



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**

**Centro Biomédico**

**Faculdade de Odontologia**

**Luciana Baptista Pereira Abi-Ramia**

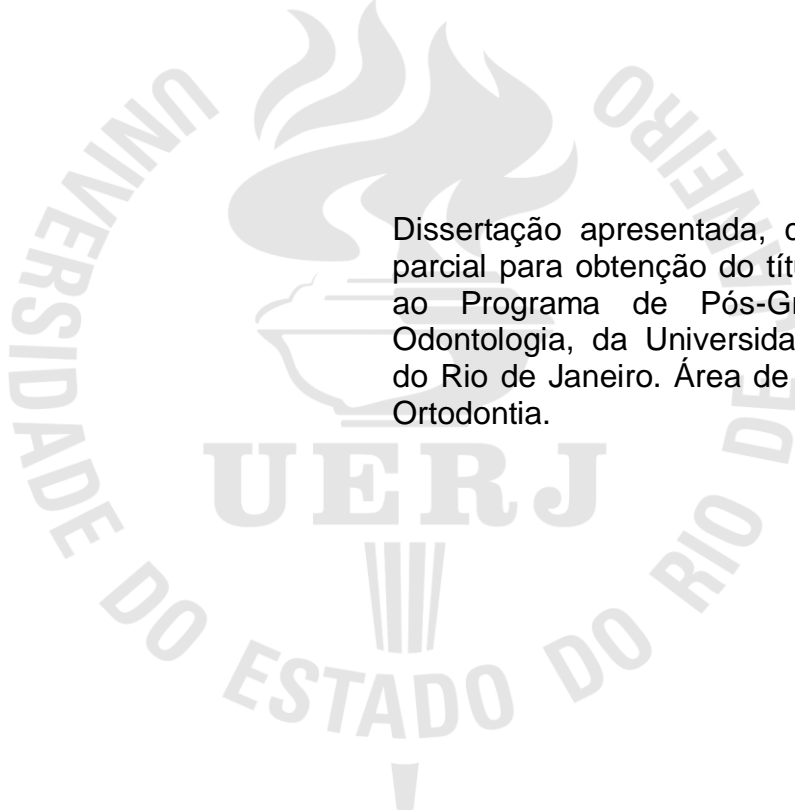
**Avaliação tridimensional da via aérea superior de pacientes com  
apneia obstrutiva do sono que utilizaram aparelho de avanço  
mandibular**

**Rio de Janeiro**

**2009**

Luciana Baptista Pereira Abi-Ramia

**Avaliação tridimensional da via aérea superior de pacientes com apneia obstrutiva do sono que utilizaram aparelho de avanço mandibular**



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Ortodontia.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio de Oliveira Almeida

Rio de Janeiro

2009

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
UERJ/REDE SIRIUS/CBB

A148	<p data-bbox="475 1034 922 1070">Abi-Ramia, Luciana Baptista Pereira.</p> <p data-bbox="475 1070 1307 1191">Avaliação tridimensional da via aérea superior de pacientes com apneia obstrutiva do sono que utilizaram aparelho de avanço mandibular / Luciana Baptista Pereira Abi-Ramia. - 2009. 93 f.</p> <p data-bbox="475 1220 1307 1317">Orientador: Marco Antonio de Oliveira Almeida Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Odontologia.</p> <p data-bbox="475 1346 1307 1496">1. Ortodontia. 2. Síndrome das apneias do sono. 3. Instrumentos e aparelhos odontológicos. 4. Polissonografia. 5. Tomografia computadorizada. I. Almeida, Marco Antonio de Oliveira. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Odontologia. IV. Título.</p> <p data-bbox="1209 1525 1307 1588">CDU 614314</p>
------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

---

Assinatura

---

Data

Luciana Baptista Pereira Abi-Ramia

**Avaliação tridimensional da via aérea superior de pacientes com apneia obstrutiva do sono que utilizaram aparelho de avanço mandibular**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Ortodontia.

Aprovada em 18 de dezembro de 2009.

Orientador:

---

Prof. Dr. Marco Antonio de Oliveira Almeida  
Faculdade de Odontologia da UERJ

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Avaro de Moraes Mendes  
Faculdade de Odontologia da UERJ

---

Prof. Dr. Roberto Prado  
Escola de Ciências da Saúde da UNIGRANRIO

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Maria Bernadete Sasso Stuaní  
Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da USP

Rio de Janeiro

2009

## DEDICATÓRIA

A Deus, por iluminar meus caminhos.

Aos meus pais, Marco Antonio e Helena, pelo apoio incondicional que sempre me dedicaram, tornando possível a realização de todos os meus sonhos.

Aos meus irmãos, Marco Antonio e Lucia Helena por sempre acreditarem nas minhas escolhas.

Ao André, por estar sempre do meu lado, transmitindo tranquilidade, compreensão e carinho.

Eu amo vocês!

## **AGRADECIMENTOS**

Ao professor Marco Antonio de Oliveira Almeida, pela orientação dedicada, pelo grande apoio a mim dispensado desde o projeto de pesquisa, pela segurança passada nos momentos difíceis de confecção deste trabalho, dando-me a certeza de estar no caminho certo. Sinto-me privilegiada pela oportunidade de receber seus ensinamentos profissionais.

Ao professor José Augusto Mendes Miguel, coordenador do curso de mestrado, pela atenção e cuidado com nossa formação científica, e pelo carinho que sempre demonstrou. Obrigada por fazer parte dessa jornada tão especial!

Aos Drs. José Augusto Nasser e Alexandre Tavares, responsáveis pela triagem dos pacientes, pela atenção que tiveram por mim e por esta pesquisa. Obrigada por confiar em nosso trabalho.

A Claudia Torres Coscarelli, responsável pela realização das tomografias computadorizadas, por disponibilizar sua clínica. Definitivamente sem você este trabalho não poderia ser concretizado. Obrigada por todo auxílio e entusiasmo durante o período experimental.

Aos professores da Disciplina de Ortodontia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Alvaro Francisco Carrielo Fernandes, Catia Cardoso Abdo Quintão, Flavia Artese, Ione Portela, Jonas Capelli Júnior, Maria Carlini, Teresa de Andrade Goldner, Vera Lúcia Cosendey, pela dedicação à ortodontia e a todos os alunos.

Ao professor Alvaro de Moraes Mendes, meu primeiro orientador nessa instituição, pela serenidade ao transmitir seus ensinamentos, pela convivência agradável desde o curso de especialização.

A Maria Bernadete Sasso Stuari, pelo meu primeiro contato com a ortodontia ainda na graduação. Você sempre foi a maior incentivadora de meu crescimento profissional e científico. Sinto-me muito feliz por Deus ter te colocado em minha vida!

Aos meus colegas de Mestrado Daniel Jogaib Fernandes, Daniela Feu Rosa Kroeff de Souza, Felipe Assis Ribeiro Carvalho, Gisele Moraes Abrahão Fernandes e Rhita Cristina Cunha Almeida, pelo companheirismo durante os quatro anos de convivência.

A Felipe Assis Ribeiro Carvalho e Daniel Jogaib Fernandes pela disponibilidade e atenção com meu trabalho. Obrigada por toda a ajuda!

A Andressa Otranto Teixeira, pela confiança a mim dispensada para dar continuidade a um trabalho tão rico, por poder contar sempre com seu irrestrito apoio e amizade. Seu exemplo de vida será uma inspiração para mim!

A todos os alunos de Especialização com quem convivi por todos esses anos, Adriana Alves, Aline Cabral, Luciane Suzigan, Soraia Macari, Ana Heloíza Fernandes, Francisco Marcelo Paranhos Pinto, Lílian Bousquet, Priscila Esperão, Roberta Buzzoni, Vinícius Schau, Clarissa Kantz, Eveline Gava, Juliana Ferreira, Lívia Vieira Saladini Pessica, Marcos Hiroce, Renato Rédua, Camila Dardengo, Gustavo Zanardi, Juliana do Nascimento, Stephanie Drummond, Ticiane Marzano, Viviane Thompson, Anne Scabell, Bento de Souza, Diego Júnior Silva Santos, Bianca Rossi, Fernanda Ribeiro de Carvalho, Nathália Palomares, e que pude sempre contar.

A Livia Saladini Vieira, pela amizade construída em anos de convivência. Sua alegria contagia a todos.

Aos alunos de outras turmas de Mestrado e Doutorado pelo apoio e incentivo em todas as fases deste trabalho. Foi muito bom conviver com vocês.

A Monica Marques, secretária da Associação de Ex-Alunos de Ortodontia da UERJ, pela amizade, atenção e disponibilidade.

A todos os funcionários da UERJ que, diretamente ou indiretamente, contribuíram para a execução deste trabalho.

A mente que se abre a uma nova idéia jamais volta ao seu tamanho original.

*Albert Einstein*



## RESUMO

ABI-RAMIA, Luciana Baptista Pereira. *Avaliação tridimensional da via aérea superior de pacientes com apneia obstrutiva do sono que utilizaram aparelho de avanço mandibular*. 2009. 93f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

Os objetivos deste estudo foram avaliar o efeito do aparelho de avanço mandibular (*Twin block* - TB) no volume das vias aéreas superiores, por meio de tomografia computadorizada *cone beam* (CBCT); analisar, por meio da polissonografia, as mudanças no índice de apneia e hipopneia (IAH) e índice de apneia por hora de sono (IA), saturação de oxi-hemoglobina e eficiência do sono; e correlacionar o volume na CBCT e as polissonografias. Dezesesseis pacientes portadores de apneia obstrutiva do sono, idade média de 47,06 anos, participaram deste estudo prospectivo, com acompanhamento médio de 7 meses. Foram feitas polissonografias iniciais (T1) e de acompanhamento (T2) com o TB em posição, e CBCT sem e com TB em posição. A segmentação e obtenção dos volumes das vias aéreas superiores foram realizadas e utilizados os testes t de Student pareado, de Wilcoxon e o índice de correlação de Spearman, com 5% de significância. Os resultados das polissonografias mostraram diferenças estatisticamente significativas entre T1 e T2 apenas para IAH ( $p < 0,05$ ). Houve aumento do volume da via aérea superior com TB quando comparado com o volume sem TB ( $p < 0,05$ ). Foi possível estabelecer-se correlação positiva entre volume da via aérea superior sem TB e IAH e IA em T1 ( $p < 0,05$ ), mas não houve correlação entre o volume da via aérea com TB e índices polissonográficos em T2. Pode-se concluir que, houve aumento de volume da via aérea superior com o TB e houve redução do IAH em T2 porém, sem correlação entre estes dados.

Palavras-chave: Ortodontia. Síndrome das apneias do sono. Polissonografia. Tomografia computadorizada. Aparelhos ativadores.

## **ABSTRACT**

The aim of this study were to evaluate the effect of a mandibular advancement device (Twin Block – TB) in the upper airway volume, with cone beam computed tomography (CBCT); to analyze, by polysomnographys, changes in apnea and hipopnea index per hour (AHI), apnea index per hour of sleep (AI), oxyhemoglobin saturation and sleep efficiency; and correlate changes in volume in CBCT and the results of polysomnography. Sixteen OSA patients, mean age of 47.07 years, participated in this prospective study, with follow up of 7 months. Initial polysomnography (T1) and follow up polysomnography (T2) were taken with TB in position, and CBCT with and without TB were taken. Upper airway segmentations and volumes were performed and were evaluated by the Student t test, the Wilcoxon test, and Spearman correlation, with 5% significance level. The results of the polysomnographs showed statistically significant differences between T1 and T2, only for AHI ( $p<0.05$ ). There was an increased airway volume with TB in position when compared to volume without TB ( $p<0.05$ ). A positive correlation between upper airway volume without TB and T1 AHI and AI was established ( $p<0.05$ ), but there was no correlation between upper airway volume with TB and T2 polysomnography indexes. In conclusion, there was an increase in volume of the upper airway with the TB and reduction of AHI in T2 but without correlation with these data.

Keywords: Orthodontics. Obstructive sleep apnea syndrome. Polysomnography. Computed tomography. Activator appliance.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Obstrução das vias aéreas durante a apneia .....	18
Figura 2 – Aparelho <i>Continuous Positive Airway Pressure</i> (CPAP) .....	26
Figura 3 – Exemplos de aparelhos intraorais que podem ser utilizados no tratamento da apneia obstrutiva do sono .....	28
Figura 4 – Formas geométricas dos feixes de radiação .....	39
Figura 5 – Método de preparo da mordida construtiva para confecção do aparelho de avanço mandibular .....	48
Figura 6 – Aparelho de <i>Twin Block</i> modificado em posição .....	49
Figura 7 – Tomógrafo <i>Newtom 3G</i> (Verona, Italy) utilizado neste estudo .....	51
Figura 8 – Obtenção da tomografia computadorizada <i>cone beam</i> .....	52
Figura 9 – Escanograma para confirmação do posicionamento do paciente antes da tomografia .....	52
Figura 10 – Pontos utilizados para determinar o volume da via aérea superior.	53
Figura 11 – Software <i>ITK Snap 1.8.0</i> utilizado neste estudo .....	55
Figura 12 – Controle de contraste entre as estruturas através da intensidade dos <i>voxels</i> através de uma ferramenta do software .....	56
Figura 13 – Ferramenta do software para preenchimento da estrutura de interesse .....	56
Figura 14 – Segmentação do modelo tridimensional .....	57
Figura 15 – Superposição do modelo tridimensional da via aérea superior do paciente com TB (em vermelho), sobre a imagem sem TB, com registro na base do crânio (em verde) .....	58
Figura 16 – Superposição do modelo tridimensional da via aérea superior .....	59
Figura 17 – Superposições dos modelos tridimensionais das vias aéreas de três pacientes diferentes, demonstrando aumento no volume das vias aéreas, no entanto em regiões diferentes .....	76

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Demonstração dos valores de IA inicial (T1) e de acompanhamento (T2) .....	62
Gráfico 2 – Demonstração dos valores de IAH inicial (T1) e de acompanhamento (T2) .....	63
Gráfico 3 – Demonstração dos valores de saturação de oxi-hemoglobina inicial (T1) e de acompanhamento (T2) .....	63
Gráfico 4 – Demonstração dos valores de eficiência do sono inicial (T1) e de acompanhamento (T2) .....	63
Gráfico 5 – Demonstração dos valores dos volumes das vias aéreas superiores (mm <sup>3</sup> ) dos pacientes sem <i>Twin block</i> (TB) e com TB ..	65

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação da síndrome da apneia obstrutiva do sono (SAOS) pelo índice de apneia e hipopneia (IAH) .....	23
Tabela 2 – Comparação entre a tomografia computadorizada tradicional e a de feixe cônico .....	40
Tabela 3 – Índice de correlação intraclasse do volume da via aérea superior sem <i>Twin block</i> (TB) e com TB .....	61
Tabela 4 – Mediana e P valor para comparação dos índices polissonográficos índice de apneia (IA), índice de apneia mais hipopneias (IAH), saturação de oxi-hemoglobina e eficiência do sono em T1 e T2 .....	64
Tabela 5 – Média, desvio padrão e p valor para comparação entre os pacientes sem <i>Twin block</i> (TB) e com TB .....	65
Tabela 6 – Índice de correlação (r) e p valor para os índices polissonográficos em T1 e volume sem <i>Twin block</i> .....	66
Tabela 7 – Índice de correlação (r) e p valor para os índices polissonográficos em T2 e volume com <i>Twin block</i> .....	66

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AASM	<i>American Association of Sleep Medicine</i>
ASDA	<i>American Sleep Disorders Association</i>
ATM	Articulação Temporomandibular
CBCT	<i>Cone Beam Computed Tomography</i>
CEP/HUPE	Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Pedro Ernesto
CPAP	<i>Continuous Positive Airway Pressure</i>
CT	<i>Computed Tomography</i>
DICOM	<i>Digital Imaging Communications in Medicine</i>
DTM	Desordens Temporomandibulares
ECG	Eletrocardiograma
EOG	Eletroculograma
EEG	Eletroencefalograma
EMG	Eletromiografia
ESS	Escala de Sonolência de Epworth
ENA	Espinha Nasal Anterior
ENP	Espinha Nasal Posterior
EUA	Estados Unidos da América
FDA	<i>Food and Drug Administration</i>
FO-UERJ	Faculdade de Odontologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro
IA	Índice de Apneias
IAH	Índice de Apneias mais Hipopneias
ICC	Índice de Correlação Intraclasse
IMC	Índice de Massa Corporal
NREM	<i>Non Rapid Eye Movement</i>
REM	<i>Rapid Eye Movement</i>
SAOS	Síndrome da Apneia Obstrutiva do Sono
SRVAS	Síndrome de Resistência das Vias Aéreas Superiores
T1	Tempo inicial
T2	Tempo de acompanhamento
TB	<i>Twin Block</i>
UNC	Universidade da Carolina do Norte
UPFP	Uvulopalatofaringoplastia

## SUMÁRIO

	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	15
1	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	17
1.1	<b>Apneia obstrutiva do sono</b> .....	17
1.2	<b>Tratamento da SAOS</b> .....	24
1.3	<b>Tomografia computadorizada feixe cônico e sua aplicação para SAOS</b> .....	37
2	<b>PROPOSIÇÃO</b> .....	43
3	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	44
3.1	<b>Seleção dos pacientes</b> .....	44
3.2	<b>Documentação inicial</b> .....	45
3.3	<b>Aparelho de avanço mandibular</b> .....	46
3.4	<b>Métodos de avaliação</b> .....	50
3.4.1	<u>Polissonografia</u> .....	50
3.4.2	<u>Realização da tomografia e aquisição das imagens</u> .....	50
3.4.3	<u>Segmentação da estrutura</u> .....	53
3.4.4	<u>Registro e superposição das estruturas</u> .....	57
3.5	<b>Análise estatística</b> .....	60
3.5.1	<u>Erro de método</u> .....	60
3.5.2	<u>Análise dos dados</u> .....	61
4	<b>RESULTADOS</b> .....	62
4.1	<b>Índices polissonográficos</b> .....	62
4.2	<b>Volume da via aérea superior</b> .....	64
4.3	<b>Correlação entre os índices polissonográficos e volume da via aérea</b> .....	65
4.3.1	<u>Correlação volume da via aérea sem TB e polissonografia em T1</u> ....	65
4.3.2	<u>Correlação do volume da via aérea com TB e polissonografia em T2</u> .....	66
5	<b>DISCUSSÃO</b> .....	67
5.1	<b>Do material e método</b> .....	67
5.2	<b>Dos resultados</b> .....	72
5.2.1	<u>Resultado da terapia avaliado pela polissonografia</u> .....	72

5.2.2	<u>Volume da via aérea superior</u> .....	74
5.2.3	<u>Correlações entre índices polissonográficos e volumes das vias aéreas</u> .....	77
5.3	<b>Considerações finais</b> .....	78
6	<b>CONCLUSÕES</b> .....	79
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	80
	<b>APÊNDICE</b> - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .....	92
	<b>ANEXO</b> - Documento de autorização do Comitê de Ética em Pesquisa .....	93



## INTRODUÇÃO

Desde o reconhecimento da efetividade dos aparelhos intra-orais para o tratamento da apneia obstrutiva do sono, muitos estudos foram realizados no intuito de esclarecer o mecanismo de ação desta terapia e determinar as taxas de sucesso para os pacientes portadores da síndrome (OTSUKA et al., 2006).

Segundo a *American Association of Sleep Medicine* (AASM) - Associação Americana de Medicina do Sono - a síndrome da apneia obstrutiva do sono (SAOS) é um distúrbio respiratório caracterizado por episódios recorrentes de obstrução total ou parcial da via aérea superior durante o sono. É uma doença multifatorial não totalmente esclarecida.

O tratamento da SAOS é importante devido à possibilidade de provocar quadros de hipertensão pulmonar e insuficiência cardíaca (PIGNATARI et al., 2002). Assim, os objetivos do tratamento desta síndrome são normalizar a respiração durante o sono, reduzindo a sonolência diurna excessiva, as alterações neuropsíquicas e cardiovasculares; e proporcionar ao paciente uma boa qualidade de vida (BITTENCOURT, 2002).

As abordagens clínicas no tratamento da SAOS incluem medidas simples como a higiene do sono, com a remoção do álcool e de drogas, o emagrecimento; realização de procedimentos cirúrgicos como glossectomia uvulopalatoglossofaringoplastia e avanço maxilo-mandibular; aparelhos com *continuous positive airway pressure* (CPAP) - pressão positiva contínua em vias aéreas - (BITTENCOURT, 2002; DAL-FABBRO; CHAVES JÚNIOR; TUFIK, 2010); e aparelhos intra-bucais (ALMEIDA, 2002; DAL-FABBRO; CHAVES JÚNIOR; TUFIK, 2010; JOHNSTON et al., 2001; LIM et al., 2006; WARUNEK, 2004), no intuito de aumentar mecanicamente o volume das vias aéreas superiores (ALMEIDA, 2002; DAL-FABBRO; CHAVES JÚNIOR; TUFIK, 2010). Estudos afirmam que os aparelhos intraorais, como o aparelho de *Twin block*, são ótima alternativa para o tratamento da SAOS, tendo em vista o baixo custo, maior conforto de uso e aceitação dos pacientes, além de ser simples e não-invasivo (JOHNSTON et al., 2001).

Entretanto, necessita-se de maior fundamentação para que essa alternativa de tratamento possa ser utilizada de forma eficaz e segura, principalmente no que diz respeito à indicação, ou seja, determinar quais os graus de apneia podem ser

tratados com esta terapia; esclarecer as diferentes respostas ao tratamento, isto é, avaliar as características dos pacientes que respondem e dos que não respondem à terapia; e observar os possíveis efeitos colaterais como, xerostomia, excesso de salivação, desconforto nos dentes e nas arcadas dentárias, dor miofacial e alterações oclusais a longo prazo (ALMEIDA et al., 2006b; MARKLUND; FRANKLIN, 2007; MARKLUND; FRANKLIN; PERSSON, 2001).

Várias técnicas de imagem têm sido empregadas para investigar a etiologia da SAOS e as modificações decorrentes do tratamento com aparelhos intra-orais, entre elas estão a cefalometria, videofluoroscopia, tomografia computadorizada e ressonância magnética (ALMEIDA et al., 2006a). A mudança no espaço aéreo superior, observada em diversos estudos, é confirmada pela radiografia cefalométrica de perfil, porém é uma imagem bidimensional de estruturas tridimensionais, com pouca discriminação de pontos de referência (GARIB et al., 2007).

Com o advento da tomografia computadorizada de feixe cônico, especialmente indicado para a região dentomaxilofacial, a Odontologia se beneficiou da reprodução da imagem tridimensional dos tecidos maxilofaciais, com mínima distorção (GALE et al., 2000), dose de radiação reduzida em relação à tomografia computadorizada convencional e menor custo (GARIB et al., 2007). Dessa forma, torna-se necessário o conhecimento tridimensional das estruturas relacionadas com a síndrome e suas alterações durante o tratamento dos pacientes que respondem e dos que não respondem ao tratamento da SAOS com aparelhos intraorais de avanço mandibular.

## 1 REVISÃO DE LITERATURA

### 1.1 Apneia obstrutiva do sono

O sono é um fenômeno essencial à homeostasia, a partir do qual todo o organismo é renovado (ITO et al., 2005) e é fundamental para uma boa saúde mental e emocional (ANDERSEN; TUFIK, 2010). O sono é definido como processo dinâmico e fisiológico de perda de consciência e inativação muscular voluntária, sendo sensível a estímulos táteis, auditivos e somato-sensitivos. A estrutura normal do sono é composta de cinco fases cíclicas: estágios 1, 2, 3, 4 do sono lento ou *Non Rapid Eye Movement* (NREM) – sem movimentos oculares rápidos e sono paradoxal - ou *Rapid Eye Movement* (REM) - movimentos oculares rápidos (ANDERSEN; TUFIK, 2010; ITO et al., 2005).

Com o aumento das desordens respiratórias do sono, como ronco, síndrome de resistência das vias aéreas superiores (SRVAS) e síndrome da apneia do sono (SAOS), houve a necessidade de melhores meios de diagnóstico e de tratamento para estes distúrbios (BATTAGEL; JOHAL; KOTECHEA, 2000). Nas últimas décadas, medicina e odontologia estiveram focadas nas desordens respiratórias ocorridas durante o sono (DAL-FABBRO; BITTENCOURT; CHAVES JÚNIOR, 2010; JUREYDA; SHUCARD, 2004).

Ito et al. (2005) explicaram que durante a vigília, o comando ventilatório é automático e voluntário ao passo que durante o sono esse comando passa a ser somente automático. Mas, principalmente durante a fase REM do sono, ocorre a perda do controle voluntário e redução da resposta ventilatória do controle metabólico, além da hipotonia dos músculos respiratórios (ANDERSEN; TUFIK, 2010), o que facilita o colapso das vias aéreas (PIGNATARI et al., 2002) (Figura 1, a seguir).

A SAOS é definida como obstrução parcial ou total da via aérea superior durante o sono, por pelo menos 10 segundos (BITTENCOURT; HADDAD, 2008, 2010) (Figura 1), associado a sinais e sintomas clínicos (BITTENCOURT; HADDAD, 2008). Estes episódios apneicos resultam em reduções da saturação sanguínea de oxigênio e despertares associados ao término destes eventos (DAL-FABBRO;

BITTENCOURT; CHAVES JÚNIOR, 2010). A hipopneia é a redução de pelo menos 30% da capacidade respiratória combinada com um decréscimo da saturação de oxi-hemoglobina de pelo menos 4%, redução de pelo menos 50% da capacidade respiratória combinada com um decréscimo da saturação de oxi-hemoglobina de pelo menos 3%, ou ao despertar. Os despertares associados ao aumento do esforço respiratório são caracterizados por aumento do esforço respiratório progressivo, levando ao despertar, na ausência de apneia ou hipopneia (BITTENCOURT; HADDAD, 2008; PALOMBINI, 2010). Segundo a AASM, para o diagnóstico da SAOS é necessária a ocorrência de no mínimo cinco apneias mais hipopneias por hora de sono, somada a sintomas clínicos dos quais os mais importantes são ronco alto e sonolência diurna excessiva (ALMEIDA, 2002).

