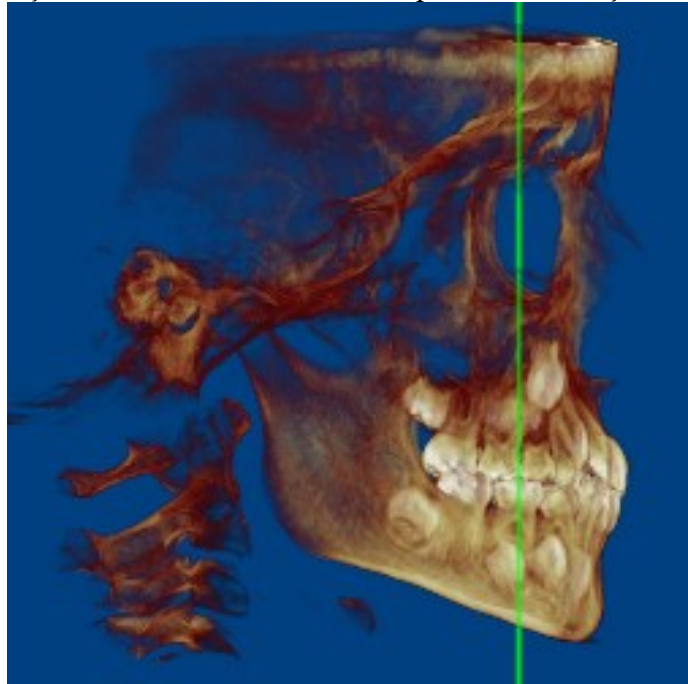
Em norma frontal, as delimitações laterais foram estabelecidas por linhas verticais, paralelas ao Plano Sagital Mediano, tangenciando o ponto mais externo da cavidade nasal, em ambos os lados (figura 9).

Figura 9 - Ilustração das delimitações laterais, em norma frontal.



Estes pontos foram identificados buscando-se o corte coronal que melhor pudesse ilustrar esta condição (figura 10).

Figura 10 - Ilustração do corte coronal utilizado para determinação dos limites laterais.



As áreas definidas foram mensuradas volumetricamente, utilizando-se a função *Sinus/airway* do *software* de imagens *Dolphin Imaging*.

Todas as medições foram realizadas pelo mesmo examinador. Sendo assim, previamente às mensurações, de modo a determinar a reprodutibilidade das medidas do estudo, 15 pacientes foram selecionados aleatoriamente para terem suas tomografias iniciais (T1) e

fnais (T2) mensuradas e então remensuradas após um intervalo de 30 dias, mantendo-se as mesmas condições. Estes resultados foram submetidos à análise de *Bland Altman*, que confirmou a concordância intraexaminador para as variáveis avaliadas (anexo A).

Constatada a calibração do examinador, realizou-se a mensuração volumétrica das vias aéreas nos exames tomográficos de todos os 18 pacientes avaliados, obtidos antes do tratamento (T1) e após a realização da ERM (T2).

Estes dados foram computados em uma planilha do programa *Excell* (anexo B) e submetidos à análise estatística (anexo C). Os valores obtidos em T1, para cada região, foram confrontados com aqueles obtidos nestas mesmas regiões em T2, para investigação de possíveis alterações no volume das vias aéreas nos pacientes submetidos ao procedimento de Expansão Rápida da Maxila.

O programa *SPSS*, versão 20.0 (*SPSS Inc.* Chicago, IL - EUA) foi utilizado para todas as análises estatísticas deste trabalho.

5 RESULTADOS

Optou-se por submeter os resultados obtidos a testes estatísticos paramétricos, por apresentarem maior robustez e confiabilidade. Uma das condições necessárias para aplicação dos testes paramétricos, é que os dados apresentem uma distribuição normal.

Para verificação da normalidade, foi aplicado o teste *Shapiro-Wilk* em todos os 12 grupos avaliados neste trabalho, formados pelas mensurações volumétricas obtidas em 6 regiões distintas das vias aéreas (OF, NF, CNPS, CNAS, CNAI e CNPI), em 2 tempos diferentes: antes do tratamento (T1); e depois do tratamento (T2).

O teste de normalidade mostrou que os resultados obtidos para a maior parte dos grupos apresentaram uma distribuição normal. A exceção se deu para apenas o grupo OF T2, cujo resultado obtido não apresentou normalidade. Sendo assim, neste grupo foi realizada a transformação logarítmica dos dados, para que assumissem uma distribuição normal. Entretanto, a variável OF T1 também precisou ser transformada, para que pudesse ser comparada à variável OF T2.

Realizou-se a comparação entre os valores volumétricos médios obtidos nos tempos T1 e T2 em cada uma das variáveis (regiões) avaliadas. O teste *T – pareado* foi empregado, a um nível de significância de 5%, para obtenção do *p-value* em cada região. Estes valores estão expostos na tabela 1.

Tabela 1 - Valores volumétricos médios em T1 e T2 e *p-value* obtidos nas regiões avaliadas.

Região	Média volumétrica em T1 (mm ³)	Média volumétrica em T2 (mm ³)	<i>p-value</i>
OF	8775,500	8710,778	0,770
NF	5403,056	6270,000	0,025
CNPS	11799,610	12228,060	0,438
CNPI	6558,611	7557,722	0,049
CNAS	4378,444	4806,556	0,233
CNAI	3099,500	3839,056	0,013

Foram determinadas as possíveis hipóteses para esta análise: a H0 (hipótese nula), que afirma não haver diferença relevante entre os grupos avaliados; a H1 (hipótese alternativa), que afirma haver diferença significativa entre os grupos avaliados. Um *p-value* menor ou igual a 0,05 rejeita a hipótese nula. Um *p-value* maior do que 0,05 aceita esta hipótese. Sendo assim,

as alterações volumétricas foram avaliadas separadamente em cada uma das regiões estudadas, baseando-se no *p-value* obtido para cada variável.

Na OF, registrou-se um volume médio de 8775,500 mm³ em T1 e de 8710,778 mm³ em T2, entre todos os pacientes avaliados (gráfico 1). Obteve-se um *p-value* de 0,770 e portanto, a hipótese nula foi aceita; nesta região, as diferenças observadas entre T1 e T2 não foram consideradas estatisticamente significantes.

Na NF, registrou-se um volume médio de 5403,056 mm³ em T1 e de 6270,000 mm³ em T2, entre todos os pacientes avaliados (gráfico 2). Obteve-se um *p-value* de 0,025 e portanto, a hipótese nula foi rejeitada; nesta região, as diferenças observadas entre T1 e T2 foram consideradas estatisticamente significantes.

Na CNPS, registrou-se um volume médio de 11799,610 mm³ em T1 e de 12228,060 mm³ em T2, entre todos os pacientes avaliados (gráfico 3). Obteve-se um *p-value* de 0,438 e portanto, a hipótese nula foi aceita; nesta região, as diferenças observadas entre T1 e T2 não foram consideradas estatisticamente significantes.

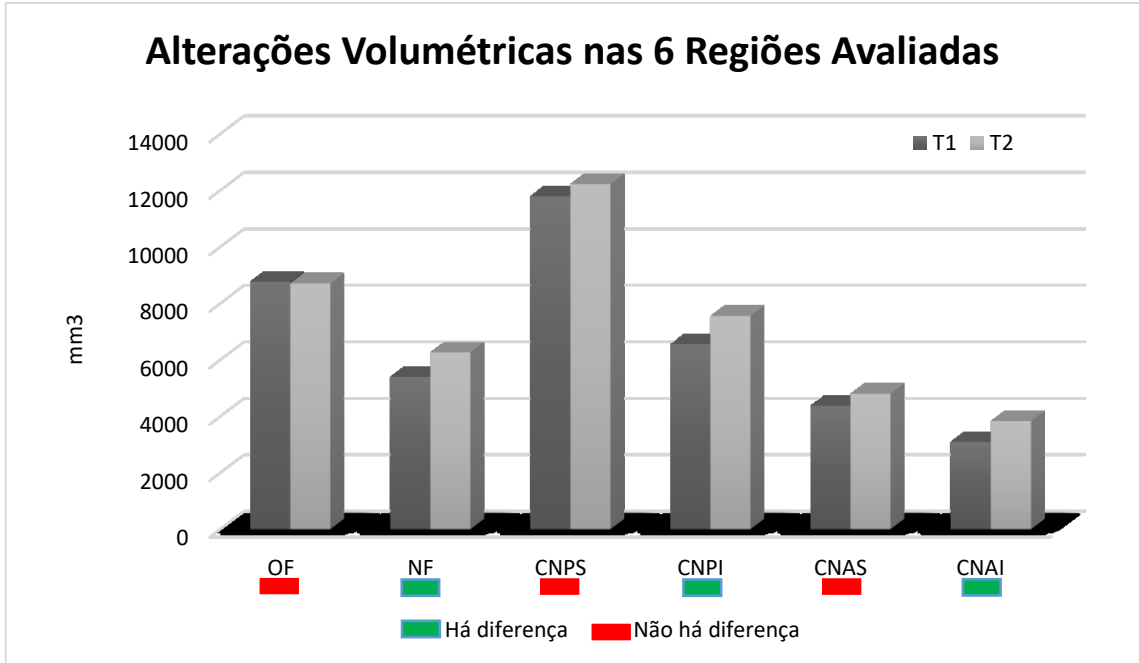
Na CNPI, registrou-se um volume médio de 6558,611 mm³ em T1 e de 7557,722 mm³ em T2, entre todos os pacientes avaliados (gráfico 4). Obteve-se um *p-value* de 0,049 e portanto, a hipótese nula foi rejeitada; nesta região, as diferenças observadas entre T1 e T2 foram consideradas estatisticamente significantes.

Na CNAS, registrou-se um volume médio de 4378,444 mm³ em T1 e de 4806,556 mm³ em T2, entre todos os pacientes avaliados (gráfico 5). Obteve-se um *p-value* de 0,233 e portanto, a hipótese nula foi aceita; nesta região, as diferenças observadas entre T1 e T2 não foram consideradas estatisticamente significantes.

Na CNAI, registrou-se um volume médio de 3099,500 mm³ em T1 e de 3839,056 mm³ em T2, entre todos os pacientes avaliados (gráfico 6). Obteve-se um *p-value* de 0,013 e portanto, a hipótese nula foi rejeitada; nesta região, as diferenças observadas entre T1 e T2 foram consideradas estatisticamente significantes.

Sendo assim, avaliadas as mudanças ocorridas nas médias volumétricas de T1 para T2 nas 6 regiões determinadas para este estudo (gráfico 7), pode-se destacar que em 3 delas, as alterações foram consideradas estatisticamente significantes: NF, CNPI e CNAI. Em contrapartida, as alterações ocorridas na OF, CNPS e CNAS não foram consideradas estatisticamente relevantes.

Gráfico 1 - Ilustração das mudanças volumétricas nas 6 regiões avaliadas.



6 DISCUSSÃO

Pontos ósseos foram empregados como *landmarks* para delimitação das áreas avaliadas no presente trabalho. Estas estruturas permitem fácil visualização e reprodutibilidade (ANANDARAJAH *et al*, 2015).

Devido à importância da cavidade nasal e seu papel na respiração, o presente estudo propôs-se a avaliá-la de maneira mais ampla, dividindo-a em 4 diferentes regiões. Os resultados mostraram que o procedimento de Expansão Rápida da Maxila produziu aumentos volumétricos estatisticamente significativos na CNAI (de 23,8%) e na CNPI (de 15,2%), ou seja, naquelas regiões localizadas na porção mais inferior da cavidade nasal. Os ganhos volumétricos observados regiões da CNAS (de 9,7%) e CNPS (de 3,6%), localizadas na parte superior da cavidade nasal, apesar de presentes, não foram considerados estatisticamente significantes.

Em vista frontal, observa-se que durante o procedimento de Expansão Rápida da Maxila os ossos maxilares deslocam-se lateralmente de maneira não paralela, em forma de “V”, com maior abertura na região inferior (HAAS, 1961; HAAS, 1965; RIBEIRO *et al*, 2010; EL e PALOMO, 2014). Este comportamento pôde justificar a inobservância de alterações volumétricas significativas nas regiões mais superiores da cavidade nasal, avaliadas no presente trabalho.

A ausência de deslocamento simétrico das estruturas ósseas envolvidas na ERM também pode ser observada em vista oclusal: a abertura da sutura palatina mediana não se dá de forma paralela. A separação manifesta-se mais intensamente na região anterior (HAAS, 1961; HAAS, 1965).

Ribeiro *et al* (2010), utilizando a TCFC para avaliar os efeitos ortopédicos da ERM em pacientes em crescimento, observaram na sutura palatina mediana, após realizado o procedimento, a presença de uma área triangular radiolúcida com a base maior voltada para a região anterior. De acordo com os autores, isto se deve à menor resistência óssea ao procedimento nesta região.

Woller *et al* (2014), em estudo também realizado com a TCFC para avaliar os efeitos esqueléticos em todo o complexo nasomaxilar da ERM em pacientes em crescimento, observaram deslocamentos significativos dos ossos das suturas circum-maxilares. De acordo com os autores, a sutura palatina mediana apresentou um deslocamento significativo, com uma maior quantidade de deslocamento na região anterior.

Em sua revisão sistemática, Buck *et al* (2017) afirmaram que a ERM é capaz de promover aumento de volume na região anterior da cavidade nasal e que este aumento é mais pronunciado se realizada na fase de crescimento, devido à menor resistência óssea encontrada neste período.

Apesar destas constatações, no presente trabalho foram observadas alterações volumétricas estatisticamente significativas tanto na região mais anterior da porção inferior da cavidade nasal, assim como em sua região mais posterior. El e Palomo (2014) também chegaram a este resultado, ao avaliar tomograficamente as alterações volumétricas produzidas pela ERM na porção inferior da cavidade nasal.

Em seu estudo, Izuka *et al* (2015) concluíram que a ERM quando realizada em pacientes jovens promove aumentos volumétricos significativos na cavidade nasal, ampliando a largura do soalho nasal em suas porções anterior e posterior, melhorando significativamente a qualidade de vida de pacientes respiradores bucais que apresentam atresia maxilar.

As implicações clínicas de ganhos dimensionais nestas áreas são de extrema importância, pois constituem uma região onde são comuns as obstruções respiratórias e, conseqüentemente, melhorias significativas são atribuídas a aumentos volumétricos da cavidade nasal (KOUDESTAAL *et al*, 2005).

Entretanto, El e Palomo (2014) destacam que apesar de seus achados sugerirem que a ERM possa ser capaz de melhorar o padrão respiratório pela redução da resistência nasal, estudos adicionais são necessários para confirmação desta correlação anatômica-funcional.

No presente trabalho, os resultados obtidos também mostraram um ganho volumétrico estatisticamente significativo (de 16%) na região da nasofaringe (NF).

Almuzian *et al* (2018) encontraram resultados semelhantes quando utilizaram exames de TCFC para avaliar os impactos imediatos da ERM sobre as vias aéreas superiores de pacientes em crescimento. Segundo os autores, uma possível explicação para expansão volumétrica da nasofaringe após o procedimento é que a disjunção maxilar provoca o deslocamento anterior dos ossos palatinos. Conseqüentemente, a espinha nasal posterior (ENP), que representa o limite anterior da nasofaringe, também desloca-se anteriormente, promovendo um aumento volumétrico da região nasofaríngea. Os autores relataram ainda que os efeitos na região se deram em forma de “cogumelo”, seguindo o mesmo padrão: a porção mais superior da nasofaringe expandiu significativamente; a porção média sofreu um estreitamento significativo; a porção inferior, por sua vez, também sofreu estreitamento, mas de forma mais amena e não significativa. Apesar dos benefícios que as alterações ortopédicas observadas como efeito secundário da ERM trouxeram aos pacientes, tais como: redução na resistência

nasal, melhora na respiração nasal e opção alternativa para tratamento da SAHOS, os autores não recomendaram sua aplicação com o objetivo único de se obter melhorias na respiração nasal. Sugeriram que mais estudos fossem realizados para suportar seus achados.

Em estudo realizado com adolescentes, Kavand *et al* (2019) propuseram-se a avaliar as alterações volumétricas nas vias aéreas superiores, causados pela aplicação da ERM. Parte destes pacientes foram tratados com expansores dentossuportados e outra parte com expansores suportados esqueléticamente. Em ambos os grupos, foram observados ganhos volumétricos significativos, tanto na cavidade nasal, quanto na nasofaringe. A diferença significativa entre os grupos se deu naquele onde foram utilizados os expansores dentossuportados: nestes pacientes, observou-se uma maior inclinação vestibular nos dentes utilizados como ancoragem.