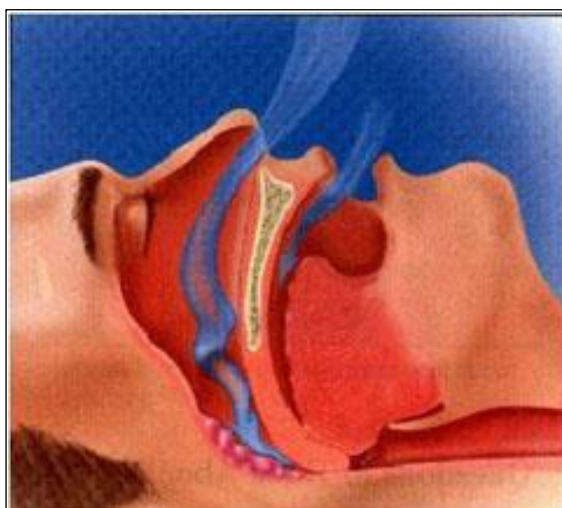


Figura 1 - Obstrução das vias aéreas durante a apneia  
Fonte: NOBRE, 2009.

A apneia do sono é dividida em três tipos: apneia central ocorre quando há ausência tanto do esforço respiratório quanto do fluxo aéreo em que não há estímulo neurológico para os músculos respiratórios; apneia obstrutiva quando o fluxo aéreo é cessado na presença de esforço respiratório; e apneia mista quando há uma combinação dos dois tipos citados anteriormente, sendo desencadeada por apneia central seguida de esforço respiratório sem fluxo aéreo (DAL-FABBRO; BITTENCOURT; CHAVES JÚNIOR, 2010; PIGNATARI et al., 2002). Dos três tipos

de apneia citadas acima, a obstrutiva é a de maior prevalência (BONDEMARK, 1999).

A incidência da SAOS é de 4% da população adulta masculina e 2% da feminina (BONDEMARK, 1999). O risco de se desenvolver essa condição aumenta de acordo com o histórico familiar e a partir da 4ª década de vida. Isso porque indivíduos acima de quarenta anos de idade têm maior propensão à obesidade e às mudanças fisiológicas naturais que ocorrem ao longo dos anos, como a diminuição da profundidade da orofaringe; alongamento e estreitamento do palato mole; e a redução do tônus muscular (BATTAGEL et al., 2002). Todos esses fatores causam redução significativa da via aérea superior (BATTAGEL et al., 2002; BATTAGEL; JOHAL; KOTECHEA, 2000; CHOI et al., 2000; LOWE, 1996). Para Schawb (2003), o tamanho das estruturas da via aérea superior (língua, palato mole, parede lateral da faringe e mandíbula) é determinante no calibre da via aérea superior.

Os sinais e sintomas mais relacionados com a SAOS são: ronco, sono agitado, sudorese e hiper-sonolência noturna, respiração bucal, irritabilidade, hiperatividade, diminuição da atenção, cefaleia matinal e obesidade (PIGNATARI et al., 2002). O ronco, um dos principais sintomas da apneia, acontece uma vez que esse fenômeno é causado pela vibração dos tecidos moles em áreas estenóticas da via aérea superior. À medida que o ar passa pelo segmento estenótico, a velocidade do ar aumenta, aumentando com isso a pressão negativa, que causará o colapso dos tecidos moles para dentro da coluna aérea. Com a passagem de ar nessa área, haverá vibração e produção de ruído. O ronco pode ser agravado por anormalidades anatômicas (BAUMRIND, 2001), pela obesidade, pelo consumo excessivo de álcool, pelo fumo, e uso de tranquilizantes e anti-histamínicos (FUJITA; MOYSÉS; VUONO, 2002), pois estas drogas reduzem o reflexo de despertar que ocorre durante os eventos obstrutivos, devido à depressão que provocam no sistema nervoso central (ITO et al., 2005).

Como consequências sistêmicas, podem ser citados hipoxia, hipercapnia, acidose e até hipertensão pulmonar e arterial sistêmica e insuficiência cardíaca, comprovados por exames laboratoriais (CAVALCANTI FILHO, 2002; FUJITA; MOYSÉS; VUONO, 2002; MUNARO et al., 2010; PIGNATARI et al., 2002). Ainda pode haver diminuição da função cognitiva de reflexos motores, com relatos de deterioração intelectual e dificuldade de concentração, amnésia retrógrada, relacionamento inter-pessoal prejudicado, depressão, insônia, enurese, confusão

matinal, alteração da função sexual, alucinações e aumento do apetite (PIGNATARI et al., 2002). Esses pacientes também têm riscos aumentados de se envolverem em acidentes de trânsito e automobilísticos (DAL-FABBRO, 2010). Dessa forma, para alguns autores (HOUNSFIELD, 1973; SWENNEN; SCHUTYSER; HAUSAMEN, 2006) o tratamento da SAOS tem grande impacto na qualidade de vida dos pacientes. Para Ringqvist et al. (2003), pacientes que são afetados pela SAOS têm baixa qualidade de vida, o que pode ser atribuído a uma associação entre dor de cabeça e distúrbios do sono, mas a relação causa e efeito ainda não está esclarecida (JUREYDA; SHUCARD, 2004).

Pacientes portadores da SAOS roncam, mas os pacientes que roncam não necessariamente são afetados pela síndrome. Para Cooke e Battagel (2006) a principal diferença entre pacientes que roncam e os que têm SAOS é que, na primeira situação, ocorrem oscilações de tecido mole da faringe com fechamento parcial e reabertura da faringe sem episódios de apneia; na segunda situação há, periodicamente, um colapso das vias aéreas e obstrução da faringe.

Warunek (2004) realizou uma ampla revisão da literatura sobre fisiopatologia, terminologia da SAOS, métodos de avaliação de imagem (cefalometria, tomografia e ressonância magnética) e vários aspectos do tratamento com aparelhos intraorais. Quanto à fisiopatologia afirmou que a base da língua periodicamente contacta a parede posterior da faringe ou oclui parcialmente a passagem aérea superior durante o sono. Para as características cefalométricas afirmou que as características que parecem ter importância incluem mandíbula retrognata, arco mandibular estreito, retrognatia maxilo-mandibular, aumento da altura facial inferior, posição para baixo e para frente do osso hioide, um tamanho reduzido da faringe, aumento do ângulo craniofacial, tonsilas e adenoides aumentadas, aumento da língua e palato mole e distância reduzida entre a base da língua e a parede posterior da faringe.

Segundo Fujita, Moysés e Vuono (2002), as condições fisiopatológicas que contribuem para a SAOS são: tônus muscular inadequado das vias aéreas superiores, colapso de tecido mole sobre as vias aéreas, comprimento excessivo do palato mole/úvula, via aérea nasal obstruída, agravando a pressão inspiratória negativa na via aérea sujeita a colapso. Os músculos mais importantes para a manutenção da patência da via aérea superior são: geniioioide, esternohioide, genioglosso, tensor palatino e elevador palatino.

Os músculos faríngeos são ativados antes da contração do diafragma, preparando a via aérea superior para o aumento da pressão negativa de ar que ocorrerá na inspiração (PALOMBINI, 2010). Para Choi et al. (2000), apesar de a natureza da obstrução não estar totalmente esclarecida, acredita-se que a obstrução ocorra na velofaringe e na orofaringe.

Jureyda e Shucard (2004) citaram os diversos problemas sistêmicos que podem ser provocados e/ou agravados pela SAOS e afirmaram que quando não tratada há um aumento nos custos de saúde (em média o custo extra com problemas relacionados com a SAOS não tratada ficam em U\$ 3,4 bilhões por ano nos Estados Unidos da América, EUA), e perda de dias de trabalho. Explicaram também a fisiopatologia da síndrome em que a pressão negativa é gerada pela atividade dos músculos diafragma e intercostais durante a inspiração. Em grande extensão, a patência da passagem aérea superior é dependente da ação dos músculos orofaríngeos (músculos dilatadores e abdutores), os quais são normalmente ativados de maneira rítmica em coordenação com cada inspiração. Quando a pressão negativa excede a força produzida por esses músculos, a faringe entrará em colapso, obstruindo a passagem aérea. Esses pacientes possuem passagem aérea superior constricta o que aumenta a resistência faríngea durante a inspiração, necessitando de um aumento da contração do músculo dilatador faríngeico para manter a patência da via aérea. A manutenção do aumento da contração do músculo dilatador pode predispor esse músculo à fadiga, possivelmente agravando a tendência da oclusão faríngea. Para os autores, o entendimento da fisiopatologia da síndrome é essencial para o desenvolvimento de modalidades terapêuticas.

Um estudo prospectivo desenvolvido por Battagel, Johal e Kotecha (2000) comparou a anatomia craniofacial e faríngea de 115 indivíduos com SAOS, roncadores e controle, através de radiografias cefalométricas com aplicação de contraste de sulfato de bário na língua. Os autores encontraram poucas diferenças significativas entre as medidas cefalométricas dos três grupos avaliados. A passagem aérea e estruturas associadas, tanto em indivíduos roncadores quanto com SAOS, exibiram passagens aéreas mais estreitas, área orofaríngea reduzida, palatos moles mais curtos e finos e línguas maiores em relação aos indivíduos controle. Comparando os indivíduos com SAOS com os roncadores, aqueles mostraram maior distância entre o osso hioide e o plano mandibular. A principal

diferença observada foi a posição do osso hioideo em relação ao ponto B e ao plano mandibular, e comprimento do palato mole.

O diagnóstico deve ser feito por um médico especialista em medicina do sono, neurologista ou otorrinolaringologista através de anamnese criteriosa, ou seja, a história do paciente, verificando incidência de ronco, sono agitado, paradas respiratórias, sonolência diurna excessiva e quadros de redução de função cognitiva e reflexos motores (BITTENCOURT; HADDAD, 2010; FUJITA; MOYSÉS; VUONO, 2002). No exame físico deve-se avaliar o índice de massa corporal (IMC), dando maior atenção aos valores acima de 27,8 e 27,3 para homens e mulheres, respectivamente, e ao diâmetro cervical que deve ser medido ao nível da membrana cricótireoidea (FUJITA; MOYSÉS; VUONO, 2002).

A polissonografia de noite inteira é considerada padrão-ouro para o diagnóstico de apneia e outras desordens do sono, por ser mais sensível e específico (PIGNATARI et al., 2002; SILVA; GRABUIO, 2010). Polissonografia é um termo genérico que se refere ao registro simultâneo de variáveis fisiológicas durante o sono (SILVA; GRABUIO, 2010), que utiliza eletrodos e sensores para monitoração da atividade cerebral, eletroencefalograma (EEG), eletroculografia (EOG), eletromiografia (EMG), eletrocardiograma (ECG), esforço respiratório, fluxo aéreo nasal e bucal, saturação de oxigênio, posição corporal, índice de apneias (IA) e índice de apneias mais hipopneias (IAH) por hora de sono (PIGNATARI et al., 2002; SILVA; GRABUIO, 2010). Todos os índices fornecidos pela polissonografia devem ser avaliados, porém o IAH é o fator principal, pois é a partir dele que se diagnostica a SAOS, auxiliando o planejamento terapêutico, além de ser um registro para avaliação da eficácia da terapia empregada (CAVALCANTI FILHO, 2002).

A classificação de gravidade da SAOS quanto ao IAH não é unânime. Segundo Metha et al. (2001) e Neill et al. (2002) a SAOS é classificada como média quando o IAH fica entre 5 e 20 episódios por hora de sono, moderada quando os episódios por hora de sono ficam entre 20 e 40 e severa quando o IAH é superior a 40. Otsuka et al. (2006) classifica como SAOS média quando o IAH é menor que 15, moderada com índice entre 15 e 30, severa I com IAH entre 30 e 45 e severa II com IAH maior que 45. Para o *Swedish Medical Research Council* (WALKER-ENGSTRÖM et al., 2002) o diagnóstico da SAOS é feito quando o índice de apneias por hora de sono (IA) for maior ou igual a cinco ou um IAH maior ou igual a 10. Já para a AASM a ocorrência de no mínimo cinco apneias mais hipopneias por hora de



sono, somada a sintomas clínicos dos quais os mais importantes são ronco alto e sonolência diurna excessiva, caracterizam a síndrome (AMERICAN ACADEMY OF SLEEP MEDICINE TASK FORCE, 1999). Por essa classificação o paciente é considerado roncador primário quando o seu IAH estiver abaixo de cinco, como portador de SAOS média a moderada quando o IAH fica entre 15 e 30 e com SAOS severa quando o IAH é superior a 30, classificação também adotada pela Associação Brasileira do Sono (Tabela 1) (BITTENCOURT; HADDAD, 2008).

Tabela 1 – Classificação da síndrome da apneia obstrutiva do sono (SAOS) pelo índice de apneia e hipopneia (IAH)

<b>Classificação</b>	<b>IAH (eventos/hora)</b>
SAOS Leve	5 – 15
SAOS Moderada	16 – 30
SAOS Grave	> 30

Fonte: Adaptada de AMERICAN SLEEP DISORDERS ASSOCIATION, 1995.

Fergusson et al. (1996), utilizando polissonografia para avaliação dos tratamentos, fizeram uso das seguintes medições para controle: IAH, IA, tempo total de apneia/hipopneia no sono (%), número de dessaturações, média de saturação de oxigênio, saturação mínima de oxigênio, eficiência do sono (%), número de despertares, porcentagem de sono NREM e porcentagem de sono REM, para obter uma avaliação mais ampla dos resultados. Embora o IAH seja o índice padrão para avaliação dos resultados dos tratamentos, vários trabalhos utilizam algum outro índice para auxiliar na análise (CLARK et al., 1993; JOHNS, 1993; KATO et al., 2000; WALKER-ENGSTRÖM et al., 2002; WONG et al., 2005).

Devido ao alto custo da polissonografia e à resistência do paciente em realizar o exame, outras medições têm sido sugeridas (BITTENCOURT; HADDAD, 2008). Um método amplamente utilizado para diagnóstico da SAOS é a Escala de Sonolência de Epworth (ESS), um método simples, desenvolvido na Unidade de Desordens do Sono, do Hospital de Epworth em Melbourne na Austrália. A ESS é um questionário no qual os pacientes pontuam de zero a três as chances que, como

parte do seu modo de vida usual no período recente, eles teriam de cochilar em cada uma das oito diferentes situações. As situações foram escolhidas de acordo com conhecimento anterior variando na sua natureza de sonolência desde altamente sonolenta (deitado para descansar à tarde quando as circunstâncias permitem) a muito pouco sonolenta (sentado e conversando com alguém). O *score* da ESS é a soma dos *scores* dos oito itens, podendo variar de zero a 24. Para Johns (1993), autor da escala, os resultados considerados clinicamente normais iriam de dois até dez, e por ser um método baseado em questionário, a ESS é limitada pela habilidade do indivíduo em ler, compreender e responder o questionário honestamente. Revelou também que em relação à severidade da SAOS há ótima correlação entre o *score* da ESS e IAH, observando *score* da ESS maior que 16 em pacientes com SAOS moderada ou severa.

Entre os métodos de diagnóstico complementar estão radiografia lateral, para avaliação adenoideana; radiografia cefalométrica de perfil e cefalometria, para análise da face e das vias aéreas; videofluoscopia; nasoendoscopia, para determinar o nível da obstrução anatômica (BATTAGEL; JOHAL; KOTECHEA, 2000); tomografia computadorizada; e ressonância magnética, em casos específicos (PIGNATARI et al., 2002).

## **1.2 Tratamento da SAOS**

Como a SAOS é considerada uma doença de alto grau de morbidade e de caráter progressivo, uma vez que a apneia moderada pode tornar-se severa ao longo do tempo (DAL-FABBRO; CHAVES JÚNIOR; TUFIK, 2010; SWENNEN; SCHUTYSER; HAUSAMEN, 2006; WALKER-ENGSTRÖM et al., 2002), o seu tratamento é imprescindível (DAL-FABBRO; CHAVES JÚNIOR; TUFIK, 2010; GALE et al., 2000; JUREYDA; SHUCARD, 2004; O’SULLIVAN et al., 1995).

As modalidades de tratamento para a SAOS vão desde a higiene do sono, que envolve retirada do álcool e outras drogas, instrução sobre a adequada posição do corpo para dormir e emagrecimento, até procedimentos cirúrgicos como a glossectomia, a uvulopalatoglossofaringoplastia, procedimentos de avanço

maxilomandibular e aparelhos intraorais (BITTENCOURT, 2002; BITTENCOURT; HADDAD, 2008; BRUIN, 2010).

A escolha do tratamento deve levar em consideração a gravidade da síndrome, as condições clínicas associadas e as características de cada paciente (BRUIN, 2010). As modalidades de tratamento visam a resolução ou a melhoria dos sinais e sintomas clínicos, além da normalização ou melhoria do índice de apneia e hipopneia por hora de sono, a saturação de oxihemoglobina (ALMEIDA, 2002), número de microdespertares associados aos eventos respiratórios (DAL-FABBRO; CHAVES JÚNIOR, 2010).

Segundo Walker-Engström et al. (2002), a terapia pode ser considerada bem sucedida quando há uma redução de pelo menos 50% no IAH, no que concordam Clark, Sohn e Hong (2000) e Mehta et al. (2001), entre outros, mas para que se obtenha normalização do quadro, o IAH deve ser inferior a 10 (FERGUSON et al., 1996; JOHNSTON et al. 2001; WALKER-ENGSTRÖM et al., 2002), ou inferior a 5 (BITTENCOURT; HADDAD, 2008; BITTENCOURT; PALOMBINI, 2008; COOKE; BATTAGEL, 2006). Para Liu et al. (2001), a resposta ao tratamento é considerada boa quando há redução maior que 75% no IAH, moderada quando a redução no IAH fica entre 25% e 75%, e pobre quando a redução do índice é inferior a 25%.

Clark, Sohn e Hong (2000) afirmaram que casos severos de SAOS podem estar relacionados ao aumento da mortalidade. Quatro tipos de tratamento podem ser indicados para esta síndrome: pressão aérea positiva contínua (CPAP) transmitida via passagem nasal com um compressor de ar, cirurgia palatal com redução cirúrgica da língua em alguns casos, cirurgia maxilo-mandibular com avanço do osso hioideo, pois aumenta a dimensão das vias aéreas (FUJITA; MOYSÉS; VUONO, 2002) e, uso de aparelho dentário removível de avanço mandibular (DAL-FABBRO; CHAVES JÚNIOR, 2010; TUFIK, 2008).

Diversos autores (ALMEIDA, 2002; ALMEIDA et al., 2006a, 2006b; BITTENCOURT, 2002; BRUIN, 2010; DAL-FABBRO; CHAVES JÚNIOR, 2010; FRANSSON et al., 2002; ITO et al., 2005; TSUDA et al., 2009<sup>1</sup>) afirmam que o método principal e mais efetivo para o tratamento da SAOS é o CPAP (*Continuous Positive Airway Pressure*) (Figura 2) sendo a primeira escolha de tratamento. Trata-se de um aparelho que produz um fluxo de ar através de uma fonte externa, e

---

<sup>1</sup> Em fase de publicação.

direciona o fluxo de ar (40 a 60L/min) através de um tubo flexível para uma máscara nasal. A pressão positiva é resultado da variação de fluxo no aparelho, que pode ser modificado voluntariamente, e da resistência expiratória determinada pelas fenestrações na máscara. Quando a pressão positiva passa através das narinas, o palato mole se projeta sobre a base da língua e há dilatação das vias aéreas superiores (BITTENCOURT, 2002). É indicado para pacientes com SAOS moderada ou severa (ALMEIDA, 2002; BITTENCOURT, 2002; BRUIN, 2010).

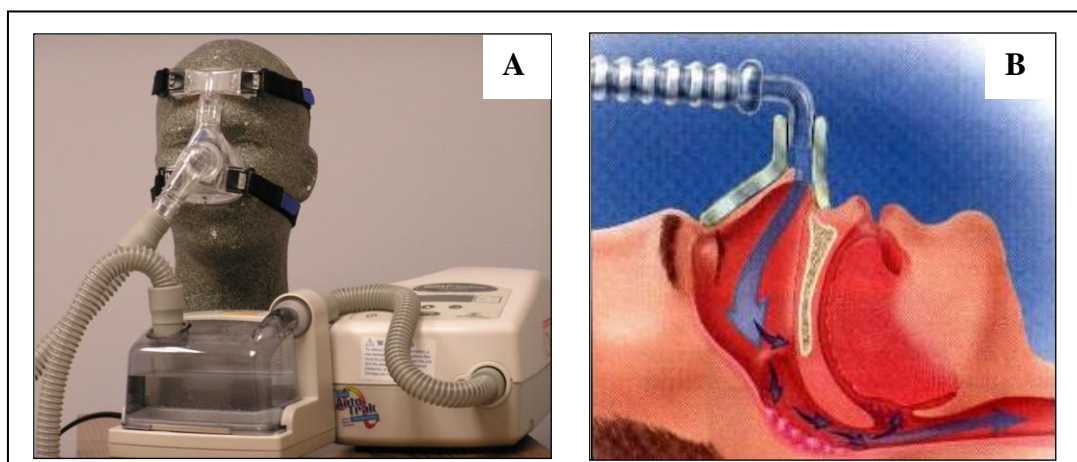


Figura 2 – Aparelho *Continuous Positive Airway Pressure* (CPAP)

Legenda: A) posição no manequim que tem como função manter as vias aéreas superiores desobstruídas durante o sono; B) fluxo positivo e contínuo de ar.

Fonte: A) SLEEP apnea machines, 2009.  
B) NOBRE, 2009.

Segundo Bittencourt e Haddad (2008), no guia prático para tratamento da SAOS, o tempo mínimo de uso recomendável do CPAP é de cinco horas por noite, tendo sido demonstrado redução na morbidade e na mortalidade com esse período de tratamento. Para melhoras cognitivas e de qualidade de vida afirmou que estudos mais recentes demonstram serem necessárias sete horas por noite com níveis de pressão adequados.

O CPAP é capaz de reduzir os índices polissonográficos como IAH, dessaturações de oxigênio e eficiência do sono (GILES et al., 2006), melhorando assim a qualidade do sono, a sonolência diurna excessiva e as alterações cognitivas associadas à síndrome (BRUIN, 2010) Porém, o método terapêutico está associado a problemas de tolerância do paciente e de colaboração (COOKE; BATTAGEL,

2006; FERGUSON et al., 1997; GALE et al., 2000; TSUDA, et al., 2009), o que afetaria a eficiência total do tratamento (WARUNEK, 2004). Segundo Bruin (2010), 65 a 80% dos pacientes com prescrição de CPAP realmente usam esse equipamento.

A cirurgia mais descrita para tratar pacientes com ronco e SAOS é a uvulopalatofaringoplastia (UPFP). Estudos de longo prazo após esse procedimento têm mostrado um decréscimo do índice de sucesso com o passar do tempo em termos das variáveis da polissonografia. Além disso, podem ocorrer complicações pós-operatórias tardias com regurgitação nasofaríngea de fluidos e dificuldades de engolir (DAL-FABBRO; CHAVES JUNIOR; TUFIK, 2010). Técnicas conservadoras têm sido mais utilizadas, abordando principalmente a parede lateral da orofaringe, poupando a região central do palato mole e úvula, o que parece estar relacionado com maiores índices de sucesso (ZONATO; HADDAD, 2010). Segundo Ferguson et al. (1997), a UPFP tem indicação limitada pelo sucesso variável; e apresentam a aparelhagem ortodôntica como uma alternativa segura, eficaz e aceitável para o tratamento SAOS.

As cirurgias de avanço maxilo-mandibular podem ser indicadas para pacientes com SAOS grave que não se adaptaram ao CPAP, independentemente da presença de alterações craniofaciais, ou como tratamento inicial de pacientes com alterações ortognáticas graves, independentemente da gravidade da SAOS (ZONATO; HADDAD, 2010).

O uso dos aparelhos intraorais para distúrbios respiratórios do sono foi iniciado por Pierre Robin em 1930, mas foi realmente utilizado para SAOS por Cartwright e Samuelson em 1982, com a utilização do retentor de língua (DAL-FABBRO; CHAVES JÚNIOR, 2010).

A *American Sleep Disorders Association* (ASDA, 1995) - Associação Americana de Distúrbios do Sono - definiu alguns conceitos para o uso dos aparelhos intraorais em pacientes com distúrbios do sono, e determinou a polissonografia e o exame clínico como meios corretos de diagnóstico e que o tratamento deve resolver ou melhorar os sinais e sintomas clínicos da SAOS, normalizar ou melhorar o IAH e a saturação de oxi-hemoglobina. A partir disso, a *Food and Drug Administration* (FDA) aprovou os seguintes aparelhos intraorais: o aparelho retentor de língua (Figura 3) possui um bulbo anterior que mantém a língua posicionada mais anteriormente e conseqüentemente, há um aumento da dimensão

vertical anterior e da atividade do músculo genioglosso; aparelhos de avanço mandibular, cujo efeito está relacionado com o aumento das vias aéreas superiores (ALMEIDA, 2002).

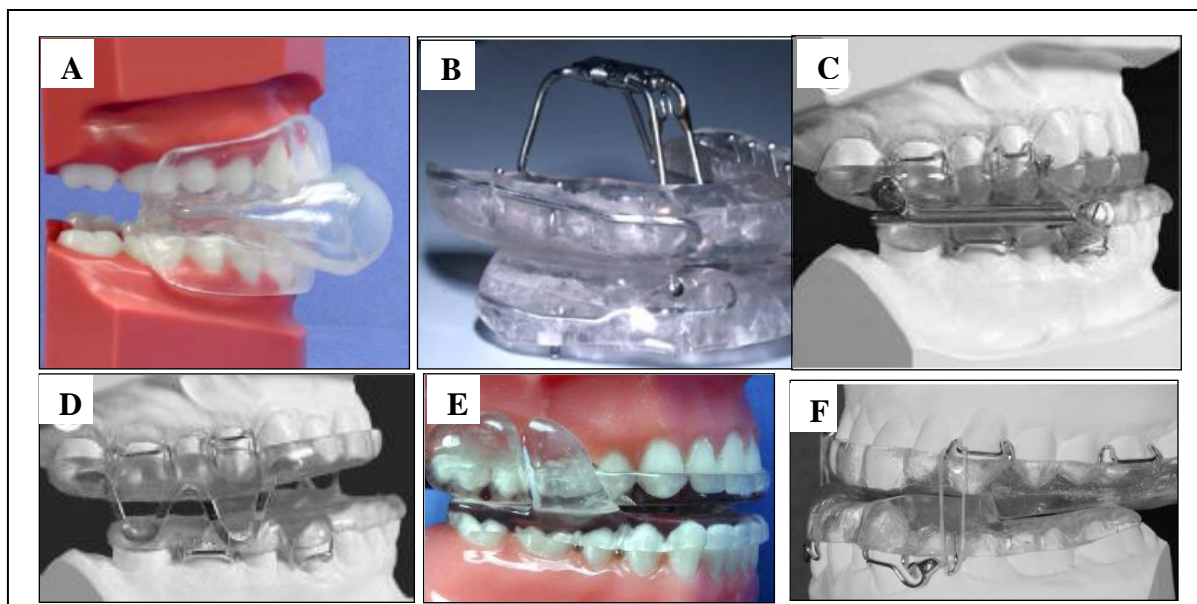


Figura 3 – Exemplos de aparelhos intraorais que podem ser utilizados no tratamento da apneia obstrutiva do sono

Legenda: A) posicionador de língua e diferentes aparelhos de avanço mandibular: B) *Klearway*<sup>TM</sup>; C) *Herbst* modificado; D) Monobloco; E) aparelho de avanço mandibular com flancos vestibulares; F) *Twin block* modificado.

Fonte: WARUNEK, 2004.

Para Dal-Fabbro e Chaves Júnior (2010) os aparelhos intraorais constituem alternativa de tratamento clínico não invasivo, que promovem resultados favoráveis num período curto de tempo e são facilmente aceitos pelos pacientes.

Os aparelhos intra-bucais mais utilizados são os protrusores mandibulares, que avançam a língua e a mandíbula juntamente com os tecidos moles adjacentes, aumentando o espaço aéreo posterior pelo aumento da atividade dos músculos genioglosso e pterigoideo lateral. O aumento do volume da faringe de aproximadamente 10% é explicado pela redução do edema dos tecidos moles, e essa redução é mais evidente na área da velofaringe. Não é possível prever qual aparelho será mais efetivo para cada paciente em particular, assim mais pesquisas são necessárias para identificar que tipo de paciente irá responder à terapia com

aparelho de avanço mandibular e entre esses qual o tipo específico de aparelho mais indicado (WARUNEK, 2004).

Existem mais de 100 tipos de aparelhos intraorais (CHEN et al., 2008) como opções para um tratamento alternativo (DAL-FABBRO; CHAVES JÚNIOR, 2010; LIM et al., 2006) e eficaz da SAOS (LIM et al., 2006). Esses aparelhos podem variar quanto à forma de confecção (laboratorial ou pré-fabricado); material de confecção; desenho do aparelho; retenção; abertura vertical anterior; ajustabilidade, podendo ser de posição única ou de avanço progressivo; e liberdade de movimentos mandibulares (DAL-FABBRO; CHAVES JÚNIOR, 2010; CHEN et al., 2008). Desses, os aparelhos ajustáveis e que permitem movimentos mandibulares de abertura e lateralidade são mais utilizados (DAL-FABBRO; CHAVES JÚNIOR, 2010).

Os aparelhos construídos em resina acrílica por serem rígidos apresentam como vantagem permitir menor movimentação dentária, o que é uma característica importante nesses aparelhos por serem usados por longo prazo. A maior parte dos trabalhos utiliza aparelhos com material rígido (BONDEMARK, 1999; BONDEMARK; LINDMAN, 2000; CLARK et al., 1993; CLARK; SOHN; HONG, 2000; FERGUSON et al., 1996, 1997; FRANSSON et al., 2002, 2003, 2004; HORIUCHI et al., 2005; JOHNSTON et al., 2001; KYUNG; PARK; PAE, 2004; LAWTON; BATTAGEL; KOTECHA, 2005; LIU et al., 2001; MARKLUND, 2006; MARKLUND; FRANKLIN; PERSSON, 2001; MEHTA et al., 2001; NEILL et al., 2002; PITSIS et al., 2002; WALKER-ENGSTRÖM et al., 2002) na tentativa de reduzir os efeitos dentários produzidos pelo uso contínuo.

Podem ser constituídos de uma peça única (BLANCO et al., 2005; BONDEMARK, 1999; FERGUSON et al., 1996; FRANSSON et al., 2002, 2003, 2004; GALE et al., 2000; HORIUCHI et al., 2005; JOHNSTON et al., 2001; KATO et al., 2000; MARKLUND, 2006; MARKLUND; FRANKLIN; PERSSON, 2001; MEHTA, et al., 2001; O'SULLIVAN et al., 1995; WALKER-ENGSTRÖM et al., 2002), tipo monobloco, que normalmente oferece avanço em um só tempo, produzido na construção do aparelho, sem possibilidade de ajustes; ou constituir-se de duas peças (ALMEIDA et al., 2002, 2006a; CLARK et al., 1993; CLARK; SOHN; HONG, 2000; COOKE; BATTAGEL, 2006; FERGUSON et al., 1997; KYUNG; PARK; PAE, 2004; LAWTON; BATTAGEL; KOTECHA, 2005; MARKLUND; STENLUND; FRANKLIN, 2004; PANCER et al., 1999; PITSIS et al., 2002; RANDERATH et al., 2002), sendo o avanço realizado por meio de um parafuso expensor (ALMEIDA et

al., 2002, 2006a; MEHTA et al., 2001; PANCER et al., 1999), pistões (CLARK et al., 1993; CLARK; SOHN; HONG, 2000; FERGUSON et al., 1997; LAWTON; BATTAGEL; KOTTECHA, 2005; RANDERATH et al., 2002) ou rampas (FRITSCH et al., 2001; KYUNG; PARK; PAE, 2004; LAWTON; BATTAGEL; KOTTECHA, 2005; PITSIS et al., 2002). O aparelho composto de duas partes oferece possibilidades maiores de ajustes, permitindo que o avanço seja feito de forma progressiva e ainda ajustes para corrigir o avanço produzido inicialmente. Essas correções são feitas quando o avanço inicial não for suficiente para aliviar os sintomas, aumentando o avanço produzido, ou quando este produzir dor e desconforto articular devendo ser reduzido até que o paciente sinta-se confortável.

A quantidade de avanço mandibular produzida é muito variável entre os diversos trabalhos, indo desde 2,0 mm no trabalho de Kato et al. (2000) até 9,5 mm no trabalho de Fransson et al. (2003). Apesar das diferenças encontradas, a protrusão de 75% da capacidade máxima de cada paciente é uma característica que conta com grande concordância por parte dos pesquisadores (BLANCO et al., 2005; CLARK et al., 1993; CLARK; SOHN; HONG, 2000; COOKE; BATTAGEL, 2006; FRANSSON et al., 2002, 2004; GALE et al., 2000; HORIUCHI et al., 2005; JOHNSTON et al., 2001; KYUNG; PARK; PAE, 2004; NEILL et al., 2002; O'SULLIVAN et al., 1995), avanço este capaz de obter bons índices de sucesso com a terapia e que pode ser suportado pela maior parte dos pacientes. Quanto à abertura vertical promovida pelos diferentes aparelhos não há uma quantidade padrão, pois não foi comprovado efeito dessa característica na eficácia do tratamento, nem por medições subjetivas, nem objetivas, porém os pacientes preferem aparelhos com reduzida abertura vertical (COOKE; BATTAGEL, 2006; PITSIS et al., 2002; WARUNEK, 2004). Vários trabalhos têm se dedicado a analisar esta característica.

Gale et al. (2000) e L'Estrange et al. (1996) relataram que abertura mandibular acima de um nível específico pode levar a redução nas dimensões da passagem aérea. No entanto, no trabalho de Cooke e Battagel (2006) utilizando um aparelho pré-fabricado, onde a abertura foi de 13 mm, o que pode ser considerada uma abertura anterior excessiva, foi observado radiograficamente um aumento significativo da passagem aérea retro-lingual.

Marklund, Stenlund e Franklin (2004) realizaram estudo com uma amostra de 630 pacientes com avanço mandibular médio de 5,3 mm e abertura vertical média



de 11,0 mm, o que correspondeu a uma distância média de 8,2 mm entre as bordas dos incisivos. A abertura média foi igual em pacientes que obtiveram sucesso e falha com o tratamento, não podendo este fator ser correlacionado com o grau de insucesso neste trabalho.

Almeida, Dal-Fabbro e Chaves Júnior (2008) afirmaram que os aparelhos intraorais são capazes de prevenir o colapso entre os tecidos da orofaringe e da base da língua, reduzindo os efeitos obstrutivos da via aérea superior. Os autores explicaram que o objetivo é alcançado por uma manobra mecânica, pois ao se protruir a mandíbula, indiretamente a musculatura lingual também é anteriormente posicionada, o comprimento do palato mole é reduzido e a área da via aérea torna-se aumentada. Ainda segundo esses autores a redução do edema, causado pelo próprio distúrbio respiratório do sono, também contribui para o alargamento da passagem aérea.

Para Lowe et al. (1996), a anteriorização mandibular realizada pelos dispositivos de avanço mandibular, aumenta a atividade dos músculos genioglosso e pterigoideos laterais transmitindo tensões à musculatura supra e infra-hioidea que, por consequência, irá proporcionar um posicionamento ântero-superior do osso hioide em relação à coluna cervical e ampliará as dimensões do conduto faríngeo. Essa nova situação é capaz de reduzir a vibração dos tecidos moles da orofaringe, que resulta em ronco, permitindo uma ventilação adequada durante o sono.

O mecanismo de ação dos aparelhos de avanço mandibular não está relacionado apenas a uma manobra mecânica através de um posicionamento mais anterior da mandíbula ou da língua, como descritos acima. Acredita-se que haja um aumento do volume e melhora na patência da via aérea superior durante o sono por um alargamento da faringe e pela redução da colapsabilidade desta, melhorando o tônus da musculatura (DAL-FABBRO; CHAVES JÚNIOR, 2010).

O'Sullivan et al. (1995) realizaram estudo com 57 pacientes, que utilizaram aparelho de protrusão mandibular com avanço de 75% da capacidade protrusiva máxima e 10 mm de abertura. Observaram que esse tipo de aparelho mostrou-se aceitável e efetivo, particularmente para pacientes com menos de 60 episódios de apneia ou hipopneia por hora de sono. Atribuiu a efetividade do aparelho à capacidade de aumentar as dimensões da orofaringe e hipofaringe.

Ang, Sandhan e Tan (2004) analisaram as variáveis craniofaciais e de postura de cabeça de 61 indivíduos chineses do sexo masculino, portadores da SAOS.

Quando compararam esses indivíduos aos dos grupos controles de outros estudos, concluíram que a posição do osso hioide é mais caudal e a angulação craniocervical é maior nos indivíduos portadores da síndrome e que os indivíduos com SAOS moderada a severa possuíam uma posição do osso hioide ainda mais caudal do que os que são portadores da síndrome em grau médio.

A efetividade do aparelho de protrusão mandibular foi demonstrada em diversos estudos (FRANSSON et al., 2002; MARKLUND; FRANKLIN; PERSSON, 2001; O'SULLIVAN et al., 1995), por meio de dados objetivos obtidos pela polissonografia e de dados subjetivos como a satisfação do paciente, avaliação da melhora por questionário (TSUDA et al., 2009). Tanto a aceitação quanto os efeitos colaterais dos aparelhos intraorais dependem do tipo de aparelhagem, da severidade da doença e do manejo com o paciente (TSUDA et al., 2009).

A taxa de sucesso, que traduz a eficácia de um tratamento, não deve ser baseada apenas na melhora do ronco. A melhora deve ser alcançada nos parâmetros clínicos (sonolência, cansaço, ronco, sono não reparador) e nos parâmetros polissonográficos (IAH, saturação de oxi-hemoglobina e número de microdespertares) (DAL-FABBRO; CHAVES JÚNIOR, 2010).

No estudo de Metha et al. (2001), os pacientes que se submeteram à terapia com aparelho de protrusão mandibular relataram uma melhora subjetiva de 96%, enquanto que os resultados objetivos demonstraram melhora do quadro em 62,5% dos pacientes, sendo que em 37,5% dos pacientes houve normalização do IAH (<5) e em 25% houve redução maior que 50% sem normalização do IAH.

Cooke e Battagel (2006) avaliaram a efetividade do tratamento do ronco com aparelho de avanço mandibular em 27 pacientes adultos. Analisaram se a redução do volume do ronco afeta a qualidade do sono do parceiro (a) através de questionários e os efeitos colaterais do aparelho. Concluíram que o aparelho foi efetivo no tratamento do ronco, que os parceiros (as) relataram benefícios e que a principal queixa por parte dos pacientes foi em relação ao tamanho do aparelho e à xerostomia, esses fatos estão associados à abertura de mordida causada pela terapia.

Fransson et al. (2002) acompanharam 65 pacientes, sendo 44 com SAOS e 21 roncadores. Todos os indivíduos utilizaram aparelho intraoral com avanço de 75% da protrusão mandibular máxima ou no mínimo 5 mm, por um período de dois anos e avaliou, através de análise cefalométrica, as características esqueléticas,

dentárias e de tecido mole. Afirmaram que houve um aumento da passagem aérea em 10% devido ao aumento da área faríngea, um posicionamento mais anterior do osso hioide pelo aumento da atividade dos músculos genioglosso e pterigóideo lateral e alguns efeitos colaterais como rotação horária da mandíbula e projeção dos incisivos inferiores.

Outro estudo baseado em cefalometria foi realizado por Bondemark (1999). Trinta pacientes com ronco e SAOS foram tratados com aparelho de propulsão mandibular com avanço de 5 a 8 mm e abertura de 5 mm por dois anos. O autor concluiu que o sucesso do tratamento foi devido à mudança de postura mandibular, mais anterior e inferior, e pelo aumento do comprimento da mandíbula por remodelação do côndilo ou da fossa glenoide como reação compensatória ao aparelho ou uma adaptação funcional da mandíbula. Porém, sugere novos estudos com tomografia computadorizada e ressonância magnética para melhor avaliação da articulação temporomandibular (ATM).

Teixeira (2008) realizou um estudo prospectivo controlado com 19 indivíduos com SAOS leve a moderada. Cada paciente utilizou um aparelho placebo e um aparelho de avanço mandibular do tipo *Twin block* modificado e foram acompanhados por aproximadamente 10 meses. A avaliação objetiva dos resultados foi feita através de polissonografia e radiografia cefalométrica, e subjetiva pela ESS. Observou que houve redução de IAH e IA com o uso de aparelho de avanço mandibular e que ambos os aparelhos utilizados no estudo pioraram a eficiência do sono. Na radiografia cefalométrica, observou um posicionamento mais caudal do osso hióide e medidas de faringe menores para o grupo com SAOS moderada. Afirmou que a ausência de significância estatística está relacionada com o tamanho da amostra e com as variações de respostas individuais.

Uma revisão sistemática realizada por Lim et al. (2006) avaliou diversas questões relacionadas com o uso de aparelhos intraorais no tratamento da apneia obstrutiva do sono. Foram selecionadas 705 referências, das quais 52 responderam aos critérios iniciais da revisão e foram reavaliadas minuciosamente. Foram então selecionadas 16 amostras que responderam aos critérios de inclusão. Concluíram através desta revisão que há evidências que o aparelho oral promove melhoras objetiva e subjetiva em pacientes com SAOS quando comparados com controles. Afirmaram que o CPAP é mais efetivo que o aparelho oral, entretanto sugeriram outros trabalhos com amostras controladas randomizadas de maior tamanho para

determinar qual grupo de pacientes é mais susceptível de se beneficiar com o tratamento através de aparelho oral, como estes pacientes podem ser identificados, quanto de benefícios eles podem obter com que custo, efeitos colaterais e complicações. Confirmam que é apropriado oferecer tratamento com aparelhagem oral para pacientes com SAOS moderada e para aqueles que não desejam ou não suportam o CPAP, porém efeitos de longo prazo dos dois tratamentos e seus impactos na saúde cardiovascular não foram precisamente avaliados até o momento.

Para Otsuka et al. (2006), os pacientes com SAOS tratados ortodonticamente podem ser divididos em duas categorias, a dos respondedores e a dos não-respondedores à terapia. Os autores relataram que a variedade dos resultados encontrados na literatura, de 50 a 80%, depende da definição de sucesso dada por cada pesquisador, e do tipo de SAOS tratada, já que alguns pacientes não atingem melhora aceitável no IAH com o aparelho oral. Definem então que, pacientes com IAH maior que 15 no pré-tratamento são respondedores quando a melhora for maior que 50% e não-respondedores quando for menor que 20%. Compararam ainda as duas categorias utilizando dados da polissonografia e da radiografia cefalométrica e concluíram que apenas uma medida cefalométrica foi significativa, sendo esta relacionada com o posicionamento anteroposterior da mandíbula; que os pacientes não-respondedores possuem um espaço aéreo superior mais largo e sugerem que estes pacientes têm maior elasticidade tissular, afetando resultado do tratamento.

Ingman, Nieminen e Hurmerinta (2004) relataram que apesar das estruturas esqueléticas serem fatores predisponentes para o desenvolvimento da SAOS, as mudanças nos tecidos moles da faringe provavelmente são mais essenciais para o estabelecimento da síndrome. Apesar de ter sido detectado um estreitamento significativo das vias aéreas na posição ereta, de tomada radiográfica convencional, nos pacientes com SAOS, na posição deitada, durante o sono noturno, os tecidos moles da faringe obstruem ainda mais as vias aéreas. Estes autores estudaram cefalometria com o indivíduo ereto (em pé com cefalostato) e deitado (com um cefalostato desenvolvido especialmente para pacientes com apneia), em 82 indivíduos com apneia obstrutiva do sono e síndrome de resistência aérea superior. O espaço aéreo foi dividido em três áreas distintas, a nasofaringe, orofaringe e hipofaringe, tendo como referência o plano palatal e mandibular. Os resultados demonstraram que a parede posterior da orofaringe encontrava-se mais fechada

quando o paciente estava deitado. Como o sintoma primário da SAOS ocorre durante o período de sono, ou seja, o paciente está deitado, a posição dos tecidos faríngeos nesta posição é essencial para determinar a severidade da síndrome.

O tratamento da SAOS com aparelhos intraorais pode causar alguns efeitos colaterais que estão relacionados com o tipo de aparelho empregado, horas de uso, grau de protrusão mandibular e condições gerais de cada paciente. Podem ser divididos entre efeitos colaterais de curto e médio prazo e efeitos colaterais a longo prazo. Entre os efeitos colaterais de curto e médio prazo estão problemas como salivação excessiva, xerostomia, sensibilidade dentária e de tecidos moles, sensação de não ocluir corretamente pela manhã e dor articular. Esses efeitos são considerados transitórios. Já os efeitos colaterais de longo prazo são dentários: inclinação de incisivos superiores e inferiores e redução do overbite (CHAVES JÚNIOR et al., 2010).

Almeida et al. (2006a, 2006b) estudaram as sequelas do aparelho oral no tratamento da apneia obstrutiva do sono, no que diz respeito às mudanças esqueléticas, dentárias e oclusais utilizando dados cefalométricos. Setenta e um pacientes com SAOS foram tratados com aparelhagem oral por no mínimo dois anos. A análise cefalométrica utilizada teve como objetivo avaliar a posição da mandíbula e da maxila, a relação dos incisivos e molares com as arcadas e entre si, o tamanho das vias aéreas superiores, língua, palato mole, área faríngea e orofaríngea. Para os autores, o tratamento é eficaz, mas o uso prolongado do aparelho mostrou impactos significativos na oclusão e nos dentes, sendo estas mudanças progressivas.

Um estudo (CHEN et al., 2008) sobre as mudanças dentárias a longo prazo, em que os pacientes foram tratados com aparelhos de retenção lingual e aparelho de avanço mandibular, e acompanhados por um período médio de 6 anos e quatro meses, demonstrou que apesar de existir uma variação individual para as respostas dentárias, o aparelho retentor de língua causou maiores efeitos colaterais na porção anterior do arco, expressas pelas mudanças no *overjet*, *overbite* e distância inter-canino; enquanto que o aparelho de avanço mandibular causou efeitos colaterais na porção posterior do arco, observadas pela distância inter-molar.

Ao pesquisar os efeitos colaterais e as complicações técnicas dos aparelhos de avanço mandibular, Martínez-Gomis et al. (2010) avaliaram 40 pacientes com SAOS moderada a severa tratados por um período médio de cinco anos. As

principais mudanças encontradas foram redução de *overjet* e *overbite*, diminuição do número de pontos de contatos oclusais posteriores nos primeiros dois anos de uso do aparelho e ainda, não houve aumento na prevalência de distúrbios temporomandibulares (DTM) ao longo de cinco anos de tratamento. Os efeitos colaterais chamados de subjetivos (DTM, dor muscular, dentária, salivação, xerostomia e mudanças oclusais matutinas) seriam temporários, já as mudanças oclusais seriam permanentes.

Apesar de ter sido comprovado por diversos estudos que os aparelhos intraorais alteram a oclusão de muitos pacientes (ALMEIDA et al., 2006b; CHEN et al., 2008; MARKLUND; FRANKLIN, 2007; MARKLUND; FRANKLIN; PERSSON, 2001; MARTÍNEZ-GOMIS et al., 2010; TSUDA et al., 2009), Chaves Júnior et al. (2010) ressaltaram a importância do tratamento de uma doença com inúmeras comorbidades como a SAOS, e que isso deve se sobrepor à manutenção da oclusão basal.

Imagens em segunda dimensão (2D) apresentam limitações na avaliação de estruturas em terceira dimensão (3D), bem como, das alterações ocorridas nelas (QUINTERO et al., 1999). Embora a radiografia cefalométrica seja um método simples, amplamente utilizada na odontologia e de ser muito usada em estudos de apnéia obstrutiva do sono (ALMEIDA et al., 2006a; BATTAGEL; JOHAL; KOTECHEA, 2000; BONDEMARK, 1999; COOKE; BATTAGEL, 2006; FRANSSON et al., 2002; O'SULLIVAN et al., 1995; OTSUKA et al., 2006), tal método gera imagens bidimensionais de estruturas tridimensionais, o que limita a validade e reprodutibilidade das medidas do espaço aéreo (GALE et al., 2000).

Ferguson et al. (1997) afirmaram que variáveis cefalométricas não podem prever a resposta ao tratamento e outros autores (ABOUDARA et al., 2009; BATTAGEL; JOHAL; KOTECHEA, 2000; BONDEMARK, 1999; FRANSSON et al., 2002; MAH et al., 2003) sugerem estudos com tomografia computadorizada para melhor avaliação do espaço aéreo, pela complexidade das estruturas envolvidas, e da ATM.

Zhao, Liu e Gao (2008) avaliaram os efeitos de diferentes quantidades de avanço mandibular em pacientes com SAOS moderada a severa, a partir de ressonância magnética. Onze pacientes permaneceram acordados e deitados na posição supina durante os exames. Foram simuladas seis posições diferentes de protrusão mandibular (0, 2, 4, 6 e 8 mm). Relataram que o avanço mandibular

aumentou o calibre da velofaringe dos pacientes com SAOS, o que foi atribuído ao diâmetro transversal da velofaringe. Para os autores, os mecanismos envolvidos são: (1) língua e osso hioide se movem anteriormente com o avanço mandibular, porém o deslocamento do osso hioide é menor que o da mandíbula devido aos músculos digástrico e infra-hioideo, que restringem esse movimento; (2) o calibre da via aérea superior dos pacientes com SAOS é menor e mais estreita na dimensão transversal. Outro achado interessante deste estudo foi que o aumento da via aérea superior dos pacientes com SAOS não foi proporcional à quantidade de avanço mandibular.

Outro estudo (SCHWAB et al., 2003) com ressonância magnética se propôs a identificar os fatores de risco anatômicos da via aérea superior para SAOS. Ao avaliar 48 pacientes com SAOS moderada e 48 pacientes como grupo controle, observaram que as estruturas que compõem a via aérea superior apresentavam-se aumentadas, com consequente redução do espaço aéreo nos pacientes com SAOS. Os autores relataram que a obstrução possa ocorrer com maior frequência na região retropalatina, devido ao maior estreitamento anatômico observado nessa região. Dessa forma, o estreitamento da via aérea superior não ocorre como um todo, mas em algumas regiões.