Em estudo realizado com jovens adultos, Kim *et al* (2018) realizaram o procedimento da ERM com expansores ancorados esqueléticamente, sem assistência cirúrgica. Investigaram as alterações volumétricas observadas nas vias aéreas destes pacientes, previamente e 1 ano após realizada a intervenção. Os autores concluíram que 1 ano após realizada a ERM, tanto a cavidade nasal, quanto a nasofaringe, apresentaram ganhos volumétricos significativos. Porém, destacaram que os efeitos na cavidade nasal foram mais pronunciados.

Com relação aos efeitos da ERM sobre a orofaringe (OF), os resultados obtidos no presente estudo mostraram que não houve aumento, mas sim uma leve diminuição volumétrica na região (de 0,7%). Contudo, esta alteração não foi considerada significativa, do ponto de vista estatístico.

Este resultado vai ao encontro do encontrado por Zhao *et al* (2010), que avaliaram em exames de TCFC as alterações volumétricas ocorridas na região da orofaringe de pacientes em crescimento, tratados com a ERM. Os autores concluíram que esta opção de tratamento com propósitos Ortodônticos não é um método efetivo para aumento de volume das vias aéreas na região da orofaringe em pacientes com constrictão maxilar.

Da mesma maneira, apesar de El e Palomo (2014) terem relatado aumentos volumétricos significativos na porção inferior da cavidade nasal dos pacientes em crescimento tratados com ERM em seu estudo, nenhuma mudança significativa foi observada pelos autores nas vias aéreas na região da orofaringe.

Mordente *et al* (2016), realizaram um estudo para avaliar tomograficamente os efeitos da ERM nas vias aéreas de pacientes em crescimento, portadores de fissura palatina unilateral completa, empregando diferentes tipos de expansores. De acordo com os autores, alguns destes expansores permitiram ganhos volumétricos significativos na porção inferior da cavidade nasal, porém nenhum deles foi capaz de promover modificações significativas na região orofaríngea.

Abdalla, Brown e Sonnesen (2019) compararam os efeitos observados nas vias aéreas superiores de pacientes tratados com a ERM àqueles observados em grupo controle de pacientes tratados Ortodonticamente, porém sem o emprego da ERM. Os pacientes, em ambos os grupos, encontravam-se em fase de crescimento. Concluíram os autores que o grupo tratado com a disjunção maxilar ortopédica não exibiu ganhos volumétricos significativos na região da orofaringe, quando comparado ao grupo controle. Mesmo assim, os autores não descartam a possibilidade de que a ERM possa promover aumento volumétrico na orofaringe. Segundo os autores, uma explicação para que não tenham sido observadas alterações significativas na região seria a atuação de um mecanismo compensatório postural da cabeça desencadeado pela obstrução das vias aéreas superiores.

Nestes casos, de acordo com Solow, Siersbaek-Nielsen e Greve (1984), há um aumento do ângulo craniocervical para manutenção do volume adequado da orofaringe. Corrigida esta obstrução, segundo os autores, haveria então uma redução correspondente na compensação postural, mantendo os padrões volumétricos adequados ao fluxo aéreo na orofaringe.

Chang *et al* (2013), ao avaliar tomograficamente as mudanças dimensionais ocasionadas nas vias aéreas superiores de pacientes em crescimento tratados com ERM, observaram uma expansão dimensional significativa na maxila. Porém, na região faríngea, somente a área compreendida entre a espinha nasal posterior (ENP) e o ponto Basio apresentou um aumento significativo em sua secção transversa. Baseados nestes resultados, os autores concluíram que os efeitos da ERM sobre as vias aéreas superiores são locais e vão diminuindo ao longo das vias aéreas, possivelmente como resultado da adaptação dos tecidos moles. Em outras palavras, quanto mais longe da sutura maxilar, menores os efeitos do procedimento sobre as vias aéreas superiores.

Izuka *et al* (2015) também não observaram aumentos volumétricos significativos na região da orofaringe após a realização da ERM nos pacientes avaliados em seu trabalho, apesar de relatarem ganhos dimensionais expressivos na cavidade nasal, garantindo aos pacientes melhoras expressivas na sua qualidade de vida. Os autores atribuíram estes resultados distintos nas duas regiões à remota relação anatômica que existe entre a orofaringe e a estrutura maxilar.

Em revisão sistemática, Buck *et al* (2017) propuseram-se a investigar as alterações volumétricas resultantes do procedimento de ERM e relataram limitações nos estudos avaliados. Concluíram os autores que, de uma maneira geral, a qualidade das evidências foi considerada muito baixa, devido a limitações metodológicas, falta de grupos controle não tratados e inconsistência entre os estudos.

No presente trabalho, a falta da adoção de um protocolo padronizado no momento da captura das imagens pode ser considerada como uma limitação. Por tratar-se de um trabalho retrospectivo, este controle não foi possível e é improvável que um protocolo padronizado tenha sido adotado para obtenção das imagens tomográficas utilizadas neste estudo.

Alterações no posicionamento da cabeça e pescoço podem levar a mudanças nas dimensões das vias aéreas (SOLOW, SIERSBAEK-NIELSEN e GREVE, 1984).

O posicionamento da língua também pode exercer uma interferência nestas dimensões. Iwasaki *et al* (2013) examinaram os efeitos da ERM sobre as vias aéreas e sua relação com a postura da língua. Observaram que crianças com algum tipo de obstrução respiratória nasal apresentam uma postura lingual mais baixa. Os autores concluíram que o procedimento da ERM foi capaz de promover melhoras tanto na condição respiratória dos pacientes tratados, quanto no posicionamento da língua que por sua vez, pode ter contribuído para um aumento volumétrico na região da faringe.

Zeng e Gao (2013) comentaram a dificuldade de se controlar a posição da língua e dos tecidos moles circunvizinhos associados com a respiração e os sutis movimentos da deglutição, especialmente em exames realizados em crianças com a duração de cerca de 30 segundos.

Akay *et al* (2014) também comentaram sobre estas limitações e defenderam a importância da adoção de uma metodologia que contemplasse um controle mais eficiente sobre a postura dos pacientes no momento de captura das imagens tomográficas. Em seu trabalho, todos os pacientes avaliados tiveram a cabeça estabilizada na mesma posição, dentes em oclusão cêntrica, lábios numa posição relaxada e foram orientados a não deglutir durante a realização dos exames. Os autores afirmaram que estas medidas minimizaram as variações causadas por alterações na posição da cabeça e da língua durante a captação das imagens.

Seria interessante que futuras avaliações clínicas prospectivas que optarem pela utilização da TCFC para investigação do tema aqui abordado levassem em consideração estas informações e adotassem um protocolo padronizado no que diz respeito ao posicionamento da cabeça e pescoço, língua, bem como no controle dos padrões de respiração e deglutição dos pacientes avaliados, no momento da obtenção das imagens.

Os achados no presente trabalho mostraram que a ERM foi capaz de promover aumentos volumétricos significativos na porção inferior da cavidade nasal e na nasofaringe, à curto prazo. Entretanto, com base nestes resultados, não pôde-se concluir que estes efeitos são duradouros.

Da mesma maneira, a metodologia aqui empregada não foi capaz de investigar se as alterações volumétricas observadas converteram-se em reais benefícios no padrão respiratório dos pacientes tratados com a ERM, pela redução da resistência nasal e faríngea. Estudos

adicionais, com metodologias específicas, são necessários para investigação desta correlação anatômica-funcional.

7 CONCLUSÃO

Tomando-se como referência os resultados obtidos na presente avaliação tomográfica acerca dos efeitos imediatos do procedimento de Expansão Rápida da Maxila sobre o volume das vias aéreas superiores de pacientes em crescimento, pôde-se concluir que:

7.1 Na porção nasal das vias aéreas superiores, o procedimento promoveu aumentos volumétricos significativos nas duas regiões inferiores (anterior e posterior) da cavidade nasal.

7.2 Na região da nasofaringe, a Expansão Rápida da Maxila gerou aumentos volumétricos significativos.

7.3 As alterações de volume observadas na região da orofaringe não foram consideradas significantes, do ponto de vista estatístico.

8 REFERÊNCIAS

- ABDALLA Y, BROWN L, SONNESEN L. Effects of rapid maxillary expansion on upper airway volume: A three-dimensional cone-beam computed tomography study. **Angle Orthod**, v. 89, n. 6, p. 917-23, 2019.
- AKAY MC *et al.* Does Transpalatal Distraction Affect Pharyngeal Airway Dimensions and Related Soft Tissues? **J Oral Maxillofac Surg**, v. 72, p. 1559-64, 2014.
- ALMUZIAN M *et al.* Does rapid maxillary expansion affect nasopharyngeal airway - A prospective cone-beam computerised tomography (CBCT) based study. **Surgeon**, v. 16, n. 1, p. 1-11, 2018.
- ALVES M *et al.* Is the airway volume being correctly analyzed? **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 141, p. 657-61, 2012.
- ALVES M *et al.* Three-dimensional assessment of pharyngeal airway in nasal - and mouth-breathing children. **Int J Pediatr Otorhinolaryngol**, v. 75, n. 9, p. 1195-9, 2011.
- ANANDARAJAH S *et al.* Proposal of new upper airway margins in children assessed by CBCT. **Dentomaxillofacial Radiology**, [s. l.], v. 44, n. 7, p. 1-7, 2015.
- ANGEL EH. Treatment of irregularity of the permanent or adult teeth. Part I. **Dent Cosmos**, v. 1, n. 10, p. 540-4, 1860.
- BARATIERI C *et al.* Does rapid maxillary expansion have long-term effects on airway dimensions and breathing? **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 140, n. 2, p. 146-56, Aug. 2011.
- BUCK LM *et al.* Volumetric upper airway changes after rapid maxillary expansion: a systematic review and meta-analysis. **Eur J Orthod**, v. 39, n. 5, p.463-73, Oct. 2017.
- CAPPELETTE M JR. *et al.* Evaluation of nasal capacity before and after rapid maxillary expansion. **Am J Rhinol**, v. 22, n. 1, p. 74-7, Jan-Feb. 2008.
- CAPPELETTE M JR. *et al.* Impacto da expansão rápida da maxila sobre o volume do complexo nasomaxilar de respiradores bucais. **Rev Dental Press J Orthod**, v. 22, n. 3, p. 79-89, 2017.
- CEVIDANES L *et al.* Head Orientation in CBCT-generated Cephalograms. **Angle Orthod**, v. 79, n. 5, p. 971-7, Sep. 2009.
- CHANG Y *et al.* Dimensional changes of upper airway after rapid maxillary expansion: A prospective cone-beam computed tomography study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 143, p. 462-70, 2013.
- EL H, PALOMO JM. Measuring the airway in 3 dimensions: A reliability and accuracy study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 137, p. S50.e1-9, Apr. 2010.
- EL H, PALOMO JM. Three-dimensional evaluation of upper airway following rapid maxillary expansion. **Angle Orthod**, v. 84, n. 2, p. 265-73, 2014.

FASTUCA, R. *et al.* Airway compartments volume and oxygen saturation changes after rapid maxillary expansion: A longitudinal correlation study. **Angle Orthod**, [s. l.], v. 85, n. 6, p. 955–62, 2015.

FENG X *et al.* Comparative analysis of upper airway volume with lateral cephalograms and cone-beam computed tomography. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 147, p. 197-204, 2015.

GARIB DG *et al.* Tomografia computadorizada de feixe cônico (cone beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. **Rev Dental Press J Orthod**, v. 12, n. 2, p. 139-56, mar-abr. 2007.

GRACCO A *et al.* Combined Orthodontic and Surgical Treatment in a 8-Years-Old Patient Affected By Severe Obstructive Sleep Apnea: A Case-Report. **Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, [s. l.], v. 42, n. 1, p. 79–84, 2018.

HAAS AJ. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture. **Angle Orthod**, v. 31, n. 2, p. 73-90, 1961.

HAAS AJ. The Treatment Of Maxillary Defficiency By Opening The Midpalatal Suture. **Angle Orthod**, v. 35, n. 3, p. 200-17, 1965.

HASKELL JA *et al.* Effects of mandibular advancement device (MAD) on airway dimension assessed with cone-beam computed tomography. **Semin Orthod**, v. 15, p. 132-58, 2009.

HUANG YS, GUILLEMINAULT C. Pediatric Obstructive Sleep Apnea: where do we stand. **Adv Otorhinolaryngol**, v. 80, p. 136-44, 2017.

HUYNH NT, DESPLATS E, ALMEIDA FR. Orthodontics treatments for managing obstructive sleep apnea syndrome in children: A systematic review and meta-analysis. **Sleep Medicine Reviews**, v. 25, p. 84-94, 2016.

IWASAKI T *et al.* Tongue posture improvement and pharyngeal airway enlargement as secondary effects of rapid maxillary expansion: a cone-beam computed tomography study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 143, n. 2, p. 235-45, Feb. 2013.

IZUKA EM *et al.* Immediate impact of rapid maxillary expansion on upper airway dimensions and on the quality of life of mouth breathers. **Rev Dental Press J Orthod**, [s. l.], v. 20, n. 3, p. 43–49, 2015.

KATYAL V *et al.* Craniofacial and upper airway morphology in pediatric sleep-disordered breathing and changes in quality of life with rapid maxillary expansion. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 144, p. 860-71, 2013.

KAVAND G *et al.* Retrospective CBCT analysis of airway volume changes after bone-borne vs tooth-borne rapid maxillary expansion. **Angle Orthod**, v. 89, n. 4, p. 566-74, 2019.

KIM SY *et al.* Assessment of changes in the nasal airway after nonsurgical mini-screw assisted rapid maxillary expansion in young adults. **Angle Orthod**, v. 88, n. 4, p. 435-41, 2018.

KOUDSTAAL MJ *et al.* Surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME): A review of the literature. **Int J Oral Maxillof Surg**, v. 34, p. 709-14, 2005.

LINDER-ARONSON S. Adenoids. Their effect on mode of breathing and nasal airflow and their relationship to characteristics of the facial skeleton and the dentition. A biometric, rhino-manometric and cephalometro-radiographic study on children with and without adenoids. **Acta Otolaryngol Suppl**, v. 265, p. 1-132, 1970.

MORDENTE CM, *et al.* Upper airway assessment using four different maxillary expanders in cleft patients: A cone-beam computed tomography study. **Angle Orthod**, v. 86, n. 4, p. 617-24, 2016.

ORTU E *et al.* Oropharyngeal airway changes after rapid maxillary expansion: the state of the art. **Int J Clin Exp Med**, v. 7, n. 7, p. 1632-8, jul. 2014.

PEREIRA, J. da S. *et al.* Evaluation of the rapid and slow maxillary expansion using cone-beam computed tomography: a randomized clinical trial. **Rev Dental Press J Orthod**, v. 22, n. 2, p. 61–68, 2017.

RIBEIRO GLU *et al.* Análise da expansão rápida da maxila por meio de tomografia computadorizada Cone-Beam. **Rev Dental Press J Orthod**, v. 15, n. 6, nov-dez. 2010.

SMITH T *et al.* Three-dimensional computed tomography analysis of airway volume changes after rapid maxillary. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 141, p. 618-26, 2012.

SOLOW B, SIERSBAEK-NIELSEN S, GREVE E. Airway adequacy, head posture, and craniofacial morphology. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 86, n. 3, p. 214-23, 1984.

SOO-YEON KIM *et al.* Assessment of changes in the nasal airway after nonsurgical miniscrew-assisted rapid maxillary expansion in young adults. **Angle Orthod**, [s. l.], v. 88, n. 4, p. 435–441, 2018.

WEISSHEIMER A *et al.* Imaging software accuracy for 3-dimensional analysis of the upper airway. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 142, p. 801-13, 2012.

WHITLA L, LENNON P. Non-surgical management of obstructive apnea: a review. **Pediatr Int Child Health**, v. 37, n. 1, p. 1-5, Feb. 2017.

WOLLER JL *et al.* An Assessment of the maxila after rapid maxillary expansion using cone beam computed tomography in growing children. **Rev Dental Press J Orthod**, v. 19, n. 1, p. 26-35, Jan-feb. 2014.