### **1.3 Tomografia computadorizada feixe cônico e sua aplicação para SAOS**

Desde a introdução da *computed tomography* (CT) - tomografia computadorizada - como recurso diagnóstico, no início dos anos 70 (HOUNSFIELD, 1973), com a possibilidade de visualização do objeto em 3D, o método ainda é pouco utilizado na clínica odontológica diária. Os problemas para o seu emprego na Odontologia incluíam o alto custo, o grande espaço necessário para a instalação do aparelho, o tempo de exposição longo e, o mais importante, a alta dose de radiação a que o paciente era submetido (NAKAJIMA et al., 2005).

O desenvolvimento de uma nova tecnologia em 1997, o Ortho-CT, conhecida como *Cone Beam Computed Tomography* (CBCT) ou tomografia computadorizada *cone beam*, para uso específico na odontologia resolveu as limitações da tomografia computadorizada convencional (ARAI et al., 1999).

Com a tecnologia CBCT, podem ser obtidas todas as radiografias possíveis para a região dentomaxilofacial, tendo qualidade diagnóstica de periapicais, panorâmica, cefalométrica, oclusal, visão espacial da articulação temporomandibular (ATM), bem como, tem-se a possibilidade de separar o lado direito do esquerdo da face, na análise cefalométrica, minimizando a sobreposição das estruturas ósseas (KAU et al., 2005; LAMICHANE et al., 2009; QUINTERO et al., 1999). A técnica viabiliza a captura de todo o volume do objeto num tempo inferior a um minuto (QUINTERO et al., 1999). Na CBCT, a projeção é ortogonal, ou seja, os raios X são aproximadamente paralelos uns aos outros e, o objeto está muito próximo do sensor, havendo um efeito de projeção muito reduzido. Além disso, os efeitos são controlados por um software, o qual contribui para que a imagem final tenha proporção de 1:1 (MAH; HATCHER, 2004).

Os dados volumétricos são formados por blocos tridimensionais cubóides, conhecidos como *voxels*. Cada *voxel* representa um específico grau de raios X absorvido, e o seu tamanho determinará a resolução da imagem. Na CT convencional, os *voxels* são anisotrópicos, ou seja, são blocos retangulares, onde a maior dimensão está na direção axial. Apesar da sua superfície, na CT, poder ser tão pequena quanto um retângulo de 0,625 mm, sua profundidade é usualmente da ordem de 1 a 2 mm. Já na CBCT, os *voxels* são isotrópicos, ou seja, iguais em todas as três dimensões, com um tamanho médio de 0,4 mm (SCARFE; FARMAN; SUKOVIC, 2006; SUKOVIC, 2003).

Mozzo et al. (1998) testaram o aparelho *NewTom 9000* (Quantitative Radiology, Verona, Italy), que apresentava uma alteração na forma geométrica do seu feixe central. Este tomógrafo possui o raio central em forma cônica (*cone beam*) ao invés do tradicional feixe em leque (*fan beam*), largamente utilizado nas CTs (Figura 4). As medições da acurácia geométrica e as doses de radiação absorvidas pelo paciente foram obtidas através da utilização de manequins específicos. A diferença encontrada entre os valores reais e os valores médios gerais foi de 0,8-1% para espessura, e 2,2% para altura. Quanto à dose de radiação absorvida, foi de aproximadamente 1/6 daquela da CT espiral. Os autores concluíram que esse sistema parece ser muito promissor para a imagem da região bucomaxilofacial e, devido a boa relação existente entre a sua performance e o seu baixo custo, associado com a sua reduzida dose de radiação, espera-se que este aparelho seja utilizado em larga escala para aplicações diagnósticas.



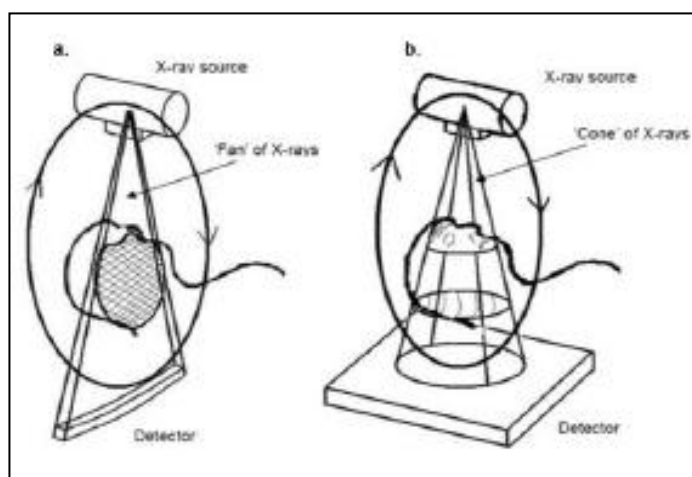


Figura 4 – Formas geométricas dos feixes de radiação

Legenda: a) *fan beam*; b) *cone beam*, e o formato dos seus respectivos detectores.

Fonte: SUKOVIC, 2003.

Baumrind (2001) relatou que a dose de radiação com o aparelho *NewTom* era 1 ou 1½ de uma simples radiografia panorâmica. Isso se deve a três fatores: o uso do *cone beam*, ao invés do *fan beam*; a otimização na visualização dos tecidos duros pelo controle nos tons de cinza dos tecidos moles; e pelo uso de avançados hardwares e algoritmos intensificadores de imagem.

Tem sido constatado que a radiação total, através do CBCT, é de aproximadamente 20% àquela da CT convencional e, equivalente a um exame periapical completo. A efetiva dose absorvida durante o exame maxilofacial com o *NewTom* 9000 é de 50,3  $\mu\text{Sv}$ . Como comparação, uma radiografia panorâmica tem uma dose média de 2,9-9,6  $\mu\text{Sv}$ ; um exame periapical completo entre 33 e 84  $\mu\text{Sv}$ , dependendo de variáveis como velocidade do filme, técnica, kilovtagem (kV) e colimação; a tomografia computadorizada convencional da região da maxila entre 17,6-656,9  $\mu\text{Sv}$ , e a mandíbula entre 124,9-250  $\mu\text{Sv}$ . Porém, é preciso levar em consideração que o scanner através do *NewTom* inclui tanto a maxila como a mandíbula no mesmo exame (MAH et al., 2003). Para Nakagawa et al. (2002), a dose integral da radiação da CBCT era inferior a 1/15 daquela da CT.

Swennen, Schutyser e Hausamen (2006) constataram que as doses de radiação do aparelho CBCT eram muito menores que àquelas da CT, e equivalentes aos valores apresentados pelas radiografias convencionais.

Para Garib et al. (2007), é importante que o profissional conheça as diferenças entre a tomografia computadorizada convencional e a tomografia computadorizada de feixe cônico. Nos dois tipos de exames é possível obter imagens da região dentomaxilofacial, no entanto, o princípio de captura e processamento das imagens, a dose de radiação e o custo do aparelho são completamente distintos entre as duas modalidades de CT. As principais diferenças entre os métodos podem ser observadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Comparação entre a tomografia computadorizada tradicional e a de feixe cônico

	<b>TC tradicional</b>	<b>TC de feixe cônico</b>
Dimensão do aparelho	- grande - permite exame do corpo todo	- mais compacto - permite apenas exame da região de cabeça e pescoço
Aquisição da imagem	- diversas voltas do feixe de raios-x em torno do paciente - cortes axiais	- uma volta do feixe de raios-x em torno do paciente - imagens base semelhantes à telerradiografia
Tempo de escaneamento	- 1 segundo multiplicado pela quantidade de cortes axiais necessários - exposição à radiação ininterrupta	- 10-70 segundos de exame - 3-6 segundos de exposição à radiação
Dose de radiação	- alta	- menor, aproximadamente 15 vezes reduzida em relação TC helicoidal
Custo financeiro do exame	- alto	- reduzido
Recursos do exame	- reconstruções multiplanares e em 3D	- reconstruções multiplanares e em 3D, além de reconstruções de radiografias bidimensionais convencionais
Qualidade da imagem	- boa nitidez - ótimo contraste - validação das avaliações quantitativas e qualitativas	- baixa nitidez - baixo contraste entre tecido duro e mole
Produção de artefatos	- muito artefato na presença de materiais metálicos	- boa acurácia - pouco artefato produzido na presença de metais

Legenda: Tomografia computadorizada (TC).

Fonte: GARIB, 2007.

Cevidanes, Styner e Proffit (2006), observando as valiosas informações que a técnica radiográfica em 3D pode oferecer para os clínicos e pesquisadores, procuraram verificar possíveis aplicações, da então recente técnica tomográfica volumétrica (CBCT), na ortodontia. Dentre as aplicações, pode ser incluído o diagnóstico inicial e a superposição das imagens, e dessa forma será possível

analisar o crescimento do paciente, as mudanças ocorridas com o tratamento e a estabilidade dos resultados. As imagens através do CBCT são capazes de mostrar a inclinação radicular, a posição de dentes impactados e supranumerários, a espessura e a morfologia óssea nos locais que receberão mini-implantes como recurso de ancoragem, e os locais para osteotomia no plano de tratamento ortocirúrgico. Achados como a anquilose, osteófitos, erosão, reabsorção, crescimento hiperplásico, anomalias de forma do côndilo mandibular, e diferenças morfológicas entre os lados direito e esquerdo, enfatizam a importância da aquisição da tomografia computadorizada volumétrica. Além do mais, o relacionamento dos tecidos moles e a passagem de ar podem ser avaliadas em 3D.

Gale et al. (2000), num estudo tridimensional, avaliaram o efeito do aparelho de avanço mandibular na área transversal faríngea mínima, em 32 pacientes com SAOS. O avanço foi de 75% da protrusão máxima e abertura de 2 mm. Cada paciente fez duas tomografias computadorizada espiral, sendo a primeira sem o aparelho e a segunda com a aparelhagem em posição. Os autores observaram um aumento significativo na área faríngea mínima após a inserção do aparelho. Porém, houve uma grande variabilidade de resultados, o que impossibilitou a predição de sucesso do tratamento. Sugerem que próximos estudos utilizem a polissonografia para cada paciente.

O método de tomografia computadorizada dinâmica (*Cine-CT*) foi utilizado por Kyung, Park e Pae (2004) para investigar os mecanismos do aparelho de avanço mandibular e monitorar as mudanças de tamanho e forma da faringe em 14 pacientes com SAOS. Foram realizadas *Cine-CT* sem e com aparelho de avanço mandibular com o paciente posicionado próximo à posição habitual durante o sono, sem grande extensão do pescoço. Afirmaram que a maioria dos pacientes respondeu favoravelmente à terapia. Observaram que o aparelho é capaz de modificar a geometria da faringe, com aumento da secção retropalatina devido a um incremento na direção lateral e aumento lateral sagital do nível retrolingual.

Para Ogawa et al. (2007), é importante identificar o exato local da obstrução para que o tratamento seja efetivo. Estes autores criticam o uso de imagens bidimensionais, como a cefalometria, para diferenciar os pacientes que possuem SAOS e os pacientes roncadores por não ser possível determinar a forma do espaço aéreo, a não ser que se lance mão de um recurso tridimensional. No estudo com CBCT, os pesquisadores fizeram uma reconstrução 3D para avaliar o volume da

orofaringe, e compararam as vias aéreas superiores de 10 pacientes com SAOS e 10 pacientes normais. Os autores demonstraram a utilidade das imagens 3D no diagnóstico da anatomia da via aérea em pacientes acordados. Os resultados mostram que as dimensões ântero-posteriores e a área orofaríngea mínima dos pacientes com SAOS foram significativamente menores em relação aos pacientes que não apresentavam a síndrome.

Uma avaliação tridimensional da via aérea a partir de reconstrução volumétrica foi realizada por Tso et al. (2009). Nesse estudo retrospectivo, 10 pacientes fizeram CBCT (*CB MercurRay*) e foi feita reconstrução volumétrica da via aérea, adquiridos volumes e medidas lineares de algumas secções da via aérea. Os resultados demonstraram que a área de maior restrição variou entre os pacientes, mas foi mais frequente na região orofaríngea. Na vista frontal, observou-se muita variação de forma da via aérea e as restrições ocorrem lateralmente. Os autores afirmaram que CBCT, além de promover uma baixa dose de radiação, permite uma ótima avaliação da via aérea.

Várias técnicas de reconstrução de imagens 3D têm sido usadas para diagnóstico, planejamento e simulação de tratamento em ortodontia. A superposição de imagens para avaliação de mudanças pré e pós-tratamento é um desafio devido ao registro das estruturas de referência, à escolha das estruturas anatômicas que devem ser utilizadas como referência e à definição dos três planos do espaço (CEVIDANES; STYNER; PROFFIT, 2006).

## 2 PROPOSIÇÃO

A partir de um estudo clínico em pacientes com apneia obstrutiva do sono leve a moderada, este trabalho se propõe a:

- a) avaliar o efeito do aparelho de avanço mandibular no volume das vias aéreas superiores em pacientes com apneia do sono, por meio de CBCT;
- b) analisar, por meio da polissonografia, as mudanças nos índices IAH (índice de apneia e hipopneia), IA (índice de apneia), saturação de oxi-hemoglobina e eficiência do sono, como resultados da terapia;
- c) correlacionar as modificações do volume da via aérea superior em CBCT sem e com aparelho de avanço mandibular e os índices observados nas polissonografias.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Seleção dos pacientes

Dois médicos especialistas em Medicina do Sono, em seus consultórios particulares, fizeram anamnese e exame clínico, no qual eram detectados os sinais e sintomas clínicos da SAOS e a ausência de obstrução localizada da passagem de ar na porção alta da via aérea superior (nariz ou nasofaringe). Os pacientes foram então submetidos ao exame de polissonografia noturna para confirmação do diagnóstico de SAOS leve a moderada ( $IAH < 30$ ). Para composição do IAH, todos os laboratórios que realizaram as polissonografias, utilizavam a classificação de hipopneia considerada no I Consenso sobre Ronco e Apneia do Sono da Sociedade Brasileira de Medicina do Sono (2000), sendo assim classificados apenas os eventos onde havia redução de pelo menos 50% da capacidade respiratória combinada com um decréscimo da saturação de oxi-hemoglobina de pelo menos 4%.

Quando estes médicos julgavam que um paciente com SAOS leve a moderada ou com SAOS severa que, por algum motivo não se adaptou ao CPAP, poderia ser tratado através da terapia com aparelho intra-oral de avanço mandibular, encaminhavam-no para a clínica de pós-graduação da disciplina de Ortodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (FO-UERJ), com a polissonografia inicial em mãos, para avaliação. Além disso, alguns pacientes do Projeto de Apneia do Sono pré-existente na instituição, que tiveram as mesmas características de encaminhamento médico e de seleção, foram incluídos neste estudo, desde que estivessem utilizando o aparelho de avanço mandibular por um período mínimo de seis meses.

Como critérios de inclusão para esta amostra, os pacientes além de síndrome de apneia obstrutiva do sono leve a moderada e IMC menor de 27, deveriam apresentar pelo menos dez dentes por arcada, para que houvesse retenção do aparelho; possuir um *overjet* de pelo menos 4,0 mm para que pudesse ser realizado o avanço mandibular. Foram incluídos dois pacientes com apneia obstrutiva do sono severa que não se adaptaram ao CPAP.

Era preenchida uma ficha clínica que continha os dados pessoais do paciente, informações obtidas no exame de polissonografia inicial relacionadas ao quadro de apneia, como número de eventos por hora, saturação de oxigênio e IMC, além dos dados intra-orais como condições de saúde oral e periodontal, número de dentes presentes, classificação de Angle, *overjet* e *overbite*.

Como critérios de exclusão, pacientes que apresentavam IMC acima de 27, uma vez que a obesidade está diretamente relacionada com a SAOS; pacientes que possuíam menos de oito elementos dentários por arcada, pois do contrário, não haveria retenção adequada dos aparelhos intra-orais; pacientes que apresentassem avaliação negativa da relação custo/benefício que poderiam acarretar perdas dentárias, problemas articulares ou alterações oclusais danosas; pacientes com problemas periodontais severos, uma vez que a força gerada pelo aparelho sobre os dentes poderia acarretar perda dentária; pacientes com histórico de disfunções têmporo mandibulares uma vez que a mecânica do aparelho de avanço mandibular gera tensões na articulação que poderiam agravar a disfunção; e pacientes Classe III de Angle devido à possibilidade de piora das condições de oclusão dentária como consequência do tratamento.

Este estudo foi do tipo longitudinal prospectivo em que 18 pacientes, sendo 8 homens e 10 mulheres, com idade entre 27 a 69 anos (média de idade de 47,06 anos), portadores de síndrome da apneia obstrutiva do sono leve a moderada que foram acompanhados por um período médio de 7 meses (6 a 10 meses).

### **3.2 Documentação inicial**

Além da polissonografia inicial no tempo inicial (T1), os pacientes que apresentavam todos os requisitos descritos acima para participar deste estudo, fizeram documentação com radiografias panorâmicas e cefalométricas de perfil, fotografias extra e intraorais, e modelos de estudo antes do início do tratamento, como método de diagnóstico ortodôntico rotineiramente utilizado pela Disciplina de Ortodontia.

Nas radiografias panorâmicas visualizou-se a presença dos dentes permanentes e suas inserções ósseas, uma vez que pacientes com

comprometimento periodontal não poderiam fazer parte do estudo. Já as radiografias cefalométricas de perfil foram utilizadas para diagnóstico do padrão esquelético facial dos pacientes, sendo necessário que eles apresentassem padrão esquelético de classe I ou classe II (ANB maior que zero), devido ao avanço mandibular obtido durante o tratamento. Além disso, estas radiografias podem ser utilizadas futuramente para avaliação dos efeitos colaterais dos aparelhos intraorais.

As fotografias extra e intraorais e os modelos de estudo foram utilizadas para documentar cada caso e para futura avaliação de possíveis modificações dentárias como efeitos adversos ao tratamento.

### 3.3 Aparelho de avanço mandibular

Para o tratamento da SAOS, os pacientes receberam aparelhos intra-bucais de avanço mandibular do tipo *Twin Block* (TB) modificado. O objetivo desta terapia foi promover uma função mandibular protrusiva, uma vez que com o aparelho na boca, o paciente não pode ocluir confortavelmente na posição distal e a mandíbula é forçada a adotar uma posição mais anterior, com os planos inclinados encaixados em oclusão.

Os pacientes foram moldados com hidrocolóide reversível (Jeltrate tipo II, Dentsply Indústria e Comércio Ltda, Petrópolis, R.J.) para a confecção dos modelos de trabalho. O registro de mordida foi feito diretamente na boca do paciente. Para isso foi utilizada cera 07 de dureza média (Newwax, Technew Comércio e Indústria Ltda, Rio de Janeiro, RJ) em forma de ferradura que foi adaptada aos modelos de estudo (Figura 5, f. 48). A cera cobria a face oclusal dos molares inferiores, adaptando-se pela lingual dos incisivos inferiores. O paciente era instruído a projetar a mandíbula numa posição de 75% de sua protrusão máxima ou na posição anterior de maior conforto. Para isso, somava-se o *overjet* inicial ao máximo avanço mandibular do paciente e calculava-se a quantidade de avanço mandibular necessária. Tais cuidados foram tomados a fim de alcançar o melhor resultado com mínimos efeitos colaterais, dando atenção para a manutenção da linha média inferior em oclusão. Além disso, a distância inter-oculsal foi registrada, sendo de no máximo 2 mm (BRUNHARO; QUINTÃO, 2001; JUREYDA; SHUCARD, 2004), tendo uma



equivalência de 5 a 6 mm na região de pré-molares e de 3mm na região de molares (BRUNHARO; QUINTÃO, 2001).

A partir deste registro e dos modelos de trabalho, o aparelho de *Twin block* modificado foi confeccionado por um protético. O aparelho era constituído de 2 partes distintas (Figura 6, f. 49), uma no arco superior e outra no arco inferior, com batentes de resina acrílica (Orto-Clas, Artigos Odontológicos Clássico Ltda, São Paulo, S.P.) que se contatam na região de pré-molares, por meio de uma plano inclinado, com um ângulo de aproximadamente 70°. A retenção das placas foi feita por grampos de Adams, dobrados com fio de aço (Dental Morelli Ltda, Jundiaí, SP) de 0,07 mm de espessura, nos primeiros molares permanentes e primeiros pré-molares. No arco inferior eram colocados dois grampos de Adams nos primeiros pré-molares bilateralmente com extensões em direção aos caninos com ganchos soldados. Os grampos poderiam ter sua posição alterada caso houvesse ausência dos referidos dentes. Após isolamento dos modelos de trabalho com Cel-Lac (S.S. White Artigos Dentários Ltda, Rio de Janeiro, RJ) e fixação dos grampos de retenção com cera aquecida, foi feita a acrilização com acrílico autopolimerizável, envolvendo todos os elementos dentários. Para a confecção dos blocos de mordida, os modelos foram montados em articuladores tipo Bimler (Jon Comércio de Produtos Odontológicos Ltda, São Paulo, SP).



Figura 5 – Método de preparo da mordida construtiva para confecção do aparelho de avanço mandibular

Legendas: A) paciente simulando a posição de avanço mandibular com o auxílio de um espelho; B) marcação de linhas nos incisivos laterais superiores e caninos inferiores como referência; C) posição de avanço mandibular com coincidência das linhas médias; D) preparo da cera 07 em forma de rolete; E) rolete de cera em forma de ferradura para registro da posição de avanço mandibular.

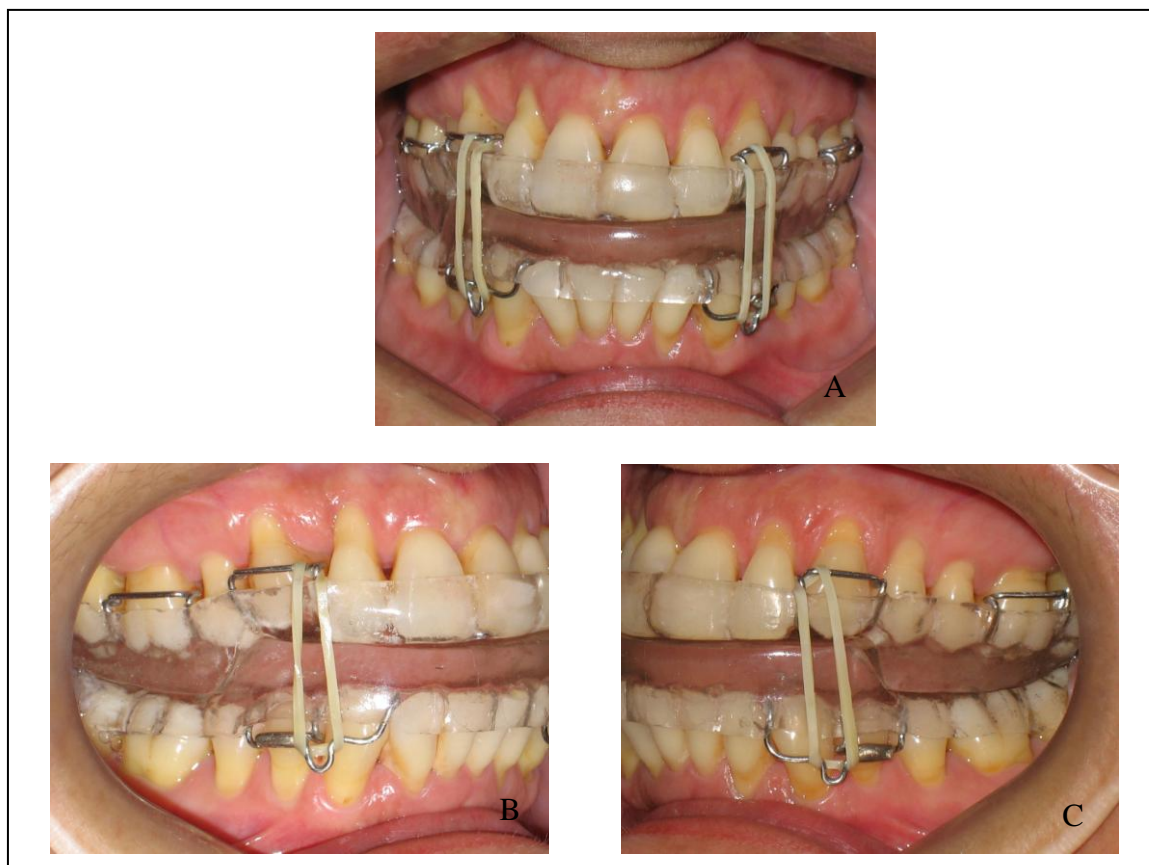


Figura 6 – Aparelho de *Twin block* modificado em posição  
Legenda: A) vista frontal; B) vista lateral direita; C) vista lateral esquerda.

Para garantir que, durante o sono, a mandíbula permanecesse na posição avançada, elásticos de tamanho 3/16" (Dental Morelli Ltda, Jundiaí, SP) do tipo médio uniam os grampos de Adams dos caninos superiores aos ganchos da extensão dos grampos inferiores (Figura 6).

Os pacientes eram orientados a usar o aparelho apenas para dormir, independente do período do dia. O tempo de uso do TB foi de 7 meses em média. Após esse período, os pacientes que obtiveram bom resultado com o aparelho de avanço mandibular do tipo *Twin block* foram estimulados a continuar o tratamento e continuam sendo acompanhados pela Disciplina de Ortodontia da FO-UERJ. Os pacientes que não obtiveram bons resultados foram reecaminhados para o neurologista de origem para que outras modalidades terapêuticas pudessem ser instituídas.