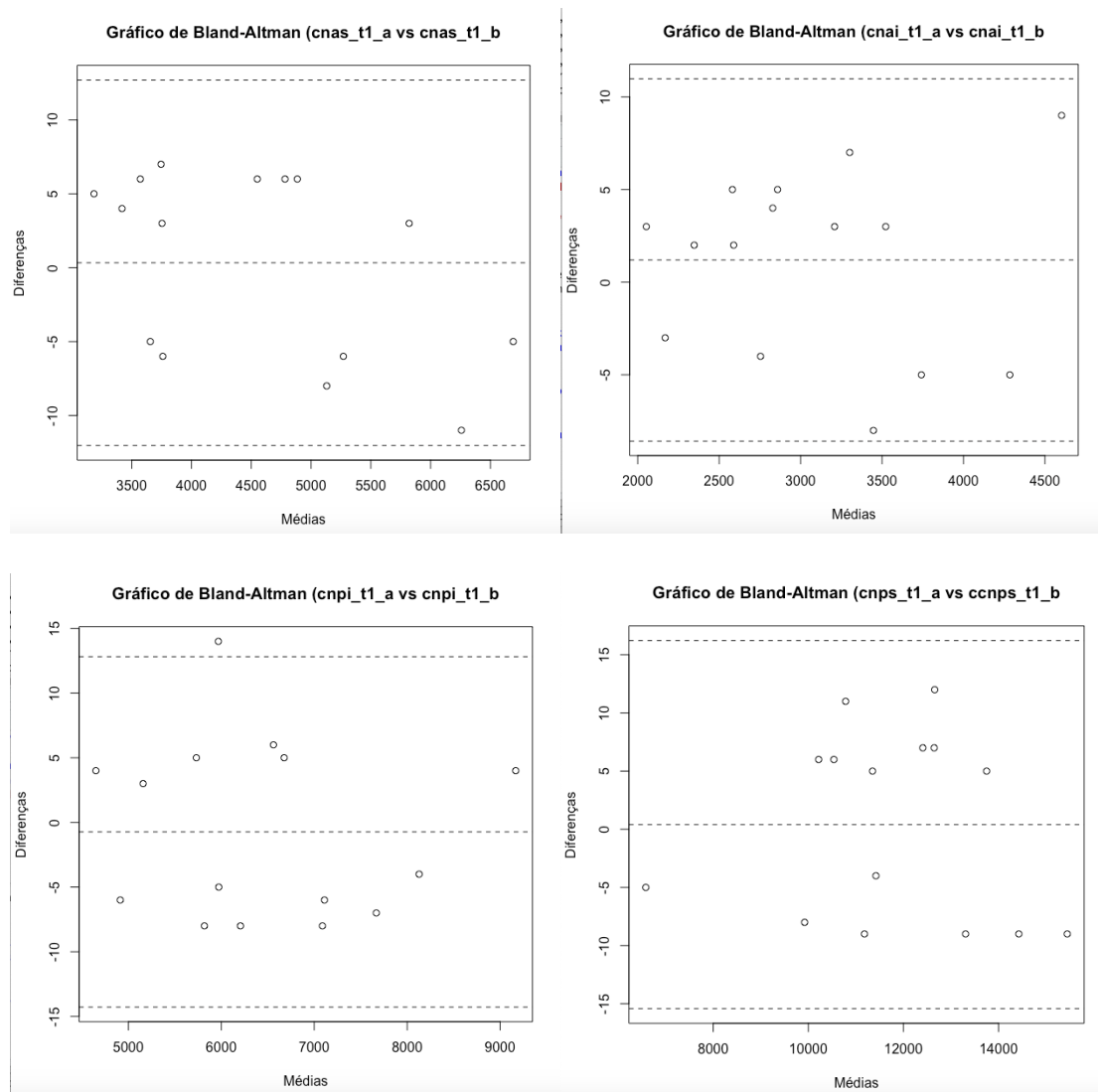
ZENG J, GAO X. A prospective CBCT study of upper airway changes after rapid maxillary expansion. **Int J Pediatr Otorhinolaryngol**, v. 77, n. 11, p. 1805-10, 2013.

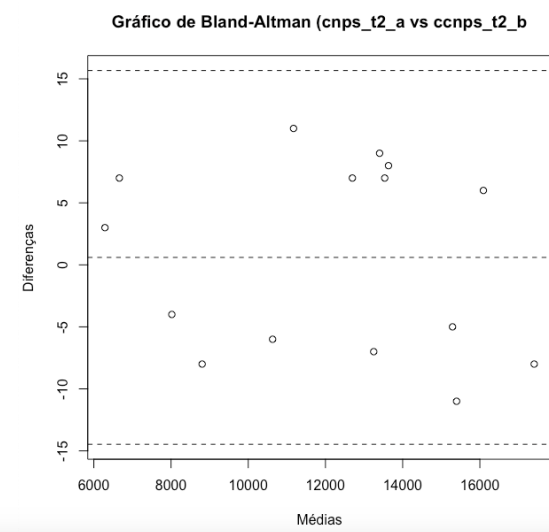
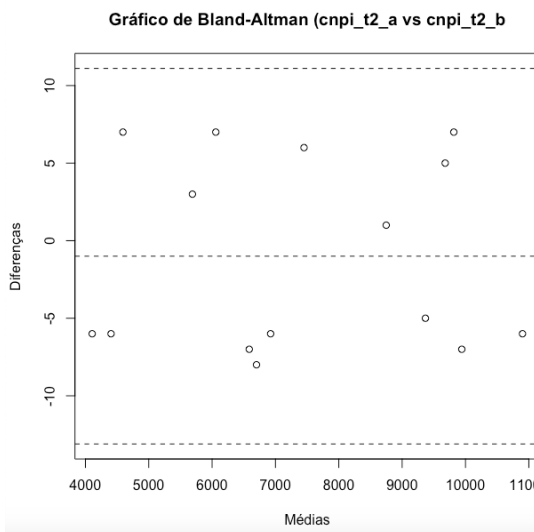
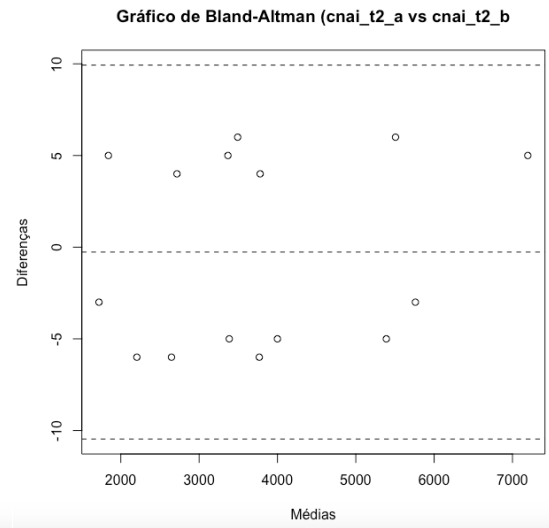
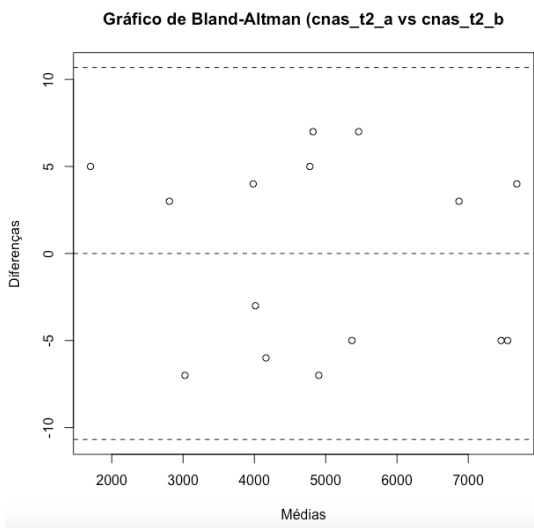
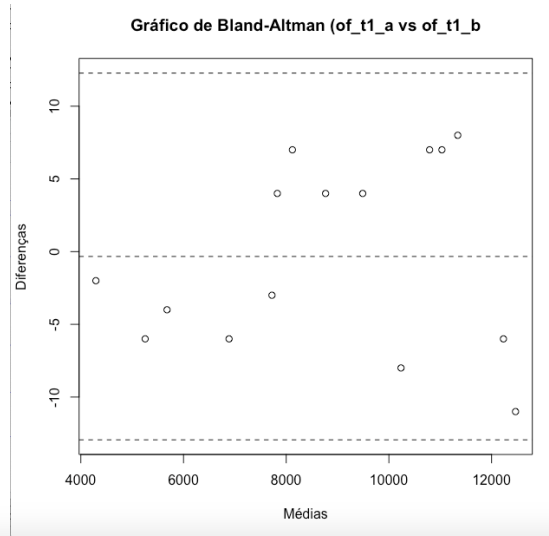
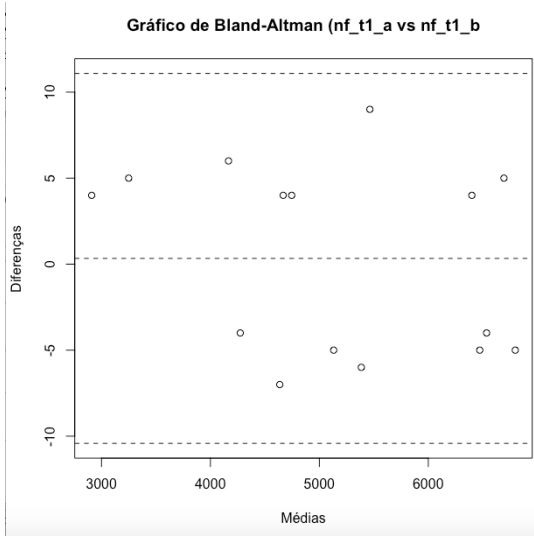
ZHAO Y *et al.* Oropharyngeal airway changes after rapid palatal expansion evaluated with cone-beam computed tomography. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 137, n. 4, p. S71-8, 2010.

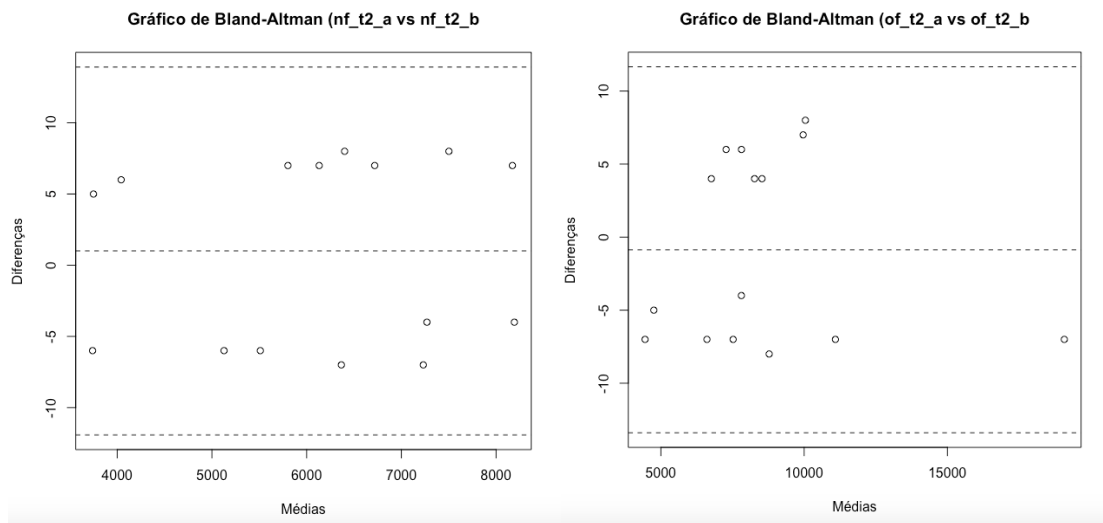
ANEXO A - Avaliação de concordância intraexaminador

a) Teste de concordância de Bland-Altman:

Na análise gráfica verifica-se o “tamanho” do viés (linha central) e a distribuição dos pontos (que são as diferenças entre as medidas).







b) Complemento da análise gráfica: teste *T* - Pareado (entre “a” e “b”):

Hipótese H0 aceita: não existe diferença entre as médias.

data: cnai_t1_a and cnai_t1_b

t = 0.93165, df = 14, p-value = 0.3673

ta: cnai_t2_a and cnai_t2_b

t = -0.19852, df = 14, p-value = 0.8455

data: cnas_t1_a and cnas_t1_b

t = 0.20461, df = 14, p-value = 0.8408

data: cnas_t2_a and cnas_t2_b

t = 0, df = 14, p-value = 1

data: cnpi_t1_a and cnpi_t1_b

t = -0.41088, df = 14, p-value = 0.6874

data: cnpi_t2_a and cnpi_t2_b

t = -0.6271, df = 14, p-value = 0.5407

ata: cnps_t1_a and cnps_t1_b

t = 0.19199, df = 14, p-value = 0.8505

data: cnps_t2_a and cnps_t2_b

t = 0.30224, df = 14, p-value = 0.7669

data: nf_t1_a and nf_t1_b

t = 0.23533, df = 14, p-value = 0.8174

data: nf_t2_a and nf_t2_b

t = 0.5877, df = 14, p-value = 0.5661

data: of_t1_a and of_t1_b

t = -0.20069, df = 14, p-value = 0.8438

data: of_t2_a and of_t2_b

t = -0.52525, df = 14, p-value = 0.6076

c) Complemento análise gráfica - Teste de Correlação de Pearson (entre variáveis “a” e “b”):

Valores acima de 0,9: correlação alta entre as variáveis (coluna x linha – só considerar análise da mesma variável a e b). Observar que há continuação da tabela cruzada nas imagens abaixo da primeira.

	cnai_t1_a	cnai_t1_b	cnai_t2_a	cnai_t2_b	cnas_t1_a
cnai_t1_a	1.0000000	0.9999775	0.721263316	0.720976589	0.59192158
cnai_t1_b	0.9999775	1.0000000	0.720595380	0.720323833	0.58894800
cnai_t2_a	0.7212633	0.7205954	1.000000000	0.999994663	0.58349983
cnai_t2_b	0.7209766	0.7203238	0.999994663	1.000000000	0.58249533
cnas_t1_a	0.5919216	0.5889480	0.583499835	0.582495329	1.00000000
cnas_t1_b	0.5915650	0.5885789	0.582665600	0.581647453	0.99998745
cnas_t2_a	0.3807362	0.3799484	0.704403725	0.704425416	0.59344921
cnas_t2_b	0.3809476	0.3801461	0.704499747	0.704512163	0.59442488
cnpi_t1_a	0.1500094	0.1511819	-0.001567961	-0.001442110	0.01981558
cnpi_t1_b	0.1512283	0.1524152	-0.001504442	-0.001370083	0.01907493
cnpi_t2_a	0.1663925	0.1666700	0.623218712	0.623495910	0.15326445
cnpi_t2_b	0.1660973	0.1663862	0.623139109	0.623424819	0.15267034
cnps_t1_a	0.3537149	0.3523500	0.353554322	0.353624185	0.03832800
cnps_t1_b	0.3538556	0.3524724	0.353563356	0.353621956	0.03916079
cnps_t2_a	0.1107046	0.1099348	0.509224084	0.509683480	0.09882107
cnps_t2_b	0.1104125	0.1096321	0.509069099	0.509524955	0.09865142
nf_t1_a	0.3968222	0.3941857	0.217957003	0.217050560	0.34887905
nf_t1_b	0.3973502	0.3946970	0.218305941	0.217386868	0.35004071
nf_t2_a	0.1397275	0.1390071	0.462259361	0.462404986	0.43378335
nf_t2_b	0.1402444	0.1395041	0.462417434	0.462548729	0.43522993
of_t1_a	0.1979162	0.1960311	0.333633243	0.332773398	0.01180603
of_t1_b	0.1973382	0.1954622	0.333301072	0.332448342	0.01111605
of_t2_a	-0.4367442	-0.4379251	-0.029632649	-0.029107163	-0.02591261
of_t2_b	-0.4370067	-0.4381797	-0.029908330	-0.029377107	-0.02641477