### 3.4 Métodos de avaliação

#### 3.4.1 Polissonografia

Ao final do período de acompanhamento, média de 7 meses, os pacientes foram encaminhados para seus médicos especialistas em Medicina do Sono e posteriormente realizaram outra polissonografia no tempo de acompanhamento (T2) com o aparelho TB em posição, para uma avaliação objetiva dos resultados, por ser considerada exame padrão-ouro para diagnóstico e acompanhamento da SAOS.

Os parâmetros polissonográficos IAH, IA, saturação média de oxihemoglobina e eficiência do sono obtidos no exame de acompanhamento (T2) de cada paciente foram comparados com os iniciais (T1) para análise dos resultados da terapia.

#### 3.4.2 Realização da tomografia e aquisição das imagens

Aproximadamente na mesma época de realização da polissonografia (7 meses de acompanhamento), cada paciente foi submetido a duas tomografias computadorizadas feixe cônico (CBCT) no mesmo dia, sendo uma sem o aparelho e outra com o aparelho de avanço mandibular, a fim de avaliar volumetricamente o espaço aéreo superior e a área da orofaringe.

O aparelho utilizado para obtenção das imagens tridimensionais foi o *NewTom 3G* (Verona, Italy) (Figura 7), com campo de visão de 9 polegadas (FOV 9”), resolução de 512 x 512 *pixels* e 12 *bits* por *pixel*. O tamanho do *pixel* foi 0,25 x 0,25 mm e espessura de corte de 0,2 mm.

Os pacientes estavam acordados, deitados em decúbito dorsal, com plano de Frankfurt perpendicular ao solo (OGAWA et al., 2007). Os pacientes foram protegidos da radiação com avental de chumbo e foram orientados a permanecer imóveis e sem deglutir e a respirar suavemente durante aquisição da imagem, com duração de 36 segundos.



Figura 7 – Tomógrafo *Newtom 3G* (Verona, Italy) utilizado neste estudo

Para a padronização das tomadas, foi utilizado um posicionador de acrílico que consistia de duas placas de acrílico verticais com vários orifícios e duas hastes horizontais que eram encaixadas nesses orifícios (Figura 8, legenda A); e o *laser* do próprio *NewTom 3G* para posicionamento da linha mediana facial (Figura 8, legenda B). Além disso, as distâncias entre o paciente e o tomógrafo e a altura da maca foram registradas no primeiro exame para que as duas tomografias fossem o mais semelhante possível. Após a primeira tomografia, sem o aparelho, o paciente era orientado a colocar o TB sem se levantar ou mudar a posição da cabeça, e era reposicionado no tomógrafo. A posição foi conferida no computador através do escanograma, antes do início do segundo exame (Figura 9).



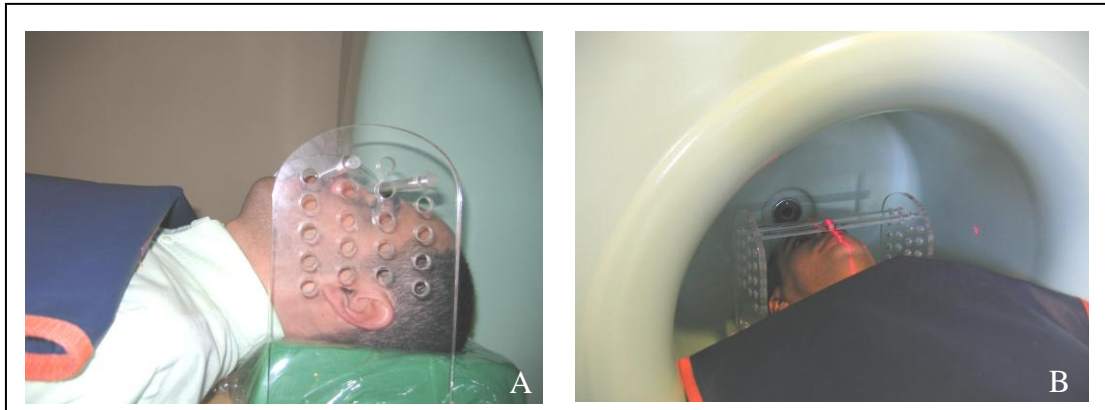


Figura 8 – Obtenção da tomografia computadorizada *cone beam*  
 Legenda: A) paciente posicionado no *NewTom 3G* com o posicionador de acrílico e com o plano horizontal de Frankfurt perpendicular ao solo; B) laser para posicionamento da linha mediana facial.

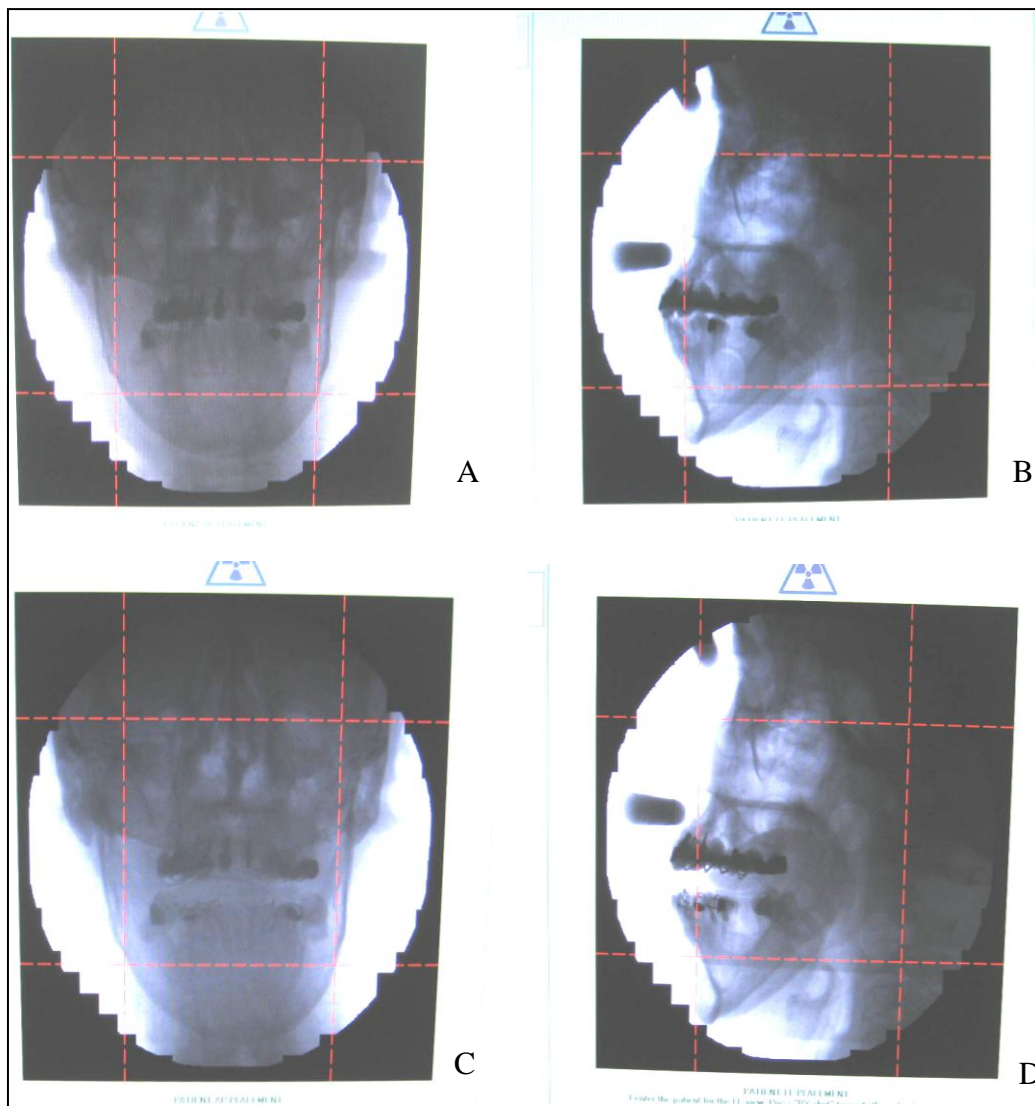


Figura 9 – Escanograma para confirmação do posicionamento do paciente antes da tomografia  
 Legenda: A) vista frontal do paciente sem *Twin block* (TB); B) vista lateral do paciente sem TB; C) vista frontal do paciente com TB; D) vista lateral do paciente com TB.

A reconstrução primária das projeções nos três planos ortogonais (axial, coronal e sagital), foi realizada por um técnico em radiologia imediatamente após a exposição, utilizando o software do aparelho *NewTom 3G*. Após a obtenção das imagens de todo o volume do complexo crânio-facial, essas foram exportadas para o formato *Digital Imaging Communications in Medicine* (DICOM), o formato universal para imagens de diagnóstico tomográfico médico-odontológico, estas imagens foram manipuladas nos três planos do espaço. Para análise bidimensional das vias aéreas superiores nos cortes sagitais, foram utilizados planos e pontos de referência, como já utilizado em estudos (FRANSSON et al., 2002) com cefalometria (Figura 10). Os planos de referência foram os prolongamentos dos seguintes planos na faringe: plano palatal, formado pela espinha nasal anterior (ENA) e espinha nasal posterior (ENP); e os planos que tangenciam as faces inferiores da terceira vértebra, sendo que tais pontos devem coincidir nos três planos, sagital, coronal e axial.

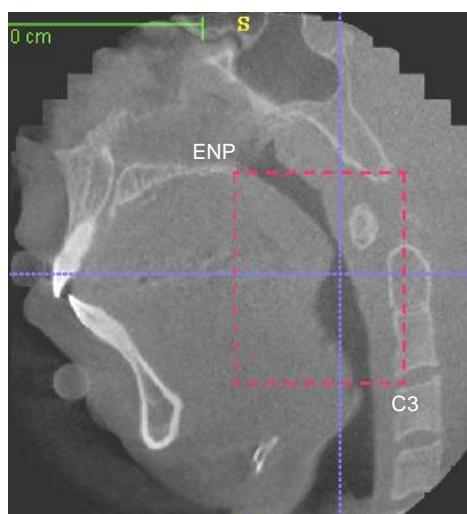


Figura 10 – Pontos utilizados para determinar o volume da via aérea superior  
 Legenda: Espinha nasal posterior (ENP); C3 – Porção mais anterior e inferior da terceira vértebra.

### 3.4.3 Segmentação da estrutura

O processo de segmentação refere-se à reconstrução volumétrica das estruturas anatômicas visíveis nos cortes tomográficos. Para isso foi utilizado o software *ITK-SNAP 1.8.0* (YUSHKEVICH et al., 2006), desenvolvido em 2004 pelo

Departamento de Ciências da Computação da Universidade da Carolina do Norte – UNC, que possibilita a navegação através dos cortes tomográficos nos planos axial, sagital e coronal, e reconstrução volumétrica da estrutura de interesse, com delineamento da forma estrutural visíveis nestes cortes. A partir dos vários cortes em cada plano do espaço, foi construído um modelo tridimensional da área de interesse. O software permite segmentação semi-automática (CEVIDANES; STYNER; PROFFIT, 2005, 2006).

Para a segmentação da estrutura de interesse, selecionou-se a imagem sagital que apresentava melhor imagem do palato duro e da espinha nasal posterior (ENP). A segmentação semi-automática das vias aéreas superiores foi realizada tendo como limite anterior e superior a ENP (OGAWA et al., 2007; TSO et al., 2009); e inferior, a região mais anterior e inferior da terceira vértebra cervical (FRANSSON et al., 2002), de maneira que toda a extensão da área de interesse esteja selecionada nos cortes sagitais, axiais e coronais (Figura 11). Após a delimitação da área de interesse, foi utilizada uma ferramenta do software que identifica a intensidade dos *voxels* pelo contraste existente entre eles (Figura 12). A via aérea superior é então preenchida através de outra ferramenta do software pela afinidade de intensidade de cores (Figura 13). A partir disso, foi obtido o modelo tridimensional da via aérea superior do paciente sem e com o aparelho de avanço mandibular (Figura 14). Os volumes destas vias aéreas superiores de um mesmo paciente, com e sem o aparelho de avanço mandibular, foram obtidos através de uma ferramenta do software que fornecia dados como número de *voxels* e volume desses *voxels* em mm<sup>3</sup> e foram comparadas entre si.



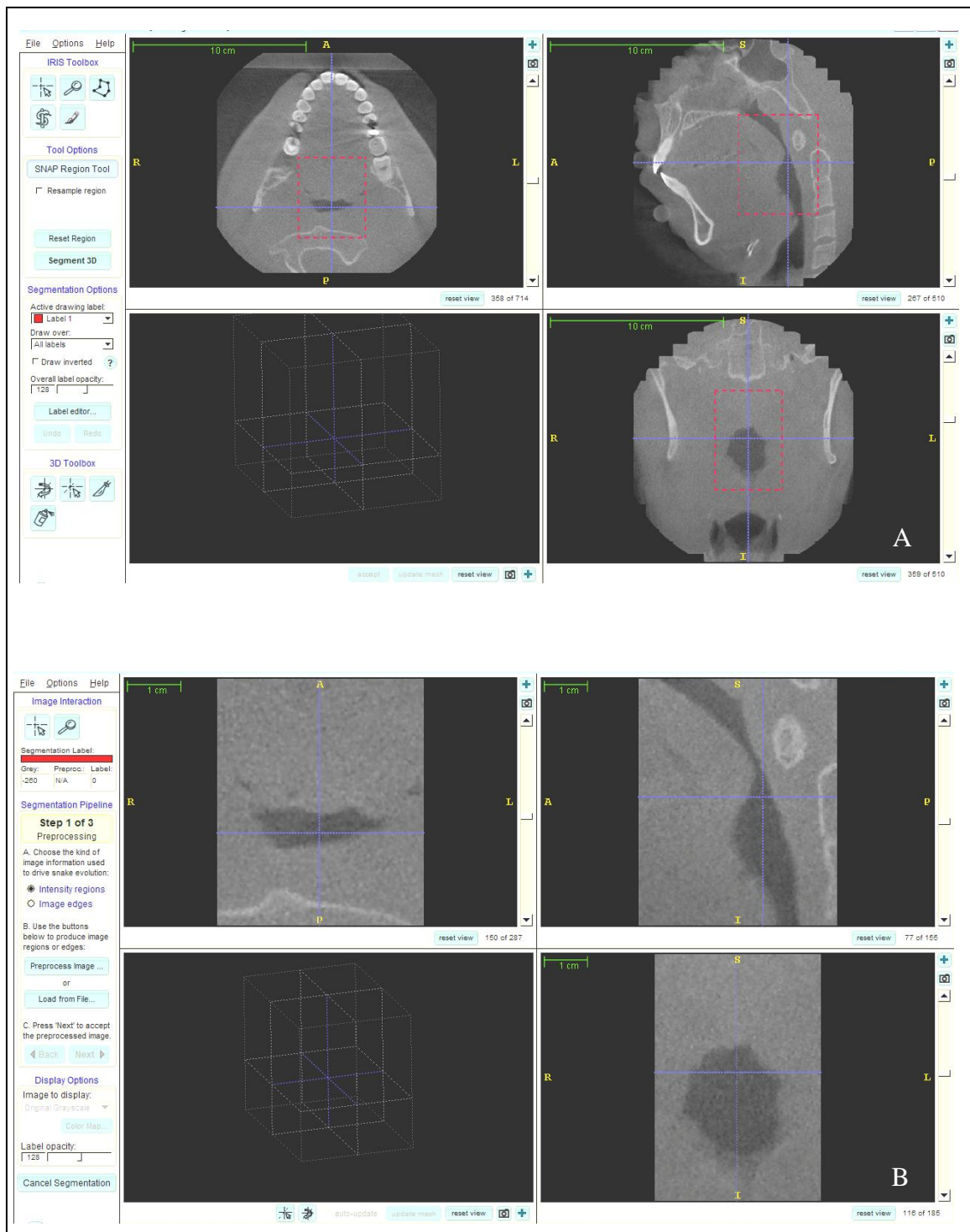


Figura 11 – Software *ITK Snap* 1.8.0 utilizado neste estudo

Legenda: A) delimitação da via aérea superior, utilizando como referência ântero-superior a espinha nasal anterior, e inferior a porção mais anterior e inferior da terceira vértebra cervical, definida como área de interesse deste estudo; B) ampliação da área de interesse.

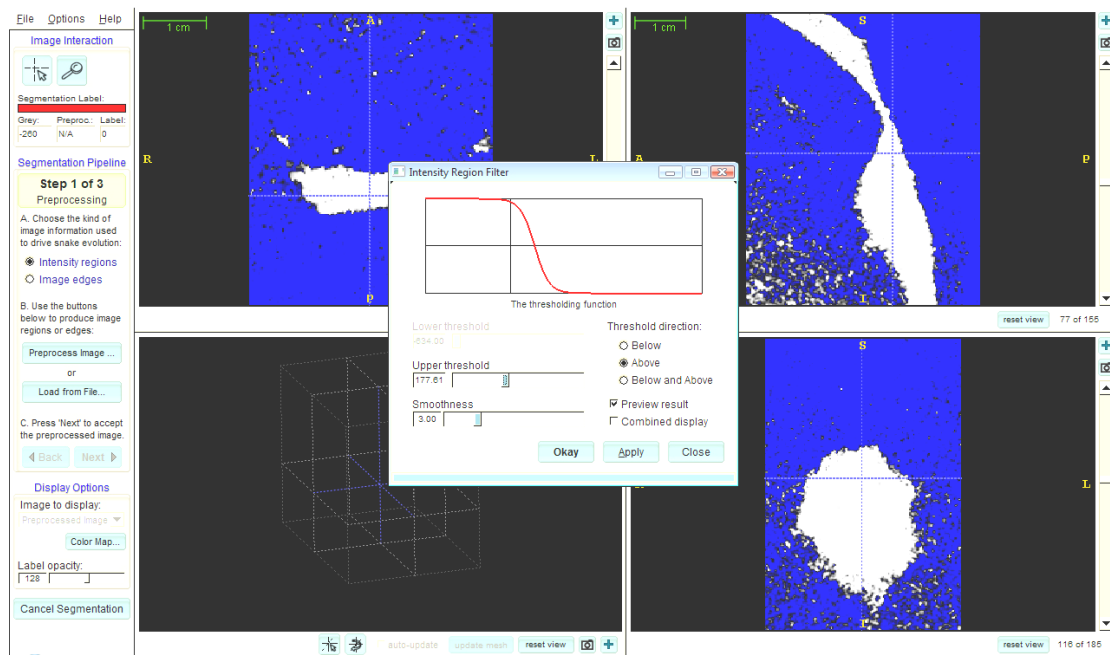


Figura 12 – Controle de contraste entre as estruturas através da intensidade dos voxels através de uma ferramenta do software

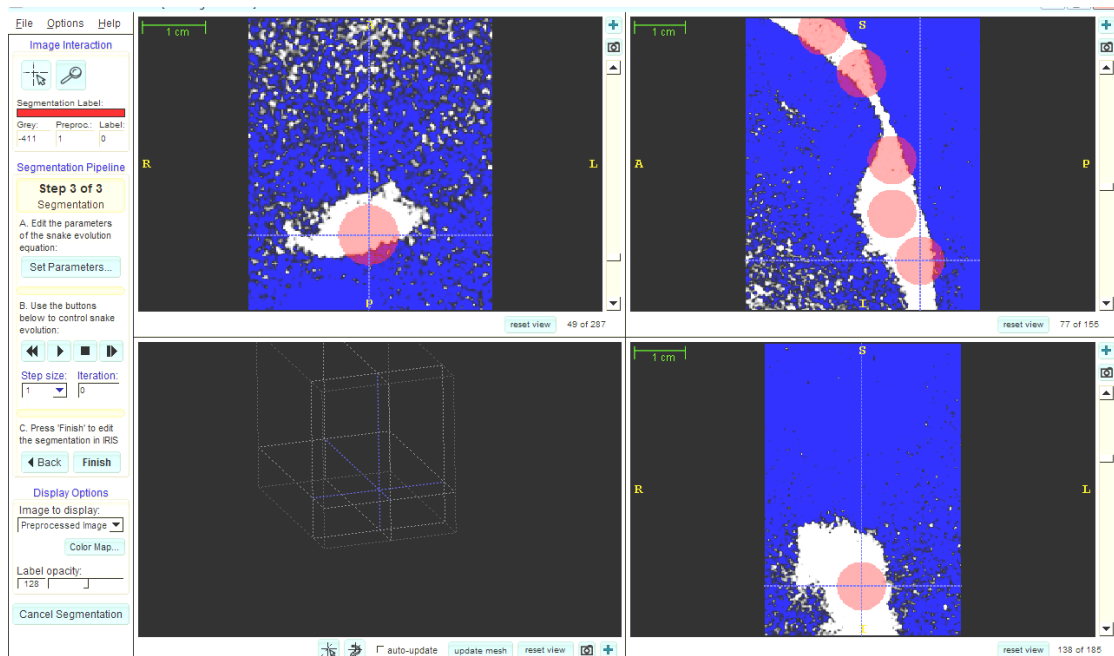


Figura 13 – Ferramenta do software para preenchimento da estrutura de interesse

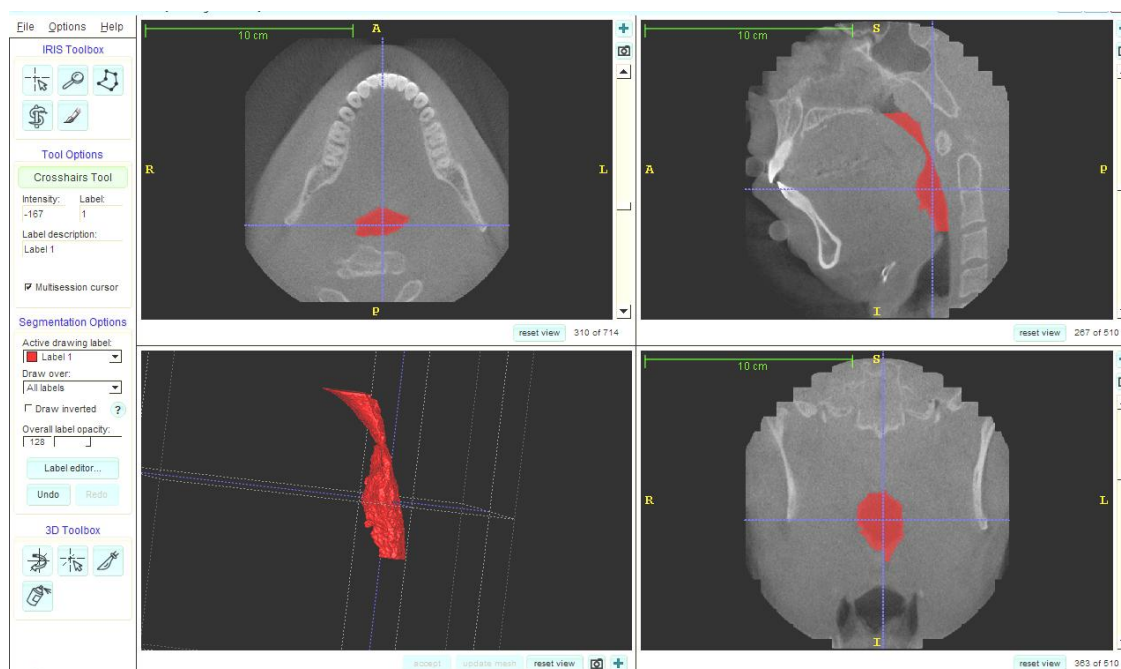


Figura 14 – Segmentação do modelo tridimensional

Notas: As vias aéreas superiores encontram-se em vermelho. As áreas segmentadas são visualizadas tanto nos cortes tomográficos quanto no modelo tridimensional

#### 3.4.4 Registro e superposição das estruturas

A superposição das estruturas tridimensionais foi realizada como recurso ilustrativo para uma melhor visualização das diferenças de volume observadas neste estudo.

O registro refere-se à superposição de dois tempos de observação para avaliação das alterações no mesmo indivíduo. Para tanto, foi utilizado o software *Imagine* (desenvolvido em 2004 pelo Departamento de Ciências da Computação da Universidade da Carolina do Norte, UNC), que utiliza um método automático de registro por *voxel*, não havendo a necessidade de se localizar pontos que seriam influenciados pelo operador e pela superposição de estruturas.

Para que essa etapa pudesse ser realizada, as imagens em DICOM foram compactadas para um melhor desempenho do software.

A base do crânio quando o paciente estiver sem TB será utilizada como referência para superposição do modelo tridimensional quando o paciente estiver com TB, o que deve ser conferido no *ITK-Snap* (Figura 15).