	cnas_t1_b	cnas_t2_a	cnas_t2_b	cnpi_t1_a	cnpi_t1_b
cnai_t1_a	0.59156505	0.380736161	0.380947614	0.150009411	0.151228297
cnai_t1_b	0.58857892	0.379948418	0.380146107	0.151181931	0.152415205
cnai_t2_a	0.58266560	0.704403725	0.704499747	-0.001567961	-0.001504442
cnai_t2_b	0.58164745	0.704425416	0.704512163	-0.001442110	-0.001370083
cnas_t1_a	0.99998745	0.593449213	0.594424885	0.019815581	0.019074933
cnas_t1_b	1.00000000	0.593167222	0.594154378	0.020030106	0.019277661
cnas_t2_a	0.59316722	1.000000000	0.999995523	0.333862247	0.332485717
cnas_t2_b	0.59415438	0.999995523	1.000000000	0.333383910	0.332000907
cnpi_t1_a	0.02003011	0.333862247	0.333383910	1.000000000	0.999984526
cnpi_t1_b	0.01927766	0.332485717	0.332000907	0.999984526	1.000000000
cnpi_t2_a	0.15294620	0.685998520	0.685544507	0.474569466	0.473902120
cnpi_t2_b	0.15234092	0.685957258	0.685495533	0.474257911	0.473597887
cnps_t1_a	0.03764694	0.275734168	0.275285818	0.279342943	0.278876437
cnps_t1_b	0.03849518	0.276089475	0.275651238	0.279246388	0.278769309
cnps_t2_a	0.09800209	0.676321997	0.675633481	0.370154707	0.368830346
cnps_t2_b	0.09783589	0.675531035	0.674845700	0.369108414	0.367783481
nf_t1_a	0.35004384	0.319270723	0.319948631	0.013504992	0.012412797
nf_t1_b	0.35122044	0.319246156	0.319935933	0.013233658	0.012134824
nf_t2_a	0.43386735	0.885688897	0.885345762	0.319780649	0.317589097
nf_t2_b	0.43533288	0.885995826	0.885665500	0.319881854	0.317679095
of_t1_a	0.01293344	0.001463858	0.002250118	-0.266084483	-0.267274506
of_t1_b	0.01223367	0.001162037	0.001942074	-0.266408677	-0.267594208
of_t2_a	-0.02655304	0.362281153	0.362053141	0.251015375	0.250151894
of_t2_b	-0.02706255	0.362075907	0.361842740	0.251050808	0.250191730

	cnpi_t2_a	cnpi_t2_b	cnps_t1_a	cnps_t1_b	cnps_t2_a
cnai_t1_a	0.166392466	0.166097275	0.35371491	0.35385564	0.11070459
cnai_t1_b	0.166669956	0.166386226	0.35235001	0.35247237	0.10993481
cnai_t2_a	0.623218712	0.623139109	0.35355432	0.35356336	0.50922408
cnai_t2_b	0.623495910	0.623424819	0.35362419	0.35362196	0.50968348
cnas_t1_a	0.153264448	0.152670343	0.03832800	0.03916079	0.09882107
cnas_t1_b	0.152946203	0.152340923	0.03764694	0.03849518	0.09800209
cnas_t2_a	0.685998520	0.685957258	0.27573417	0.27608947	0.67632200
cnas_t2_b	0.685544507	0.685495533	0.27528582	0.27565124	0.67563348
cnpi_t1_a	0.474569466	0.474257911	0.27934294	0.27924639	0.37015471
cnpi_t1_b	0.473902120	0.473597887	0.27887644	0.27876931	0.36883035
cnpi_t2_a	1.000000000	0.999996143	0.34826728	0.34804659	0.77777116
cnpi_t2_b	0.999996143	1.000000000	0.34842434	0.34819413	0.77810867
cnps_t1_a	0.348267276	0.348424344	1.000000000	0.99999301	0.73852238
cnps_t1_b	0.348046590	0.348194134	0.99999301	1.000000000	0.73829508
cnps_t2_a	0.777771157	0.778108666	0.73852238	0.73829508	1.000000000
cnps_t2_b	0.777391242	0.777726380	0.73906687	0.73884353	0.99999757
nf_t1_a	-0.008282385	-0.009007932	0.31703272	0.31850108	0.28192307
nf_t1_b	-0.008535352	-0.009271276	0.31666287	0.31814451	0.28097496
nf_t2_a	0.586208148	0.586414606	0.31368776	0.31396468	0.73706842
nf_t2_b	0.586013528	0.586208028	0.31330936	0.31360208	0.73641369
of_t1_a	0.002048301	0.001271345	0.35885581	0.35995722	0.26818238
of_t1_b	0.001800048	0.001029141	0.35891266	0.36000613	0.26850668
of_t2_a	0.301803362	0.301831492	-0.20777467	-0.20755968	0.28835461
of_t2_b	0.301738929	0.301771950	-0.20763044	-0.20742194	0.28853137

	cnps_t2_b	nf_t1_a	nf_t1_b	nf_t2_a	nf_t2_b	of_t1_a
cnai_t1_a	0.11041247	0.396822226	0.397350166	0.1397275	0.1402444	0.197916245
cnai_t1_b	0.10963212	0.394185681	0.394696979	0.1390071	0.1395041	0.196031102
cnai_t2_a	0.50906910	0.217957003	0.218305941	0.4622594	0.4624174	0.333633243
cnai_t2_b	0.50952495	0.217050560	0.217386868	0.4624050	0.4625487	0.332773398
cnas_t1_a	0.09865142	0.348879054	0.350040708	0.4337833	0.4352299	0.011806033
cnas_t1_b	0.09783589	0.350043842	0.351220444	0.4338674	0.4353329	0.012933437
cnas_t2_a	0.67553104	0.319270723	0.319246156	0.8856889	0.8859958	0.001463858
cnas_t2_b	0.67484570	0.319948631	0.319935933	0.8853458	0.8856655	0.002250118
cnpi_t1_a	0.36910841	0.013504992	0.013233658	0.3197806	0.3198819	-0.266084483
cnpi_t1_b	0.36778348	0.012412797	0.012134824	0.3175891	0.3176791	-0.267274506
cnpi_t2_a	0.77739124	-0.008282385	-0.008535352	0.5862081	0.5860135	0.002048301
cnpi_t2_b	0.77772638	-0.009007932	-0.009271276	0.5864146	0.5862080	0.001271345
cnps_t1_a	0.73906687	0.317032716	0.316662871	0.3136878	0.3133094	0.358855812
cnps_t1_b	0.73884353	0.318501078	0.318144511	0.3139647	0.3136021	0.359957219
cnps_t2_a	0.99999757	0.281923073	0.280974963	0.7370684	0.7364137	0.268182375
cnps_t2_b	1.000000000	0.282498312	0.281554014	0.7363504	0.7356997	0.268997408
nf_t1_a	0.28249831	1.000000000	0.999990997	0.4250517	0.4263984	0.323982046
nf_t1_b	0.28155401	0.999990997	1.000000000	0.4242246	0.4255886	0.324607226
nf_t2_a	0.73635036	0.425051733	0.424224610	1.0000000	0.9999901	0.131199920
nf_t2_b	0.73569971	0.426398448	0.425588600	0.9999901	1.0000000	0.132220801
of_t1_a	0.26899741	0.323982046	0.324607226	0.1311999	0.1322208	1.000000000
of_t1_b	0.26931985	0.323616979	0.324232691	0.1313549	0.1323657	0.999996902
of_t2_a	0.28795966	-0.040994191	-0.041675304	0.4282288	0.4279290	0.022285443
of_t2_b	0.28813478	-0.041450968	-0.042139346	0.4282130	0.4279051	0.021688618

	of_t1_b	of_t2_a	of_t2_b
cnai_t1_a	0.197338180	-0.43674425	-0.43700667
cnai_t1_b	0.195462163	-0.43792507	-0.43817969
cnai_t2_a	0.333301072	-0.02963265	-0.02990833
cnai_t2_b	0.332448342	-0.02910716	-0.02937711
cnas_t1_a	0.011116051	-0.02591261	-0.02641477
cnas_t1_b	0.012233671	-0.02655304	-0.02706255
cnas_t2_a	0.001162037	0.36228115	0.36207591
cnas_t2_b	0.001942074	0.36205314	0.36184274
cnpi_t1_a	-0.266408677	0.25101538	0.25105081
cnpi_t1_b	-0.267594208	0.25015189	0.25019173
cnpi_t2_a	0.001800048	0.30180336	0.30173893
cnpi_t2_b	0.001029141	0.30183149	0.30177195
cnps_t1_a	0.358912663	-0.20777467	-0.20763044
cnps_t1_b	0.360006130	-0.20755968	-0.20742194
cnps_t2_a	0.268506684	0.28835461	0.28853137
cnps_t2_b	0.269319852	0.28795966	0.28813478
nf_t1_a	0.323616979	-0.04099419	-0.04145097
nf_t1_b	0.324232691	-0.04167530	-0.04213935
nf_t2_a	0.131354902	0.42822878	0.42821295
nf_t2_b	0.132365732	0.42792898	0.42790515
of_t1_a	0.999996902	0.02228544	0.02168862
of_t1_b	1.000000000	0.02271265	0.02211993
of_t2_a	0.022712654	1.000000000	0.99999826
of_t2_b	0.022119931	0.99999826	1.000000000

ANEXO B - Registro dos dados volumétricos (em mm³) – vias aéreas superiores

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	caso	cnas_t1	cnai_t1	cnps_t1	cnpi_t1	nf_t1	of_t1	cnas_t2	cnai_t2	cnps_t2	cnpi_t2	nf_t2	of_t2
2	1	5267	3305	15441	5734	5382	10796	7549	5510	17403	8749	8191	7279
3	2	3187	2167	11352	5975	5468	10232	4826	2644	13539	6921	7506	11087
4	3	4415	3898	11629	6881	6749	8570	3237	3674	10607	6873	5413	8050
5	4	3575	3443	12411	7664	4670	4292	5466	3997	13407	9938	6136	4751
6	5	4888	2054	10540	8127	4169	5250	7683	3765	16094	10897	8176	19076
7	6	3653	2348	11419	6679	4272	8124	4160	3370	13247	9819	5125	6763
8	7	5127	3210	13302	9170	6470	8769	5366	1844	12701	6062	7228	8531
9	8	3755	2584	9917	5160	4633	9492	3023	2719	8019	4596	3737	10047
10	9	6252	2831	6579	4652	5129	7829	4900	3495	6290	5691	6363	7815
11	10	6688	4607	14422	6564	6796	11036	7458	7198	15289	9682	7268	8271
12	11	3421	2752	10219	5814	2912	7721	2810	2202	6665	4104	4045	7518
13	12	2685	2443	12951	6616	5894	8173	5214	4636	16332	10940	8354	13513
14	13	5822	4282	10789	6202	6402	6884	6871	5387	11179	6583	6722	6604
15	14	3749	2590	13751	4910	6697	12461	3986	3382	15391	6697	6405	8775
16	15	3757	3524	11176	7084	6533	11345	4013	3781	10628	7454	5508	9968
17	16	3233	3153	11182	7746	7079	9080	3471	4020	10875	7266	7125	6495
18	17	4785	3739	12663	7107	3252	12228	4781	5759	13637	9365	5806	7807
19	18	4553	2861	12650	5970	4748	5677	1704	1720	8802	4402	3752	4444

ANEXO C - Análise estatística

a) teste de normalidade (Shapiro – Wilk):

Pressuposto para aplicar o teste *T - Pareado*. Testamos cada grupo para normalidade).

```
Shapiro-Wilk normality test
data:  cnai_t1
W = 0.96484, p-value = 0.6971

Rcmdr> normalityTest(~cnai_t2, test="shapiro.test", data=Planilha_ana_lise_estati_stica)

Shapiro-Wilk normality test
data:  cnai_t2
W = 0.95356, p-value = 0.4835

Rcmdr> normalityTest(~cnas_t1, test="shapiro.test", data=Planilha_ana_lise_estati_stica)

Shapiro-Wilk normality test
data:  cnas_t1
W = 0.94571, p-value = 0.3617

Rcmdr> normalityTest(~cnas_t2, test="shapiro.test", data=Planilha_ana_lise_estati_stica)

Shapiro-Wilk normality test
data:  cnas_t2
W = 0.95146, p-value = 0.4484
```

```

        Shapiro-Wilk normality test

data:  cnpi_t1
W = 0.97985, p-value = 0.9485

Rcmdr> normalityTest(~cnpi_t2, test="shapiro.test", data=Planilha_ana_lise_estati_stica)

        Shapiro-Wilk normality test

data:  cnpi_t2
W = 0.94175, p-value = 0.3104

Rcmdr> normalityTest(~cnps_t1, test="shapiro.test", data=Planilha_ana_lise_estati_stica)

        Shapiro-Wilk normality test

data:  cnps_t1
W = 0.95309, p-value = 0.4756

Rcmdr> normalityTest(~cnps_t2, test="shapiro.test", data=Planilha_ana_lise_estati_stica)

        Shapiro-Wilk normality test

data:  cnps_t2
W = 0.957, p-value = 0.5449

        Shapiro-Wilk normality test

data:  nf_t1
W = 0.93293, p-value = 0.2186

Rcmdr> normalityTest(~nf_t2, test="shapiro.test", data=Planilha_ana_lise_estati_stica)

        Shapiro-Wilk normality test

data:  nf_t2
W = 0.94269, p-value = 0.3219

Rcmdr> normalityTest(~of_t1, test="shapiro.test", data=Planilha_ana_lise_estati_stica)

        Shapiro-Wilk normality test

data:  of_t1
W = 0.97236, p-value = 0.8408

Rcmdr> normalityTest(~of_t2, test="shapiro.test", data=Planilha_ana_lise_estati_stica)

        Shapiro-Wilk normality test

data:  of_t2
W = 0.83473, p-value = 0.004909

```

A variável of_t2 não apresenta distribuição normal – requer transformação de dados para aplicação de teste paramétrico. A variável of_t1 também precisou ser transformada para comparação com a variável of_t2. Feita a transformação logarítmica.

b) teste de normalidade nas variáveis com transformação logarítmica:

```

Shapiro-Wilk normality test

data:  of_t2_log
W = 0.95123, p-value = 0.4447

```

```

Shapiro-Wilk normality test

data:  of_t1_log
W = 0.93778, p-value = 0.2654

```

A normalidade foi corrigida.

c) Comparação de T1 e T2 para cada dupla de variáveis (teste *T - pareado*).

Hipotese nula (H0) – não existe diferença entre os grupos.

```

Paired t-test

data:  cna1_t1 and cna1_t2
t = -2.7726, df = 17, p-value = 0.01304
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -1302.3295 -176.7816
sample estimates:
mean of the differences
      -739.5556

```

H0 rejeitada: existe diferença entre os grupos.

```

Paired t-test

data:  cnas_t1 and cnas_t2
t = -1.2344, df = 17, p-value = 0.2338
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -1159.8274  303.6052
sample estimates:
mean of the differences
      -428.1111

```

H0 aceita: não existe diferença entre os grupos.

Paired t-test

```

data: cnpi_t1 and cnpi_t2
t = -2.1135, df = 17, p-value = 0.04965
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-1996.492455 -1.729767
sample estimates:
mean of the differences
-999.1111

```

H0 rejeitada: existe diferença entre os grupos.

Paired t-test

```

data: cnps_t1 and cnps_t2
t = -0.79263, df = 17, p-value = 0.4389
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-1568.8716 711.9827
sample estimates:
mean of the differences
-428.4444

```

H0 aceita: não existe diferença entre os grupos.

Paired t-test

```

data: nf_t1 and nf_t2
t = -2.4458, df = 17, p-value = 0.02563
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-1614.7906 -119.0983
sample estimates:
mean of the differences
-866.9444

```

H0 rejeitada: existe diferença entre os grupos.

Paired t-test

```

data: of_t1_log and of_t2_log
t = 0.29663, df = 17, p-value = 0.7703
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.1708215  0.2267134
sample estimates:
mean of the differences
      0.02794596

```

H0 aceita: não existe diferença entre os grupos.

d) Resumo numérico (apenas análise descritiva):

	mean	sd	skewness	kurtosis	n
cnai_t1	3099.500000	719.7365735	0.52752487	-0.3767847	18
cnai_t2	3839.055556	1440.3094223	0.63488041	0.3168507	18
cnas_t1	4378.444444	1127.0373042	0.58566309	-0.4900660	18
cnas_t2	4806.555556	1728.1762990	0.27343044	-0.5877476	18
cnpi_t1	6558.611111	1162.3341192	0.39895388	0.1377996	18
cnpi_t2	7557.722222	2191.0122776	0.04739979	-1.1249362	18
cnps_t1	11799.611111	1976.6248160	-0.65478716	1.9403793	18
cnps_t2	12228.055556	3326.1746350	-0.31408587	-0.8096449	18
nf_t1	5403.055556	1264.0458607	-0.46205433	-0.7750157	18
nf_t2	6270.000000	1468.0160281	-0.38407093	-0.7438814	18
of_t1	8775.500000	2333.5371094	-0.21624147	-0.5492727	18
of_t1_log	9.041923	0.2935278	-0.82187015	0.3168429	18
of_t2	8710.777778	3363.2736950	1.85827296	4.7438373	18
of_t2_log	9.013977	0.3410298	0.55520679	1.4404804	18

Na apresentação dos dados utilizar o valor os valores das variáveis originais (média, desvio padrão...) de of_t1 e of_t2 (para efeitos de apresentação de dados desconsiderar as variáveis transformadas).