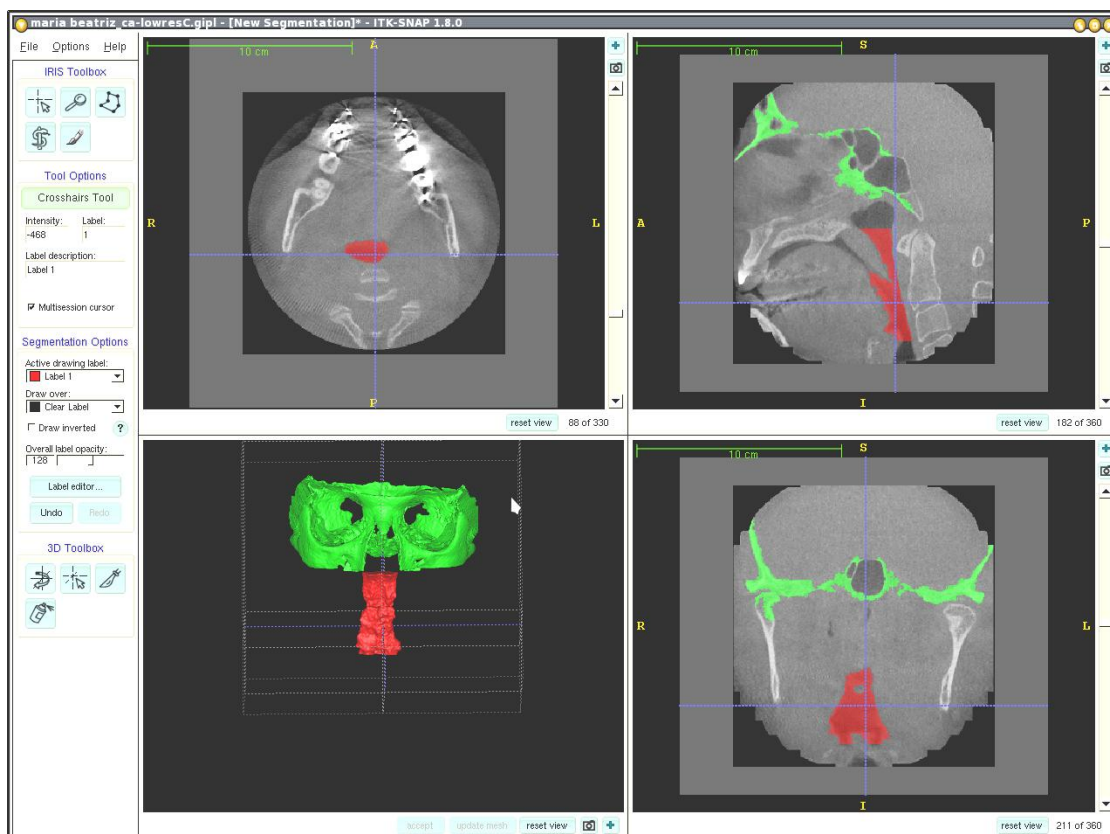


Figura 15 – Superposição do modelo tridimensional da via aérea superior do paciente com TB (em vermelho), sobre a imagem sem TB, com registro na base do crânio (em verde)

Após essa conferência, as imagens eram manipuladas no software *Vol 2 Surf* para separar o modelo tridimensional da via aérea superior da base do crânio, permitindo somente a superposição da via aérea sem e com TB através do software *FLTK SOB 3D Tool* (Figura 16).

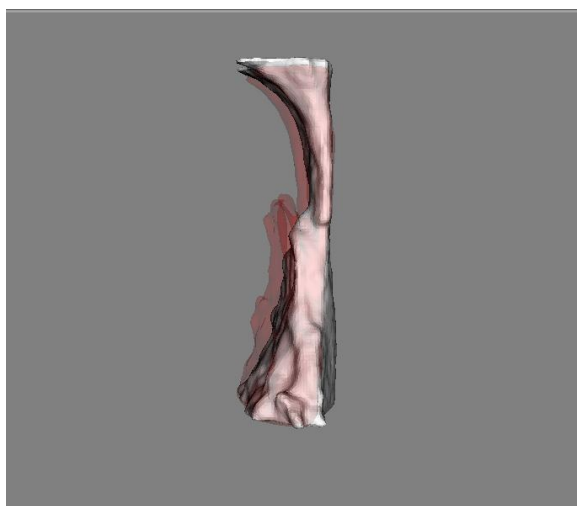


Figura 16 – Superposição do modelo tridimensional da via aérea superior  
Nota: A área branca corresponde à estrutura sem TB e a rosada com TB.

A partir da superposição das estruturas tridimensionais dos pacientes sem e com TB, pode-se determinar o comportamento do aumento de volume da via aérea, tanto em relação à região mais afetada quanto em relação à direção da modificação volumétrica.

Dois pacientes do sexo masculino foram excluídos da amostra, um deles por não se adaptar ao aparelho intraoral e outro pela dificuldade de aquisição da tomografia nos padrões estabelecidos, uma vez que o paciente apresentava morfologia craniana maior que o campo de visão do tomógrafo e porque durante a respiração, houve mudança constante na posição do osso hioide, fazendo com que a tomografia ficasse tremida e comprometesse a análise das imagens tridimensionais. Assim, a mostra final consistiu de 16 pacientes.

Para fazer parte da amostra o paciente assinou um termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE), após receber as informações sobre o projeto de pesquisa.

Esta pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética do Hospital Universitário Pedro Ernesto (CEP/HUPE), sendo aprovada sob o número 1366-CEP/HUPE no dia 19 de dezembro de 2005, por se encontrar dentro dos padrões éticos da pesquisa em seres humanos, conforme resolução n. 196 sobre pesquisa envolvendo seres humanos de 10 de outubro de 1996, do Conselho Nacional de Saúde (ANEXO).

### 3.5 Análise estatística

#### 3.5.1 Erro de método

Como o processo de segmentação em si é automático, bem como os procedimentos de registro e superposição dos modelos tridimensionais, não foi necessário um erro de método para essa fase do estudo, apenas para a delimitação da área de interesse.

Para avaliar a confiabilidade do processo de segmentação da área de interesse e a avaliação volumétrica das vias aéreas superiores, foram selecionados aleatoriamente cinco pacientes, com suas respectivas tomografias computadorizadas com e sem TB. Dois avaliadores delimitaram a área de interesse duas vezes com intervalos de dois dias entre elas. Assim, foram obtidas 20 segmentações para cada avaliador e um total de 40. Foi utilizado o índice de correlação intraclasse (ICC), com intervalo de confiança de 95%, para variáveis nominais ou quantitativas a fim de avaliar a correlação entre medidas repetidas em um mesmo paciente. A média estimada pelo ICC para concordância inter-examinador foi calculada para demonstrar a confiabilidade do método.

Os volumes das vias aéreas, obtidos a partir da segmentação realizada por dois avaliadores, foram comparados. O ICC demonstrou replicabilidade excelente intra-examinador e inter-examinador (Tabela 3), podendo-se afirmar que o método de segmentação e obtenção do volume da via aérea superior é confiável ( $p < 0,0001$ ).

Tabela 3 – Índice de correlação intraclass do volume da via aérea superior sem *Twin block* (TB) e com TB

	<b>Volume sem TB</b>	<b>Volume com TB</b>
Examinador 1	0,9954	0,9968
Examinador 2	0,9990	0,9996
Inter-examinador	0,9852	0,9600

### 3.5.2 Análise dos dados

Os resultados obtidos nesta pesquisa foram tabulados em um programa estatístico (Biostat 2.0, Belém, Pará, Brasil). Foram utilizados teste de normalidade de Shapiro-Wilk para determinar se os dados eram paramétricos ou não paramétricos. Para dados paramétricos foi utilizado o teste t pareado e para os dados não paramétricos foi utilizado o teste de Wilcoxon. A comparação dos resultados da polissonografia em T1 e T2, com os volumes das vias aéreas sem e com TB foi realizada a partir do índice de correlação de Spearman ( $r$ ) para dados não paramétricos. Valores de  $r$  entre 1 e 0,8 foram considerados de alta correlação, entre 0,79 e 0,6 de média, entre 0,59 e 0,4 de baixa e menores que esses valores foram considerados sem correlação. Os mesmos parâmetros foram utilizados para os valores de  $r$  negativos. O valor de  $p$ , para todas as análises, foi estabelecido em 0,05 para ser considerado significativo.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Índices polissonográficos

Ao realizar o teste de normalidade de Shapiro-Wilk para avaliar o comportamento da amostra, observou-se que todos os dados obtidos na polissonografia em T1 eram não paramétricos e que, em T2, apenas IAH e eficiência do sono eram dados paramétricos. Optou-se pelo uso de mediana, valores máximos e mínimos, percentil 25% e 75% para a estatística descritiva destas variáveis, que foram apresentadas em gráficos do tipo *box plot*.

As medianas de IA em T1 e em T2 foram de 4,235 e 2,68 respectivamente, com maior variação em T1 (Gráfico 1), demonstrando um IA menor em T2. Para IAH a mediana em T1 foi de 16,685 e 9,10 em T2, com maior variação em T1 (Gráfico 2), também demonstrando menor IAH em T2. A saturação de oxi-hemoglobina apresentou medianas em T1 e em T2 de 95,90 e 95,00, respectivamente, com variação semelhante em ambos os tempos de avaliação (Gráfico 3). Em relação à eficiência do sono, esta mostrou medianas muito próximas em T1 e em T2, de 83,50 e 85,00, respectivamente, com maior variação em T1 (Gráfico 4).

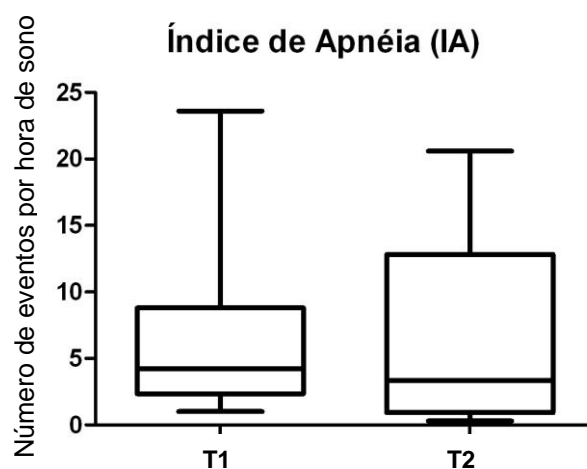


Gráfico 1 – Demonstração dos valores de IA inicial (T1) e de acompanhamento (T2)



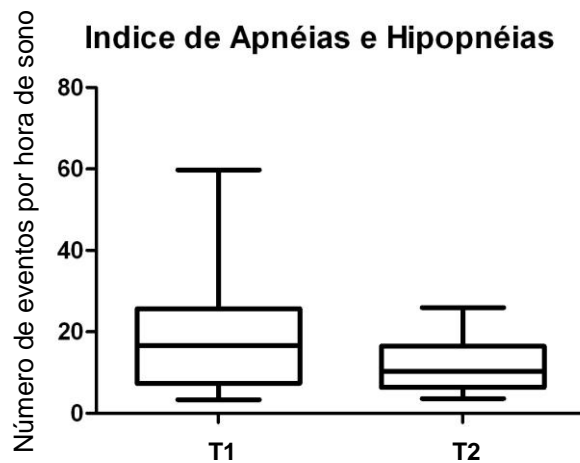


Gráfico 2 – Demonstração dos valores de IAHI inicial (T1) e de acompanhamento (T2)

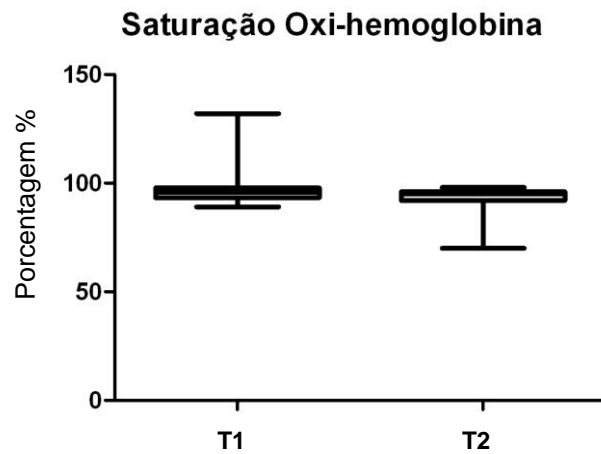


Gráfico 3 – Demonstração dos valores de saturação de oxi-hemoglobina inicial (T1) e de acompanhamento (T2)

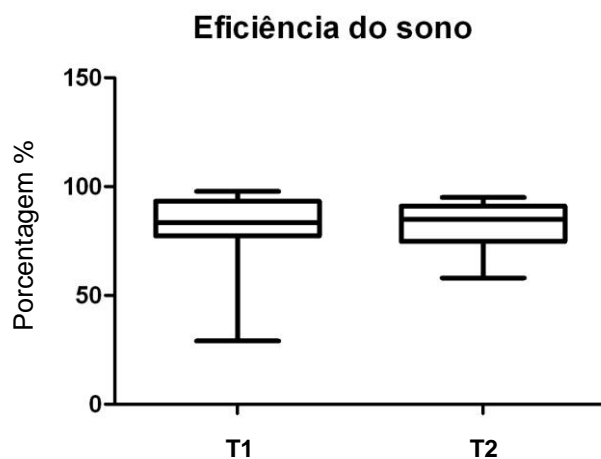


Gráfico 4 – Demonstração dos valores de eficiência do sono inicial (T1) e de acompanhamento (T2)

As polissonografias em T1 e T2 foram comparadas através do teste de Wilcoxon, com nível de significância de 95% (Tabela 4). Houve diferença estatisticamente significativa ( $p=0,0437$ ) entre IAH em T1 e T2. Não se observou significância estatística para as variáveis IA, saturação de oxi-hemoglobina e eficiência do sono ( $p>0,05$ ).

Tabela 4 – Mediana e P valor para comparação dos índices polissonográficos índice de apneia (IA), índice de apneia mais hipopneias (IAH), saturação de oxi-hemoglobina e eficiência do sono em T1 e T2

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>P valor</b>
IA	4,235	2,68	$p=0,352$
IAH	16,685	9,10	$p=0,0437$
Saturação de oxi-hemoglobina	95,90	95,00	$p=0,4018$
Eficiência do sono	83,50	85,00	$p=0,5982$

#### 4.2 Volume da via aérea superior

As médias dos volumes das vias aéreas sem TB e com TB foram de  $7601 \pm 2659$  e  $8710 \pm 2813 \text{ mm}^3$  respectivamente (Gráfico 5). Estas variáveis mostraram comportamento normal (paramétrico) e foram comparadas pelo teste T de Student pareado que demonstrou haver diferença estatisticamente significativa ( $p=0,0494$ ) entre os volumes das vias aéreas dos pacientes com e sem aparelho de avanço mandibular (Tabela 5).

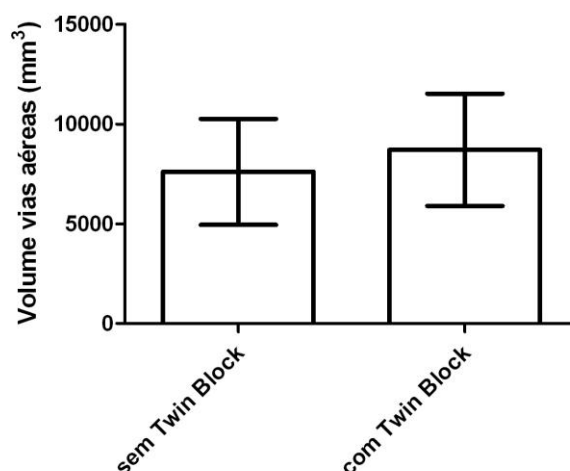


Gráfico 5 – Demonstração dos valores dos volumes das vias aéreas superiores ( $\text{mm}^3$ ) dos pacientes sem *Twin block* (TB) e com TB

Tabela 5 – Média, desvio padrão e p valor para comparação entre os pacientes sem *Twin block* (TB) e com TB

	Média	Desvio padrão	P valor
Volume sem TB	7601	2659	p=0,0494
Volume com TB	8710	2813	

#### 4.3 Correlação entre os índices polissonográficos e volume da via aérea

O teste estatístico escolhido para avaliar a correlação entre as variáveis das polissonografias e o volume da via aérea superior foi o de correlação de Spearman, uma vez que a maioria dos dados eram não paramétricos.

##### 4.3.1 Correlação volume da via aérea sem TB e polissonografia em T1

Houve correlação positiva média entre o volume da via aérea do paciente sem TB e os valores de IA, IAH em T1, demonstrando significância estatística para r

( $p < 0,05$ ). Enquanto que saturação de oxi-hemoglobina e eficiência do sono em T1 não mostraram correlação com o volume sem TB ( $p > 0,05$ ) (Tabela 6).

Tabela 6 – Índice de correlação (r) e p valor para os índices polissonográficos em T1 e volume sem *Twin block*

	<b>Índice de correlação (r)</b>	<b>P valor</b>
IA	0,515	$p=0,041$
IAH	0,691	$p=0,003$
Saturação de oxi-hemoglobina	0,087	$p=0,748$
Eficiência do sono	- 0,096	$p=0,725$

#### 4.3.2 Correlação do volume da via aérea com TB e polissonografia em T2

Não houve correlação entre os índices polissonográficos em T2 e o volume da via aérea do paciente com o aparelho de avanço mandibular em posição ( $p > 0,05$ ) (Tabela 7).

Tabela 7 – Índice de correlação (r) e p valor para os índices polissonográficos em T2 e volume com *Twin block*

	<b>Índice de correlação (r)</b>	<b>P valor</b>
IA	-0,041	$p=0,880$
IAH	0,141	$p=0,602$
Saturação de oxi-hemoglobina	-0,033	$p=0,908$
Eficiência do sono	-0,171	$p=0,527$

## 5 DISCUSSÃO

### 5.1 Do material e método

O fato dos pacientes serem encaminhados por médicos especialistas em Medicina do Sono para FO-UERJ reduziu a possibilidade de inclusão de pacientes que não tinham indicação de tratamento da SAOS com aparelhos intra-orais. Quatorze pacientes foram diagnosticados com SAOS leve a moderada, com indicação clara de terapia com aparelho de avanço mandibular (ALMEIDA et al., 2006a; BITTENCOURT; HADDAD, 2008; DAL-FABBRO; CHAVES JÚNIOR, 2010), porém, dois pacientes que apresentavam SAOS severa antes do início do tratamento foram incluídos neste estudo pelo fato de não terem boa aceitação ao tratamento com CPAP. Apesar de o CPAP ser considerado primeira escolha de tratamento e ser altamente efetivo, Tsuda et al. (2009) relataram que 46 a 83% dos pacientes não aderem a essa modalidade de tratamento. Para Clark et al. (1996), Lim et al. (2006), Tsuda et al. (2009), tanto o CPAP quanto os aparelhos intra-orais são efetivos para o tratamento da SAOS, portanto, os aparelhos intra-orais consistem ótima opção de tratamento para SAOS.

Os critérios de inclusão respeitados neste estudo referiram-se ao IMC do paciente, já que a obesidade é fator de risco para desenvolvimento da síndrome (FUJITA; MOYSÉS; VUONO, 2002); número de dentes nas arcadas e condição periodontal para uma boa retenção do aparelho intra-oral sem danos periodontais aos dentes de suporte; e disfunção temporomandibular uma vez que o aparelho causa abertura bucal e pode gerar tensão na articulação agravando a disfunção (PETRI et al., 2008).

A opção do aparelho de avanço mandibular do tipo *Twin Block* modificado levou em consideração: (1) custo e praticidade de confecção, uma vez que a SAOS constitui um problema de saúde pública (JUREYDA; SHUCARD, 2004) e necessita ser prescrito à população por um preço acessível sem a necessidade de treinamento, materiais e equipamentos específicos; e (2) liberdade de movimentos mandibulares, tido como essencial para o conforto do paciente (ALMEIDA, 2002; WARUNEK, 2004) por não deixar o paciente com a sensação de estar com a boca

presa, oferecendo um certo grau de conforto articular, uma vez que a propulsão em si já costuma causar um leve desconforto. Segundo Lawton, Battagel e Kotecha (2005), o aparelho de TB é uma alternativa viável para o tratamento de pacientes com SAOS, principalmente por ter custo reduzido e ser menos sujeito a quebras.

O avanço mandibular proporcionado pelo TB foi de aproximadamente 75% da protrusão máxima, como sugerido por Ferguson et al. (1997). Porém, a tolerância da posição inicial do aparelho é variável, podendo ser necessário iniciar o tratamento numa posição menor que 75%.

Entretanto, o aparelho de avanço mandibular utilizado neste estudo promoveu abertura mandibular. A quantidade de abertura é discutida na literatura, visto que a abertura excessiva pode reduzir as dimensões de passagem aérea provocada pela rotação mandibular (GALE et al., 2000; L'ESTRANGE et al., 1996), o que é contradito por Cooke e Battagel (2006), Hans et al. (1997), Lamont et al. (1998) e Rose et al. (2002). Outros autores (KYUNG; PARK; PAE, 2004; MARKLUND, STENLUND; FRANKLIN, 2004) analisando esta questão não correlacionaram o grau de abertura com o sucesso obtido com essa terapia. Apesar de ser sugerido menor abertura interincisal, não há na literatura elementos que suportem essa indicação, assim, a abertura produzida pelo TB não pode ser considerado fator desfavorável em relação a qualquer outro aparelho que produza menor aumento da dimensão vertical.

O período de acompanhamento deste estudo foi de 7 meses em média, com o objetivo de serem avaliados os resultados de longo prazo e não apenas os resultados imediatos. A avaliação de curto prazo, realizada por Blanco et al. (2005), Cooke e Battagel (2006), Hans et al. (1997), Johnston et al. (2001; 2002), Kato et al. (2000), Lawton, Battagel e Kotecha (2005), Mehta et al. (2001), Pitsis et al. (2002) e Rose et al. (2002), pode apresentar resultados que não se manterão com o uso prolongado do aparelho, visto que esta terapia deve ser para toda a vida. Dois fatores principais poderiam produzir avaliações diferentes em decorrência do período pelo qual o aparelho é utilizado: o alargamento da via aérea produzido pelo estiramento da musculatura e a redução do edema das vias aéreas superiores. O estiramento muscular produzido pela propulsão mandibular pode diminuir com o tempo, pela adaptação das próprias fibras musculares ao posicionamento mandibular anterior (WALKER-ENGSTRÖM et al., 2002), acarretando uma resposta menos eficaz com o passar do tempo. Outro fator que influencia o tempo de

acompanhamento é a redução do edema que se forma na via aérea em decorrência da agressão do ronco e das obstruções (ALMEIDA; DAL-FABBRO; CHAVES JÚNIOR, 2008; FRANSSON et al., 2002; NEILL et al., 2002; WARUNEK, 2004). O acompanhamento de curto prazo pode não oferecer tempo suficiente para que haja redução deste edema.

Para o diagnóstico da SAOS e avaliação dos resultados do tratamento desta pesquisa, foi selecionado o exame de polissonografia noturna por ser considerado o exame padrão-ouro para diagnóstico e acompanhamento de distúrbios respiratórios do sono por ser mais sensível, específico e completo, como descrito por Bittencourt e Haddad (2008), Clark, Sohn, Hong (2000), Fugita, Moysés, Vuono (2002) e Pignatari et al. (2002). Este exame monitora variáveis importantes para avaliação dos distúrbios do sono como as fases do sono, as saturações mínima, média e máxima de oxigênio durante o sono, a quantidade e origem das apneias, a eficiência do sono, o número de despertares, entre outros, durante uma noite inteira de sono. Existem outras formas de monitoramento, como ESS, que são menos completas em relação à polissonografia (JOHNS, 1991, 1993; KATO et al., 2000).

Apesar disso, conforme relatado por Lim et al. (2006), há fatores limitantes que precisam ser levados em consideração quando da utilização da polissonografia para determinar o sucesso de uma terapia. Para Fugita, Moysés e Vuono (2002), existe variação entre as noites de sono de um mesmo paciente e, por se tratar de um estudo de noite de sono única, seria interessante a realização de dois exames em noites diferentes. No entanto, apesar de tal procedimento oferecer mais segurança nos resultados, torna-se inviável sua realização devido ao alto custo do exame. Além disso, a noite de monitoramento em um laboratório do sono não é exatamente igual a uma noite de sono em seu ambiente habitual, e o paciente é monitorado com diversas aparelhagens ligadas ao seu corpo, o que altera as condições normais podendo provocar mudanças nos fatores avaliados. Ainda assim, a polissonografia continua sendo o exame padrão ouro e por isso foi escolhido para diagnóstico e acompanhamento deste trabalho.

O exame para avaliação tridimensional da via aérea superior escolhido neste estudo foi o CBCT devido ao fato de ser um exame com baixa dose de radiação (GARIB et al., 2007; TSO et al., 2009). Segundo Aboudara et al. (2009), apesar de CBCT não ser usualmente indicada para avaliação de tecidos moles, o contraste existente entre a luz da via aérea e os tecidos moles e duros permite o

desenvolvimento de uma segmentação acurada para quantificar o volume da via aérea.

Embora vários métodos tenham sido descritos para avaliação da via aérea, como tomografia computadorizada dinâmica (Cine-CT), ressonância magnética (SANNER et al. 2002), e endoscopia, a tomografia computadorizada de feixe cônico permite a avaliação volumétrica de toda a via aérea de forma rápida e não-invasiva (TSO et al., 2009). Segundo Kyung, Park e Pae (2004) e Zhao, Liu e Gao (2008), existe uma variação das estruturas da via aérea durante o ciclo respiratório, porém o método de avaliação dinâmica da via aérea superior, seja por meio de ressonância magnética dinâmica ou tomografia computadorizada dinâmica (Cine-CT), apresentou-se inviável para este estudo pelo seu alto custo e radiação.

O aparelho *NewTom 3G* utilizado neste estudo permitiu a avaliação da via aérea superior do paciente enquanto ele estava deitado na posição supina. De acordo com Ingman, Nieminen e Hurmerinta (2004), apesar do exame com o paciente deitado não reproduzir a posição exata do sono, a posição dos tecidos faríngeos com o paciente deitado é importante para determinar a severidade da síndrome. O posicionamento do paciente durante exames de acompanhamento, tanto a partir de radiografias cefalométricas quanto a partir de tomografia computadorizada, é um item muito discutido. A posição natural da cabeça durante os exames de acompanhamento pode influenciar os tecidos moles da faringe (KYUNG; PARK; PAE, 2004; ÖZBEK et al., 1998). Almeida et al. (2006a), Fransson et al. (2002), Gale et al. (2000), Otsuka et al. (2006) e Tso et al. (2009) utilizaram exames de acompanhamento em que os pacientes estavam sentados, enquanto que nos estudos de Battagel et al. (1999), Kyung, Park e Pae (2004), Liu et al. (2000), Ogawa et al. (2007) e Zhao, Liu e Gao (2008) os pacientes estavam deitados, na posição supina. Alguns autores (PRACHARKTAM et al., 1996) afirmam que não há diferença no espaço aéreo quando o paciente está sentado ou deitado, outros discordam, uma vez que o fluxo de ar é influenciado por mudanças na posição da cabeça (CHOI et al., 2000; YILIDRIM et al., 1991), o que pode ser atribuído pela redução da via aérea superior na região retropalatina (ABOUDARA et al., 2009).

Optou-se pela realização do CBCT com o paciente acordado. A grande maioria dos estudos sobre as vias aéreas dos pacientes com SAOS avaliou os pacientes enquanto eles estavam acordados (ABOUDARA et al., 2009; BATTAGEL et al., 1999; FRANSSON et al., 2002; INGMAN; NIEMINEN; HURMERINTA, 2004;



KYUNG; PARK; PAE, 2004; OGAWA et al., 2007; ÖZBEK et al., 1998; ZHAO; LIU; GAO, 2008). Zhao, Liu e Gao (2008) citaram como limitação de seu estudo o fato de o paciente estar acordado, pois o tamanho da faringe nessa situação não corresponde à dimensão da via aérea durante o sono em que ocorre uma redução da atividade do músculo dilatador da faringe. Entretanto, para Özbek et al. (1998), os fatores fisiológicos e anatômicos que causam os distúrbios respiratórios do sono persistem quando os pacientes estão acordados.

Este estudo optou pela realização de duas tomografias CBCT no mesmo dia após o período de acompanhamento, ao invés de CBCT em T1 e em T2, devido à padronização da aquisição da imagem, uma vez que cada paciente tem uma posição ideal diferente. Além disso, poderia haver modificações de IMC do paciente durante o acompanhamento, mudanças de clima e condição de saúde desses pacientes, fatores que inviabilizariam as comparações entre tecidos moles e os volumes das vias aéreas superiores em dois tempos diferentes. Outro motivo está relacionado com o alto custo do exame e consequentemente o aumento dos recursos financeiros necessários para que o estudo pudesse ser viabilizado.

Ao avaliar as imagens nos três planos do espaço, através do software *ITK-Snap*, foram escolhidos pontos de referência para delimitação da área de interesse de acordo com estudos prévios (OGAWA et al., 2007; TSO et al., 2009). Os pontos de referência utilizados neste estudo foram a ENP (ABOUDARA et al., 2009; BATTAGEL et al., 1999; FRANSSON et al., 2002; OGAWA et al., 2007; TSO et al., 2009) e porção mais anterior e inferior da terceira vértebra cervical (FRANSSON et al., 2002).

O método de segmentação e reconstrução volumétrica de tecidos duros com o software utilizado foi validado. Como a segmentação é semi-automática (CEVIDANES; STYNER; PROFFIT, 2005), o erro de método limitou-se a avaliar a reprodutibilidade da delimitação da área de interesse.

A reprodutibilidade da delimitação da área de interesse para segmentação da estrutura tridimensional foi avaliada através da comparação dessas medições entre o avaliador e seu padrão ouro, tendo sido verificada intra-examinador e inter-examinador. Os resultados do erro de método demonstraram uma excelente reprodutibilidade das segmentações, sendo então um método confiável.

## 5.2 Dos resultados

### 5.2.1 Resultado da terapia avaliado pela polissonografia

O IAH é o índice mais utilizado para avaliação das terapias, por ser o que melhor representa as alterações obstrutivas, que ocorrem durante uma noite de sono. Este estudo demonstrou diferença estatisticamente significativa para IAH avaliados em T1 e T2 ( $p = 0,0437$ ), concordando com os estudos de Almeida et al. (2006a, b), Bondemark (1999), Cooke e Battagel (2006) e Metha et al. (2001). Porém, os demais índices polissonográficos comparados em T1 e T2 não apresentaram diferença estatisticamente significativas com o uso do TB, o que está em concordância com Fransson et al. (2002), Marklund, Franklin e Persson (2001), O'Sullivan et al. (1995) e Teixeira (2008). A ausência de significância estatística para IA, saturação de oxi-hemoglobina e eficiência do sono pode ser atribuída ao tamanho da amostra utilizada neste estudo ( $n=16$ ), embora os estudos de Blanco et al. (2005), Bondemark (1999), Clark et al. (1993), Cooke e Battagel (2006), Ferguson et al. (1997), Hans et al. (1997), Johnston et al. (2002), Lawton; Battagel; Kotecha (2005), Mehta et al. (2001), Neill et al. (2002), Pitsis et al. (2002), Randerath et al. (2002) e Rose et al. (2002) também tenham utilizado amostras pequenas, o que provavelmente dificultou o aparecimento de diferenças estatísticas para os dados analisados neste estudo.

A definição sucesso de uma terapia para SAOS é muito variável, o que também dificulta a comparação com outros trabalhos. A eficácia deve ser alcançada nos parâmetros clínicos (sonolência, cansaço, ronco entre outros) e polissonográficos (IAH, saturação de oxi-hemoglobina e número de microdespertares) (DAL-FABBRO; CHAVES JÚNIOR, 2010). Alguns autores consideram sucesso quando houver normalização do IAH, ou seja, menor que cinco eventos por hora de sono, com resultados satisfatórios se houver redução do IAH em pelo menos 50% de seu valor basal (MARKLUND; STENLUND; FRANKLIN, 2004; MEHTA et al., 2001).

Mesmo havendo diferença estatisticamente significativa no IAH em T1 e T2, seguindo os critérios apresentados acima, três dos 16 pacientes (19%) tiveram seu

IAH normalizado em T2 (menor que cinco) e em sete pacientes (44% da amostra) houve redução de mais de 50% do IAH basal, podendo-se considerar que o tratamento foi eficaz nestes pacientes.

Ferguson et al. (1997), Horiuchi et al. (2005) e Walker- Engström et al. (2002) afirmaram que o IAH abaixo de 10 pode ser considerado como boa resposta. Para Liu et al. (2001), uma redução de 25% pode ser considerada como resposta parcial à terapia, enquanto que, para O'Sullivan et al. (1995), um tratamento que seja capaz de reduzir os valores desse índice para abaixo de 20 pode ser considerado satisfatório. Se considerarmos essas reduções de IAH como sucesso da terapia com TB, este estudo teria um índice de sucesso de 68%.

Por outro lado, quatro pacientes desta amostra (25%) tiveram o IAH aumentado em T2, porém como já discutido anteriormente, esses dados devem ser analisados com cautela ou até mesmo deve-se repetir o exame de polissonografia para confirmar ou não as alterações no IAH.

Apesar de o IAH ser muito utilizado para avaliação dos resultados da terapia, alguns autores relatam que somente este índice não pode prever o resultado da terapia, uma vez que muitas apneias podem se transformar em hipopneias durante a terapia com aparelho intra oral, o que representa uma melhora, mas que não produziria alterações no IAH (ALMEIDA et al., 2002; FERGUSON et al., 1997; MARKLUND; STENLUND; FRANKLIN, 2004; MEHTA et al., 2001; O'SULLIVAN et al., 1995). Para isso seria importante a avaliação do IA. Neste estudo os critérios para avaliação das melhoras produzidas pelos aparelhos no IA foram os mesmos considerados no IAH. Para que o paciente fosse considerado como tendo melhora era necessário que houvesse redução de pelo menos 50% do índice basal e para que o seu quadro fosse considerado normal o índice tinha que estar abaixo de cinco.

Não houve significância estatística para IA, mas ao utilizar a avaliação citada acima, 44% dos pacientes desta amostra apresentou normalização e redução de mais de 50% do IA. Entretanto, essa análise pode sofrer distorção, pois alguns indivíduos possuíam IA menor que cinco em T1. A normalização real do IA ocorreu em apenas quatro pacientes.

As saturações de oxi-hemoglobina são muito importantes, pois as dessaturações de oxigênio são responsáveis por vários problemas clínicos e sistêmicos consequentes da síndrome. A saturação de oxi-hemoglobina foi analisada através de porcentagem, mas o ideal seria analisar as saturações média e

mínima, porém os aparelhos de polissonografia utilizados neste estudo apresentavam limitações na medição da saturação mínima. Com o aparelho de TB, a mediana da saturação de oxi-hemoglobina teve uma pequena variação, foi de 95,9 para 95% em T1 e T2 respectivamente, não permitindo chegar a conclusões.

O uso do TB permitiu uma melhora na eficiência do sono, apresentando um aumento de 83,5% em T1 para 85% de eficiência do sono em T2, porém sem significância estatística, o que está de acordo com Ferguson et al. (1996) e Mehta et al. (2001).

### 5.2.2 Volume da via aérea superior

A avaliação tridimensional da via aérea superior tem sido utilizada nos estudos de pacientes com SAOS. Entretanto, existe uma limitação muito importante na comparação entre estes estudos, já que as metodologias de aquisição de imagem, de segmentação tridimensional e de medições apresentam uma grande variação.

A diferença estatisticamente significativa entre o paciente sem e com TB em posição ( $p < 0,05$ ) observada neste estudo permite afirmar que o aumento da via aérea superior ocorreu em função avanço mandibular promovido pelo TB. Esse mecanismo ainda está em discussão, no entanto acredita-se que o posicionamento mais anterior da mandíbula e do osso hióide e, conseqüentemente, a estimulação dos músculos faríngeos e da língua, seja responsável pelo aumento do volume da via aérea (ZHAO; LIU; GAO, 2008). Apenas dois pacientes apresentaram o volume da via aérea menor com TB do que sem TB, o que pode estar relacionado com a quantidade de avanço mandibular destes pacientes ou com a largura do palato mole (FRANSSON et al., 2002).

Os estudos tridimensionais em pacientes com SAOS (GALE et al., 2000; KYUNG; PARK; PAE, 2004; OGAWA et al., 2007; ZHAO; LIU; GAO, 2008) relatam um aumento da via aérea superior, principalmente relacionado à região da orofaringe (KYUNG; PARK; PAE, 2004) e velofaringe (ZHAO; LIU; GAO, 2008). Porém, a maioria destes estudos (KYUNG; PARK; PAE, 2004; ZHAO. LIU; GAO, 2008) se limitou a avaliar a via aérea a partir de medidas lineares, ou seja, utilizaram

dados bidimensionais obtidos através de exames tridimensionais. Segundo Kyung, Park e Pae (2004) e Zhao, Liu e Gao (2008), o aumento da via aérea ocorre às custas de um aumento do diâmetro transversal, para Gale et al. (2000), há um aumento da área faríngea com aparelho de avanço mandibular, porém, com uma grande variabilidade individual.

Em três dos pacientes que apresentaram maiores aumentos dos volumes das vias aéreas foram feitas superposições dos modelos tridimensionais a fim de identificar visualmente a quantidade, localização e direção das mudanças nestas estruturas quando o paciente estava com TB em posição (Figura 17). É importante ressaltar que em dois desses pacientes houve redução de 50% do IAH basal e no outro houve uma redução do IAH em T1 de 12,08 para 9,2 em T2.

O método utilizado para o registro e superposição dos modelos tridimensionais foi validado por Cevitanes, Styner e Proffit (2005). A base do crânio foi utilizada como referência, uma vez que não haverá alterações nas estruturas que a compõem.

As imagens (Figura 17) são caracterizadas por áreas brancas, que correspondem à via aérea sem TB e áreas rosadas, que correspondem à via aérea com TB, e demonstram que o incremento do volume se dá no sentido transversal, concordando com as medidas lineares obtidas em estudos prévios (GALE et al., 2000; KYUNG, PARK, PAE, 2004; ZHAO; LIU; GAO, 2008).

Em dois casos (Figura 17, legendas A e C), houve um aumento em direção anterior na porção mais superior da via aérea e em direção posterior na porção mais inferior da via aérea. Enquanto que a Figura 17, legenda B mostra um aumento da via aérea em direção anterior por completo. Essa diferença pode ser atribuída a uma pequena variação na extensão do pescoço de uma tomada para outra, apesar de acreditarmos que essa diferença seja mínima devido à padronização das tomadas e pela fidelidade das superposições da base do crânio, confirmada no *ITK-Snap*, sem a qual não seria possível realizá-la de forma automática.

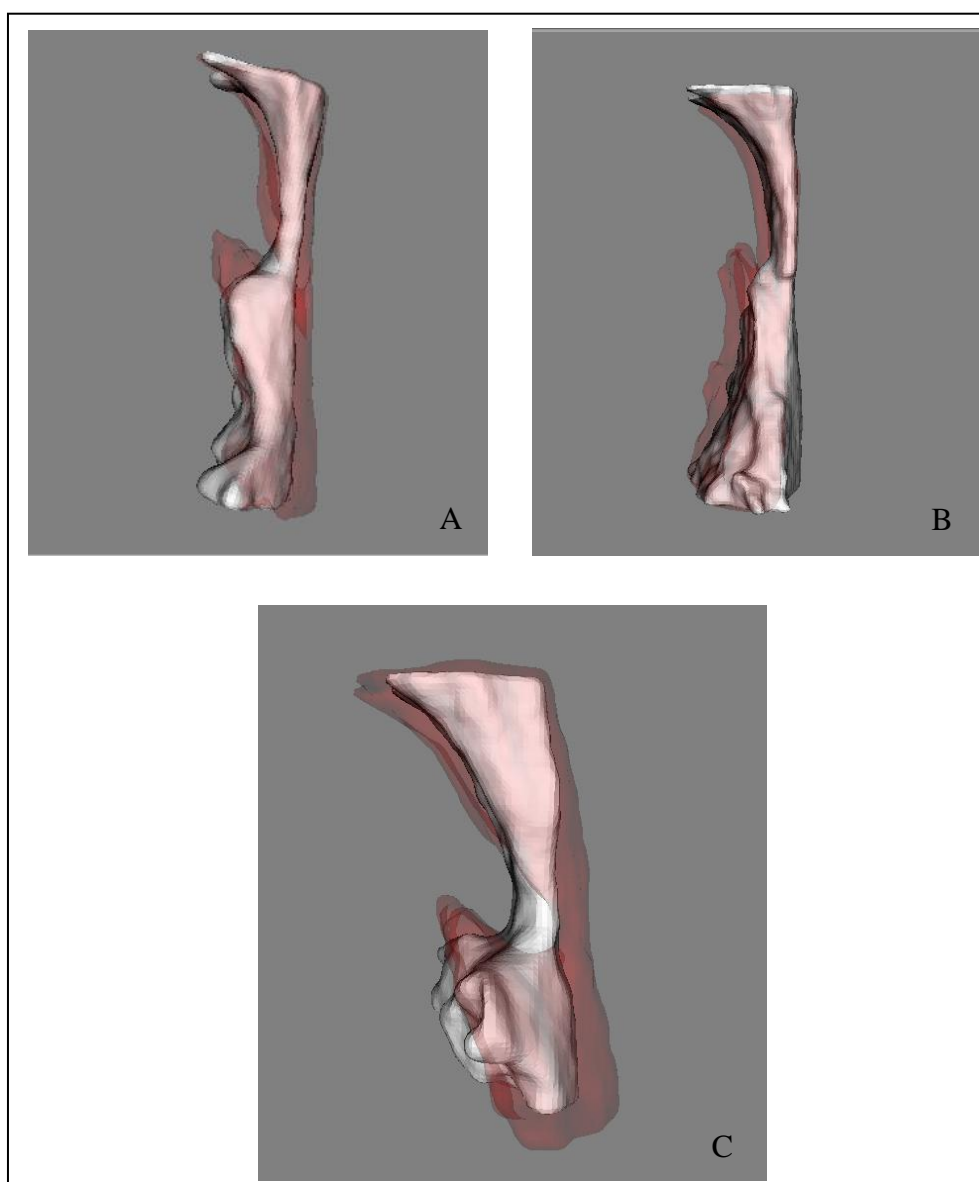


Figura 17 – Superposições dos modelos tridimensionais das vias aéreas de três pacientes diferentes, demonstrando aumento no volume das vias aéreas, no entanto em regiões diferentes

Legenda: A e C) aumento em direção a anterior na porção mais superior da via aérea e em direção a posterior na porção mais inferior da via aérea; B) aumento da via aérea em direção a anterior por completo.

### 5.2.3 Correlações entre índices polissonográficos e volumes das vias aéreas

As correlações entre os parâmetros das polissonografias em T1 e os volumes das vias aéreas superiores sem TB mostraram-se positivas para IA e IAH ( $p < 0,05$ ), com valores de  $r$  entre 0,515 e 0,691, respectivamente. Ao contrário, não houve correlação desses mesmos índices polissonográficos em T2 e volume da via aérea com TB ( $p > 0,05$ ).

Como foi demonstrado neste estudo, o volume da via aérea superior sem TB apresentou-se menor que o volume com TB em posição, e houve correlação entre volume sem TB e IAH em T1. Apesar de não haver correlação entre IAH em T2 e volume com TB, os resultados demonstraram o volume da via aérea observado quando o paciente estava com TB em posição foi maior quando comparado com o volume sem TB e que houve redução do IAH em T2 quando comparado com o IAH em T1. Isso pode estar relacionado com o tamanho reduzido da amostra.

Os pacientes que melhoraram em relação ao IAH, considerando sucesso quando o IAH em T2 foi menor que cinco, apresentaram aumento do volume da via aérea com TB. O volume da via aérea dos pacientes que apresentaram resultados de IAH considerados satisfatórios, ou seja, redução de 50% do IAH, mostrou-se aumentado quando o paciente estava com TB em posição.

Ao avaliar individualmente o IAH dos pacientes, verificou-se que dois deles apresentaram menor volume da via aérea com TB do que sem TB, um deles apresentou uma leve redução e o outro aumento do IAH em T2. O paciente que apresentou maior redução de IAH, de 59,75 em T1 para 19,59 em T2, teve um leve aumento do volume da via aérea com TB (diferença de 307,9 mm<sup>3</sup>). Ao contrário, o paciente que apresentou maior aumento de volume com TB, de 4285,73 sem TB para 9381,64 com TB, apresentou IAH em T1 de 12,08 e em T2 de 9,2. Esses dados demonstram a grande variabilidade das respostas individuais observadas neste estudo.

### 5.3 Considerações finais

Pode-se dizer que, houve um aumento volumétrico da via aérea superior com TB em posição e redução do IAH em T2, embora não tenha havido correlação entre as variáveis. Os demais índices polissonográficos não demonstraram diferenças expressivas. Os resultados deste estudo, apesar do rigor na seleção dos pacientes e no desenvolvimento da metodologia, foram limitados devido ao tamanho reduzido da amostra.

A grande variabilidade de respostas ao TB encontrada neste estudo também foi demonstrada nos estudos encontrados na literatura (ALMEIDA et al., 2006a; BLANCO et al., 2005; BONDEMARK, 1999; CLARK et al., 1993; COOKE; BATTAGEL, 2006; FERGUSON et al., 1997; FRANSSON et al. 2002; HANS et al., 1997; JOHNSTON et al., 2002; LAWTON; BATTAGEL; KOTECHA, 2005; MARKLUND, FRANKLIN, PERSSON, 2001; MEHTA et al., 2001; NEILL et al., 2002; O'SULLIVAN et al., 1995; PITSIS et al., 2002; RANDERATH et al., 2002; ROSE et al., 2002; TEIXEIRA, 2008). Isto sugere uma interação de muitos fatores que podem dificultar a interpretação e a comparação destes fatores com os resultados de outros trabalhos.

Essa área de pesquisa é relativamente nova, principalmente no que diz respeito à utilização de tomografias computadorizadas de feixe cônico e de modelos tridimensionais relacionados à SAOS. E por isso, necessita ser mais investigada para melhor padronização dos métodos de avaliação, e também uma melhor compreensão dos mecanismos de ação dos aparelhos de avanço mandibular e seus resultados, a fim de que estes aparelhos possam ser definitivamente estabelecidos como tratamento de escolha para os pacientes portadores da SAOS.



## 6 CONCLUSÕES

O estudo clínico prospectivo de 16 pacientes com SAOS tratados com aparelho de avanço mandibular permitiu concluir que:

- a ) ao comparar os volumes das vias aéreas superiores dos pacientes sem e com TB, obtidos através de segmentação da estrutura e da análise do modelo tridimensional, houve aumento estatisticamente significativo do volume da via aérea com TB;
- b) as comparações entre as variáveis IAH, IA, saturação de oxi-hemoglobina e eficiência do sono nas polissonografias em T1 e em T2 demonstraram diferenças significativas apenas para IAH ( $p < 0,05$ );
- c) quanto às correlações entre CBCT e índices das polissonografias, foi possível observar que houve correlação de IAH e IA em T1 com volume da via aérea sem TB, mas sem correlação entre saturação de oxi-hemoglobina e eficiência do sono. Enquanto que, a avaliação do volume da via aérea com TB e índices da polissonografia em T2, não tiveram correlação.

## REFERÊNCIAS

ABOUDARA, C. et al. Comparison of airway space with conventional lateral headfilms and 3-dimensional reconstruction from cone-beam computed tomography. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, v. 135, n. 4, p. 468-479, Apr. 2009.

ALMEIDA, F. R. Aparelhos intrabucais para o tratamento do ronco e síndrome da apnéia e hipopnéia obstrutivas do sono. In: CAMPOS, C. A. H., COSTA, H. O. O. *Tratado de Otorrinolaringologia*. São Paulo: Roca, 2002. Cap. 60, p. 594-601.

ALMEIDA, F. R.; DAL-FABBRO, C.; CHAVES JUNIOR, C.M. Síndrome da apnéia e hipopnéia obstrutiva do sono (SAHOS): tratamento com aparelhos intra-orais. In: TUFIK, S. *Medicina e biologia do sono*. São Paulo: Manole, 2008. Cap. 23, p. 263-280.

ALMEIDA, F. R. et al. Effects of mandibular posture on obstructive sleep apnea severity and the temporomandibular joint in patients fitted with an oral appliance. *Sleep*, v. 25, n. 5, p. 505-511, Aug. 2002.

\_\_\_\_\_. Long-term sequelae of oral appliance therapy in obstructive sleep apnea patients: Part 1. Cephalometric analysis. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, v. 129, n. 2, p. 195-204, Feb. 2006a.

\_\_\_\_\_. Long-term sequelae of oral appliance therapy in obstructive sleep apnea patients: Part 2. Study-model analysis. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, v. 129, n. 2, p. 205-213, Feb. 2006b.

AMERICAN ACADEMY OF SLEEP MEDICINE TASK FORCE. Sleep related breathing disorders in adults: Recommendation for syndrome definition and measurements techniques in clinical research. *Sleep*, v. 22, p. 664-686, Aug. 1999.

AMERICAN SLEEP DISORDERS ASSOCIATION. Practice parameters for the treatment of snoring and obstructive sleep apnea with oral appliances. American Sleep Disorders Association. *Sleep*, v. 18, n. 6, p. 511-513, July 1995.

ANDERSEN, M. L.; TUFIK, S. Bases neurais e fisiologia do sono. In: DAL-FABBRO, C.; CHAVES JÚNIOR, C.; TUFIK, S. *A Odontologia na medicina do sono*. Maringá: Dental Press, 2010. Cap. 2, p. 39-62.

ANG, P. K.; SANDHAN, A.; TAN, W. C. Craniofacial morphology and head posture in Chinese subjects with obstructive sleep apnea. *Semin. Orthod.*, v. 10, n. 1, p. 90-96, Mar. 2004.

ARAI, Y. et al. Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. *Dentomaxillofac. Radiol.*, v. 28, n. 4, p. 245-248, July 1999.

BATTAGEL, J. M. et al. Changes in airway and hyoid position in response to mandibular protrusion in subjects with obstructive sleep apnoea (OSA). *Eur. J. Orthod.*, v. 21, n. 4, p. 363-376, Aug. 1999.

BATTAGEL, J. M. et al. Postural variation in oropharyngeal dimensions in subjects with sleep disordered breathing: a cephalometric study. *Eur. J. Orthod.*, v. 24, n. 3, p. 263-276, June 2002.

BATTAGEL, J. M.; JOHAL, A.; KOTECHEA, B. A cephalometric comparison of subjects with snoring and obstructive sleep apnoea. *Eur. J. Orthod.*, v. 22, n. 4, p. 353-365, Aug. 2000.

BAUMRIND, S. Integrated three-dimensional craniofacial mapping: Background, principles, and perspectives. *Semin. Orthod.*, v. 7, n. 4, p. 223-232, Dec. 2001.

BITTENCOURT, L. R. A. Tratamento clínico da síndrome da apnéia e hipopnéia obstrutiva do sono. In: CAMPOS, C. A. H.; COSTA, H. O. O. (Ed.). *Tratado de Otorrinolaringologia*. São Paulo: Roca, 2002. Cap. 59, p. 584-593.

BITTENCOURT, L. R. A.; HADDAD, F. L. M. Diagnóstico e abordagem clínica do paciente com distúrbio respiratório do sono. In: DAL-FABBRO, C.; CHAVES JÚNIOR, C.; TUFIK, S. *A Odontologia na medicina do sono*. Maringá: Dental Press, 2010. Cap. 6, p. 145-158.

\_\_\_\_\_. (Coord.). *Síndrome da apnéia obstrutiva do sono: guia prático*. São Paulo: Livraria Medica Paulista, 2008. 100 p.

BITTENCOURT, L. R. A.; PALOMBINI, L. Síndrome da apnéia e hipopnéia obstrutiva do sono. In: TUFIK, S. *Medicina e biologia do sono*. São Paulo: Manole, 2008. Cap. 20, p. 240-247.

BLANCO, J. et al. Prospective evaluation of an oral appliance in the treatment of obstructive sleep apnea syndrome. *Sleep Breath*, v. 9, n. 1 p. 20-25, Mar. 2005.

BONDEMARK, L. Does 2 years' nocturnal treatment with a mandibular advancement splint in adult patients with snoring and OSAS cause a change in the posture of the mandible? *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 116, n. 6, p. 621-628, Dec. 1999.

BONDEMARK, L.; LINDMAN, R. Craniomandibular status and function in patients with habitual snoring and obstructive sleep apnoea after nocturnal treatment with a mandibular advancement splint: a 2-year follow-up. *Eur. J. Orthod.*, v. 22, n. 1, p. 53-60, Feb. 2000.

BRUIN, P. F. Tratamento clínico e CPAP. In: DAL-FABBRO, C.; CHAVES JÚNIOR, C.; TUFIK, S. *A Odontologia na medicina do sono*. Maringá: Dental Press, 2010. Cap. 8, p. 175-186.

BRUNHARO, I. H. V. P.; QUINTÃO, C. A. O aparelho Twin Block: técnica de confecção e aplicação clínica. *R.B.O.*, v. 58, n. 6, p. 373-377, nov./dez. 2001.

CAVALCANTI FILHO, P. O. Síndrome da apnéia obstrutiva do sono na infância. In: CAMPOS, C. A. H.; COSTA, H. O. O. *Tratado de Otorrinolaringologia*. São Paulo: Roca, 2002. cap. 58, p. 580-593.

CEVIDANES, L. H. et al. Superimposition of 3D cone-beam CT models of orthognathic surgery patients. *Dentomaxillofac. Radiol.*, v. 34, n. 6, p. 369-375, Nov. 2005.

CEVIDANES, L. H.; STYNER, M. A.; PROFFIT, W. R. Image analysis and superimposition of 3-dimensional cone-beam computed tomography models. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, v. 129, n. 5, p. 611-618, May 2006.

CHAVES JÚNIOR, C. M. et al. Adesão, preditores de sucesso e feitos colaterais do tratamento com AIO. *A Odontologia na medicina do sono*. Maringá: Dental Press, 2010. Cap. 11, p. 231-246.

CHEN, H. et al. Dental Changes evaluated with a 3D computed-assisted model analysis after long-term tongue retaining device wear in OSA patients. *Sleep Breath*, v. 12, n. 2, p. 196-178, May 2008.

CHOI, J. et al. Effect of jaw and head position on airway resistance in obstructive sleep apnea. *Sleep Breath*, v. 4, n. 4, p. 163-168, 2000.

CLARK, G. T. et al. A crossover study comparing the efficacy of continuous positive airway pressure with anterior mandibular positioning devices on patients with obstructive sleep apnea. *Chest*, v. 109, n. 6, p. 1477-1483, June 1996.

\_\_\_\_\_. Effect of anterior mandibular positioning on obstructive sleep apnea. *Am. Rev. Respir. Dis.*, v. 147, n. 3, p. 624-629, Mar. 1993.

CLARK, G. T.; SOHN, J. W.; HONG, C. N. Treating obstructive sleep apnea and snoring: assessment of an anterior mandibular positioning device. *J. Am. Dent. Assoc.*, v. 131, n. 6, p. 765-771, June 2000.

CONSENSO SOBRE RONCO E APNEIA DO SONO, I, 2000, São Paulo. / *Consenso...* São Paulo: Sociedade Brasileira do Sono, 2000. Disponível em: <<http://www.sbsono.com.br/pdf/1consensoemronco.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2007.

COOKE, M. E.; BATTAGEL, J. M. A thermoplastic mandibular advancement device for the management of non-apnoeic snoring: a randomized controlled trial. *Eur. J. Orthod.*, v. 28, n. 4, p. 327-338, Aug. 2006.

DAL- FABBRO, C.; BITTENCOURT, L. R. A.; CHAVES JÚNIOR, C. M. Classificação dos distúrbios do sono. In: DAL FABBRO, C.; CHAVES JÚNIOR, C.; TUFIK, S. *A Odontologia na medicina do sono*. Maringá: Dental Press, 2010. p. 65-98.

DAL- FABBRO, C.; CHAVES JÚNIOR, C. M. Tratamento com aparelhos intra-orais (AIO). In: DAL-FABBRO, C.; CHAVES JÚNIOR, C.M.; TUFIK, S. *A Odontologia na medicina do sono*. Maringá: Dental Press, 2010. p. 203-228.

DAL-FABBRO, C.; CHAVES JÚNIOR, C.M.; TUFIK, S. *A Odontologia na medicina do sono*. Maringá: Dental Press, 2010.

FERGUSON, K. A. et al. A randomized crossover study of an oral appliance vs. nasal-continuous positive airway pressure in the treatment of mild-moderate obstructive sleep apnea. *Chest*, v. 109, n. 5, p. 1269-1275, May 1996.

\_\_\_\_\_. A short term controlled trial of an adjustable oral appliance for the treatment of mild to moderate obstructive sleep apnoea. *Thorax*, v. 52, n. 4, p. 362-368, Apr. 1997.

FRANSSON, A. M. C. et al. Influence of mandibular protruding device on airway passages and Dentofac. characteristics in obstructive sleep apnea and snoring. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, v. 122, n. 4, p. 371-379, Oct. 2002.

\_\_\_\_\_. Influence on the masticatory system in treatment of obstructive sleep apnea and snoring with a mandibular protruding device: a 2-year follow-up. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, v. 126, n. 6, p. 687-693, Dec. 2004.

\_\_\_\_\_. A randomized crossover study of an oral appliance vs. nasal-continuous positive airway pressure in the treatment of mild-moderate obstructive sleep apnea. *Chest*, v. 109, n. 5, p. 1269-1275, May. 1996.

\_\_\_\_\_. A short term controlled trial of an adjustable oral appliance for the treatment of mild to moderate obstructive sleep apnoea. *Thorax*, v. 52, n. 4, p. 362-368, Apr. 1997.

\_\_\_\_\_. Validation of measurements of mandibular protrusion in the treatment of obstructive sleep apnoea and snoring with a mandibular protruding device. *Eur. J. Orthod.*, v. 25, p. 377-383, 2003.

FRITSCH, K. M. et al. Side effects of mandibular advancement devices for sleep apnea treatment. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, v. 164, p. 813-818, 2001.

FUJITA, R. R.; MOYSÉS, M. G., VUONO, I. M. Ronco e apnéia do sono. In: CAMPOS, C. A. H.; COSTA, H. O. O. *Tratado de Otorrinolaringologia*. São Paulo: Roca, 2002. Cap. 65, p. 637-643.

GALE, D. J. et al. Do oral appliances enlarge the airway in patients with obstructive sleep apnoea? A prospective computerized tomographic study. *Eur. J. Orthod.*, v. 22, n. 2, p. 159-168, Apr. 2000.

GARIB, D. G. et al. Tomografia computadorizada de feixe cônico (*Cone beam*): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. *R. Dental Press Ortodon. Ortop. Facial*, v. 12, n. 2, p. 139-156, mar./abr. 2007.

GILES, T. L. et al. Continuous positive airways pressure for obstructive sleep apnoea in adults. *Cochrane Database Syst Rev.*, v. 19, n. 3, July 2006.

HANS, M. G. et al. Comparison of two dental devices for treatment of obstructive sleep apnea syndrome (OSAS). *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, v. 11, n. 5, p. 562-570, May 1997.

HORIUCHI, A. et al. Measurement techniques predicting the effectiveness of an oral appliance for obstructive sleep apnea hypopnea syndrome. *Angle Orthod.*, v. 75, n. 6, p. 1003-1011, Nov. 2005.

HOUNSFIELD, G. N. Computerized transverse axial scanning (tomography): Part I: description of system. *Br. J. Radiol.*, v. 46, n. 552, p. 1016-22, Dec. 1973.

INGMAN, T.; NIEMINEN, T.; HURMERINTA, K. Cephalometric comparison of pharyngeal changes in subjects with upper airway resistance syndrome or obstructive sleep apnoea in upright and supine positions. *Eur. J. Orthod.*, v. 26, n. 3, p. 321-326, June 2004.

ITO, F. A. et al. Condutas terapêuticas para tratamento da Síndrome da Apnéia e Hipopnéia Obstrutiva do Sono (SAHOS) e da Síndrome da Resistência das Vias Aéreas Superiores (SRVAS) com enfoque no Aparelho Anti-Ronco (AAR-ITO). *R. Dental Press Ortodon. Ortop. Facial.*, v. 10, n. 4, p. 143-156, jul./ago. 2005.

JOHNS, M. W. Daytime sleepiness, snoring, and obstructive sleep apnea. *Chest.*, v. 103, n. 1, p. 30-36, Jan. 1993.

JOHNS, M. W. A new method for measuring daytime sleepiness: the Epworth Sleepiness Scale. *Sleep*, v. 14, n. 6, p. 540-545, 1991.

JOHNSTON, C. D. et al. Mandibular advancement appliances and obstructive sleep apnoea: a randomized clinical trial. *Eur. J. Orthod.*, v. 24, p. 251-262, 2002.

\_\_\_\_\_. Oral appliances for the management of severe snoring: a randomized controlled trial. *Eur. J. Orthod.*, v. 23, n. 2, p. 127-134, Apr. 2001.

JUREYDA, S.; SHUCARD, D. W. Obstructive sleep apnea – An overview of the disorder and its consequences. *Semin. Orthod.*, v. 10, n. 1, p. 63-72, Mar. 2004.

KATO, J. et al. Dose-dependent effects of mandibular advancement on pharyngeal mechanics and nocturnal oxygenation in patients with sleep disordered breathing. *Chest*, v. 117, n. 4, p. 1065-1072, Apr. 2000.

KAU, C. H. et al. Three-dimensional cone beam computerized tomography in orthodontics. *J. Orthod.*, v. 32, n. 4, p. 282-293, Dec. 2005.

KYUNG, S. H.; PARK, Y.; PAE, E. Obstructive sleep apnea patients with the oral appliance experience pharyngeal size and shape changes in three dimensions. *Angle Orthod.*, v. 75, n. 1, p. 15-22, Jan. 2004.

LAMICHANE, M. et al. Accuracy of reconstructed images from cone-beam computed tomography scans. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, v. 136, n. 2, p. 156.e1-156.e6, Aug. 2009.

LAMONT, J. et al. Effect of two types of mandibular advancement splints on snoring and obstructive sleep apnoea. *Eur. J. Orthod.*, v. 20, n. 3, p. 293-297, Jun. 1998.

LAWTON, H. M., BATTAGEL, J. M., KOTTECHA, B. A comparison of the Twin Block and Herbst mandibular advancement splints in the treatment of patients with obstructive sleep apnoea: a prospective study. *Eur. J. Orthod.*, v. 21, n. 01, p. 82-90, Feb. 2005.

L'ESTRANGE, P. R. et al. A method of studying adaptive changes of the oropharynx to variation in mandibular position in patients with obstructive sleep apnoea. *J. Oral Rehab.*, v. 23, n. 10, p. 699-711, Oct. 1996.

LIM, J. et al. Oral appliances for obstructive sleep apnoea. *Cochrane Database Syst Rev.*, v. 25, n. 1, Jan. 2006.

LIU, Y. et al. Cephalometric and physiologic predictors of the efficacy of an adjustable oral appliance for treating obstructive sleep apnea. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, v. 120, n. 6, p. 639-647, Dec. 2001.

\_\_\_\_\_. Supine cephalometric analyses of an adjustable oral appliance used in the treatment of obstructive sleep apnea. *Sleep Breath*, v. 4, n. 2, p. 59-66. 2000.

LOWE, A. A. et al. Cephalometric comparisons of craniofacial and upper airway structure by skeletal subtype and gender in patients with obstructive sleep apnea. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, v. 110, n. 6, p. 653-664, Dec. 1996.

MAH, J. K. et al. Radiation absorbed in maxillofacial imaging with a new dental computed tomography device. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, v. 96, n. 4, p. 508-513, Oct. 2003.



MAH, J.; HATCHER, D. Three-dimensional craniofacial imaging. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, v. 126, n. 3, p. 308-309, Jun. 2004.

MARKLUND, M. Predictors of long-term orthodontic side effects from mandibular advancement devices in patients with snoring and obstructive sleep apnea. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, v. 129, n. 2, p. 214-221, Feb. 2006.

MARKLUND, M.; FRANKLIN, K. Long-term effects of mandibular repositioning appliances on symptoms of sleep apnoea. *J. Sleep Res.* v. 16, n. 4, p. 414-420, Dec. 2007.

MARKLUND, M.; FRANKLIN, K. A.; PERSSON, M. Orthodontic side-effects of mandibular advancement devices during treatment of snoring and sleep apnoea. *Eur. J. Orthod.*, v. 12, n. 2, p. 135-144, Apr. 2001.

MARKLUND, M.; STENLUND, H.; FRANKLIN, K. A. Mandibular advancement devices in 630 men and women with obstructive sleep apnea and snoring: tolerability and predictors of treatment success. *Chest*, v. 125, n. 4, p. 1270-1278, Apr. 2004.

MARTÍNEZ-GOMIS, J. et al. Five years of sleep apnea treatment with a mandibular advancement device. *Angle Orthod.*, v. 80, n. 1, p. 30-36, Jan. 2010.

MEHTA, A. et al. A randomized, controlled study of a mandibular advancement splint for obstructive sleep apnea. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, v. 136, n. 6, p. 1457-1461, May 2001.

MOZZO, P. et al. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: Preliminary results. *Eur. Radiol.*, v. 8, n. 9, p. 1558-1564, Nov. 1998.

MUNARO, B. et al. Consequências clínicas e morbidades associadas. In: DAL-FABBRO, C.; CHAVES JÚNIOR, C.; TUFIK, S. *A Odontologia na medicina do sono*. Maringá: Dental Press, 2010. Cap. 7, p. 161-171.

NAKAGAWA, Y. et al. Preoperative application of limited cone beam computerized tomography as an assessment tool before minor oral surgery. *Int. J. Oral. Maxillofac. Surg.*, v. 31, n. 3, p. 322-327, Jun. 2002.

NAKAJIMA, A. et al. Two and three-dimensional Orthodontic imaging using limited cone beam computed tomography. *Angle Orthod.*, v. 75, n. 6, p. 895-903, Nov. 2005.

NEILL, A. et al. Mandibular advancement splint improves indices of obstructive sleep apnea and snoring but side effects are common. *NZ Med. J.*, v.115, p. 289-292, June 2002.

NOBRE, M. E. *Distúrbios respiratórios do sono*. Disponível em: <<http://www.cefaleiaemsalvas.com.br/temas.html>>. Acesso em: 06 fev. 2008.

O'SULLIVAN, R. et al. Mandibular advancement splint: an appliance to treat snoring and obstructive sleep apnea. *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.*, v. 151, n. 1, p. 194-198, Jan. 1995.

OGAWA, T. et al. Evaluation of cross-section airway configuration of obstructive sleep apnea. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, v. 103, n. 1, p. 102-108, Jan. 2007.

OTSUKA, R. et al. A comparison of responders and nonresponders to oral appliance therapy for the treatment of obstructive sleep apnea. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, v. 129, n. 2, p. 222-229, Feb. 2006.

ÖZBEK, M. M. et al. Oropharyngeal airway dimensions and functional-orthopedic treatment in skeletal Class II cases. *Angle Orthod.*, v. 68, n. 4, p. 327-336, Aug. 1998.

PALOMBINI, L. O. Fisiopatologia dos distúrbios respiratórios do sono. In: DAL-FABBRO, C.; CHAVES JÚNIOR, C.; TUFIK, S. *A Odontologia na medicina do sono*. Maringá: Dental Press, 2010. Cap. 5, p.129-141.

PANCER, J. et al. Evaluation of variable mandibular advancement appliance for treatment of snoring and sleep apnea. *Chest*, v. 116, n. 6, p. 1511-1518, Dec. 1999.

PETRI, N. et al. Mandibular advancement appliance for obstructive sleep apnoea: results of a randomized placebo controlled trial using parallel group design. *J. Sleep Res.*, v. 17, n. 2, p. 221-229, June 2008.

PIGNATARI, S. S. N. et al. Noções gerais sobre a síndrome da apnéia e da hipopnéia obstrutiva do sono em crianças e o papel da polissonografia. In: CAMPOS, C. A. H.; COSTA, H. O. O. *Tratado de Otorrinolaringologia*. São Paulo: Roca, 2002. Cap. 57, p. 577-579.

PITSIS, A. J. et al. Effect of vertical dimension on efficacy of oral appliance therapy in obstructive sleep apnea. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, v. 166, n. 6, p. 860-864, Sept. 2002.

PRACHARKTAM, N. et al. Cephalometric assessment in obstructive sleep apnea. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, v. 109, n. 4, p. 410-419, Apr. 1996.

QUINTERO, J. C. et al. Craniofacial imaging in orthodontics: Historical perspective, current status, and future developments. *Angle Orthod.*, v. 69, n. 6, p. 491-506, Dec. 1999.

RANDERATH, W. J. et al. An individually adjustable oral appliance vs continuous positive airway pressure in mild-to-moderate obstructive sleep apnea syndrome. *Chest*, v. 22, n. 2, p. 569-575, Aug. 2002.

RINGQVIST, M. et al. Dental and skeletal changes after 4 years of obstructive sleep apnea treatment with a mandibular advancement device: a prospective randomized study. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, v. 124, n. 1, p. 53-60, July 2003.

ROSE, E. et al. A comparative study of two mandibular advancement appliances for the treatment of obstructive sleep apnoea. *Eur. J. Orthod.*, v. 24, n. 2, p. 191-198, Apr. 2002.

SANNER, B. M. et al. MRI of the pharynx and treatment efficacy of a mandibular advancement device in obstructive sleep apnoea syndrome. *Eur. Respir. J.*, v. 20, n. 1, p. 143-150, July 2002.

SCARFE, W. C.; FARMAN, A. G.; SUKOVIC, P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J. Can. Dent. Assoc.*, v. 72, n. 1, p. 75-80, Feb. 2006.

SCHWAB, R. J. et al. Identification of upper airway anatomic risk factors for obstructive sleep apnea with volumetric magnetic resonance imaging. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, v. 168, n. 5, p. 522-530, Sept. 2003.

SILVA, R. S.; GARBUIO, S. A. Polissonografia. In: DAL-FABBRO, C.; CHAVES JÚNIOR, C.; TUFIK, S. *A Odontologia na medicina do sono*. Maringá: Dental Press, 2010. Cap. 4, p. 101-125.

SLEEP apnea machines. In: SLEEP apnea: sleep apnea chin strap. [S.l.]: MySleepApneaSite.com, 2009. Disponível em: <<http://mysleepapneasite.com/sleep-apnea-machines>>. Acesso em: 24 jun. 2009.

SUKOVIC, P. Cone beam computed tomography in craniofacial imaging. *Orthod. Craniofac. Res.*, v. 6, Suppl 1, p. 31-36, 2003.

WALKER-ENGSTRÖM, M.L. et al. 4-year follow-up of treatment with dental appliance or uvulopalatopharyngoplasty in patients with obstructive sleep apnea: a randomized study. *Chest.*, v. 121, n. 3, p. 739-746, Mar. 2002.

SWENNEN, G. R. J.; SCHUTYSER, F.; HAUSAMEN, J. E. *Three-dimensional cephalometry: a color atlas and manual*. New York: Spring, 2006.

TEIXEIRA, A. O. B. *Uso de aparelho de protrusão mandibular como recurso para tratamento da síndrome da apnéia obstrutiva do sono*. 2008. 118f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <[http://www.bdtd.uerj.br/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=739](http://www.bdtd.uerj.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=739)>. Acesso em: 12 ago. 2009.

TSO, H. H. et al. Evaluation of the human airway using cone-beam computerized tomography. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, v. 108, n. 4, p. 768-776, Nov. 2009.

TSUDA, H. et al. Side effects of boil and bite type oral appliance therapy in sleep apnea patients. *Sleep Breath.*, v. 11, Oct. 2009. Epub ahead of print.

TUFIK, S. *Medicina e biologia do sono*. São Paulo: Manole, 2008.

WALKER-ENGSTRÖM, M. L. et al. Four-year follow-up of treatment with dental appliance or uvulopalatopharyngoplasty in patients with obstructive sleep apnea. *Chest*, v. 121, n. 3, p. 739-746, Mar. 2002.

WARUNEK, S. P. Oral appliance therapy in sleep apnea syndrome: a review. *Semin. Orthod.*, v. 10, n. 1, p. 73-89, Mar. 2004.

WONG, M. L. et al. Craniofacial morphology, head posture, and nasal respiratory resistance in obstructive sleep apnoea: an inter-ethnic comparison. *Eur. J. Orthod.*, v. 27, n. 7, p. 91-97, Feb. 2005.

YILIDRIM, N. et al. The effect of posture on upper airway dimensions in normal subjects and in patients with the sleep apnea/hypopnea syndrome. *Am. Rev. Respir. Dis.*, v. 144, n. 4, p. 845-847, Oct. 1991.

YUSHKEVICH, P. A. et al. User-guided 3D active contour segmentation of anatomical structures: Significantly improved efficiency and reliability. *Neuroimage*, v. 31, n. 3, p. 116-1128, July 2006.

ZHAO, X.; LIU, Y.; GAO, Y. Three-dimensional upper-airway changes associated with various amounts of mandibular advancement in awake apnea patients. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, v. 133, n. 5, p. 661-668, May 2008.

ZONATO, A. I.; HADDAD, F. L. M. Tratamento cirúrgico. In: DAL-FABBRO, C.; CHAVES JÚNIOR, C.; TUFIK, S. *A Odontologia na medicina do sono*. Maringá: Dental Press, 2010. p. 189-199.

## APÊNDICE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

FACULDADE DE ODONTOLOGIA

### Termo de Consentimento Livre Esclarecido Pós-Informação

“Avaliação tridimensional das vias aéreas superiores de pacientes com apnéia obstrutiva do sono que utilizaram aparelho de avanço mandibular”

Prezado Sr (a):

A Faculdade de Odontologia da UERJ está realizando uma pesquisa, desenvolvida pelos alunos e professores do curso de pós-graduação de Ortodontia, sob orientação do professor Marco Antonio de Oliveira Almeida, com o objetivo de avaliar os resultados do tratamento da apnéia obstrutiva do sono com aparelho de avanço mandibular, principalmente no que diz respeito às vias aéreas superiores.

Os pacientes diagnosticados como portadores de apnéia obstrutiva do sono, receberão um aparelho que deverá ser utilizado por 6 (seis) meses, como tratamento da síndrome e, após esse período, o paciente deverá realizar uma polissonografia e duas tomografias computadorizadas para avaliação dos resultados da aparelhagem. Também serão entrevistados em dois tempos de forma a obter uma resposta subjetiva ao tratamento realizado. O acompanhamento poderá ainda, depois desse período inicial, ser continuado para observação a longo prazo.

A participação na pesquisa é voluntária e os procedimentos realizados não oferecerão riscos para a saúde ou para a privacidade do indivíduo. O nosso retorno se dará com o tratamento da síndrome por meio de aparelho intra-oral, esclarecimentos odontológicos de importância cotidiana e instruções de higiene bucal. Em qualquer etapa do estudo, você poderá ter acesso ao profissional responsável para informação adicional pelo telefone (21) 2288-2029. Os dados coletados serão mantidos em sigilo, sendo manipulados apenas pelos responsáveis pela pesquisa e arquivados por período indeterminado. Entretanto, os resultados em sua totalidade serão publicados em literatura científica especializada, estando também disponíveis para a consulta na Biblioteca da Disciplina de Ortodontia da UERJ.

Atenciosamente,

\_\_\_\_\_  
Luciana Baptista Pereira Abi-Ramia, CD  
Pós-Graduanda em Ortodontia da UERJ

\_\_\_\_\_  
Prof. Marco Antônio Almeida, CD, DO  
Professor de Ortodontia da UERJ e orientador da pesquisa

-----  
Eu \_\_\_\_\_,  
portador de RG nº \_\_\_\_\_, certifico que lendo as informações acima concordo com o  
que foi exposto e autorizo a minha participação na pesquisa acima discriminada.

Rio de Janeiro, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Assinatura

**ANEXO - Documento de autorização do Comitê de Ética em Pesquisa**

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
HOSPITAL UNIVERSITÁRIO PEDRO ERNESTO  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA**



Rio de Janeiro, 21 de novembro de 2007

Do: Comitê de Ética em Pesquisa  
Prof. Paulo José D'Albuquerque Medeiros  
Para: Aut. Luciana Baptista Pereira Abi-Ramia  
Orient. Prof. Marco Antonio de Oliveira Almeida

O Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Pedro Ernesto, após avaliação, considerou o projeto (1908-CEP/HUPE) " AVALIAÇÃO TRIDIMENSIONAL DAS VIAS AÉREAS SUPERIORES DE PACIENTES COM APNÉIA OBSTRUTIVA DO SONO QUE UTILIZARAM APARELHO DE AVANÇO MANDIBULAR " aprovado, encontrando-se este dentro dos padrões éticos da pesquisa em seres humanos, conforme Resolução n.º 196 sobre pesquisa envolvendo seres humanos de 10 de outubro de 1996, do Conselho Nacional de Saúde, bem como o consentimento livre e esclarecido.

O pesquisador deverá informar ao Comitê de Ética qualquer acontecimento ocorrido no decorrer da pesquisa.

O Comitê de Ética solicita a V. S<sup>a</sup>., que ao término da pesquisa encaminhe a esta comissão um sumário dos resultados do projeto.

  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA  
HUPE / UERJ  
Prof. Paulo José D'Albuquerque Medeiros  
Membro do Comitê de Ética em Pesquisa