

UNESP
FACULDADE DE ENGENHARIA DO CAMPUS DE GUARATINGUETÁ

**ANÁLISE DOS SINAIS DOS RUÍDOS ARTICULARES DAS PATOLOGIAS
DISCAIS DA ARTICULAÇÃO TEMPOROMANDIBULAR**

GUARATINGUETÁ – SP
2013

ÁLVARO MÚCIO LEITE DA SILVA

**ANÁLISE DOS SINAIS DOS RUÍDOS ARTICULARES DAS PATOLOGIAS
DISCAIS DA ARTICULAÇÃO TEMPOROMANDIBULAR**

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia
do Campus de Guaratinguetá, Universidade
Estadual Paulista, para obtenção do título de
Doutor em Engenharia Mecânica, na área de
Projetos.

Orientador: Prof. Dr. Araildo Lima da Silva
Co-orientador: Prof. Dr. Libório José Faria Junior

Guaratinguetá

2013

Silva, Álvaro Múcio Leite da

S586a Análise dos Sinais dos Ruídos Articulares das Patologias Discais da
Articulação Temporomandibular / Álvaro Múcio Leite da Silva.-
Guaratinguetá : [s.n.], 2013.
98f.: il.

Bibliografia: f. 78-83

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Engenharia de Guaratinguetá, 2013.

Orientador: Prof. Dr. Araildo Lima da Silva

Coorientador: Prof. Dr. Lúbório José de Faria Junior

1. Articulação temporomandibular I. Título

CDU 616.724

ALVARO MÚCIO LEITE DA SILVA

ESTA TESE FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
"DOUTOR EM ENGENHARIA MECÂNICA"

PROGRAMA: ENGENHARIA MECÂNICA
ÁREA: PROJETOS

APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO


Prof. Dr. Edson Cocchieri Botelho
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. ARAILDO LIMA DA SILVA
Orientador / UNESP-FEG


Prof. Dr. MAURO PEDRO PERES
UNESP-FEG


Prof. Dr. ROSINEI BATISTA RIBEIRO
UERJ


Prof. Dr. ROGÉRIO DE LIMA ROMEIRO
FAPI


Prof. Dr. SILVIO SILVÉRIO DA SILVA
EEL/USP

Dezembro de 2013

DADOS CURRICULARES

ÁLVARO MÚCIO LEITE DA SILVA

DADOS CURRICULARES

NASCIMENTO	04.02.1967
FILIAÇÃO	Múcio Altino da Silva Leoni Leite da Silva
1989/1992	Curso de Graduação em Fisioterapia Faculdade Clube Náutico Mogiano, Mogi das Cruzes – SP.
1993/1995	Especialização Lato-Sensu em Fisioterapia Cardiorrespiratória pela UNIABC, São Caetano do Sul – SP.
2005/2007	Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, nível de Mestrado na área de Projetos na Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá – UNESP/SP.
2006/2009	Especialização Lato-Sensu em Acupuntura no Centro de Estudos Firval/UNISAÚDE/ Center Fisio IMES, São José dos Campos – SP

aos meus amados pais Leoni e Múcio (*in memoriam*), pelo prazer supremo da vida, através da construção de valores e princípios, ajudando a semear a luz do caminho no solo da mente e do coração, conforto do acolhimento, dedicações constantes para nossa formação moral e profissional. Estarão sempre presentes em mente, oração e coração.

aos meus queridos irmãos Beto Múcio e Emerson Múcio, grato pelo carinho e respeito, pela presença em todos os momentos, vivendo o significado da partilha graças à educação dada. Beijos no coração.

aos meus maiores tesouros Bruno Henrique, João Guilherme, Maria Eduarda e Catarina, pela pureza da alma e por fazerem parte da minha alegria de viver, nesta construção de um mundo de imagens de amor, paz, carinho e sonho. Simplesmente amo vocês.

à minha amada Karina, que em nenhum momento lhe vejo fora do que faço, pelo amor sempre regado ao respeito e compreensão.

do fruto do amor ganhamos um presente de Deus. Emanuele minha filha, eu te amo.

“para conhecermos os amigos é necessário passar pelo sucesso e pela desgraça. No sucesso, verificamos a quantidade e na desgraça a qualidade.” (Confúcio). Obrigado amigo Tupi pelo companheirismo.

a fisioterapia, meu sonho, minha identidade, meu orgulho. Bela e nobre, cheia de caminhos a serem percorridos.

aos pacientes com seus olhares de esperança, confiança e credibilidade, o meu eterno carinho e gratidão por acreditar no homem e na ciência. Fonte de Aprendizado.

AGRADECIMENTOS

Ao final desta etapa da minha vida, transitei entre vitórias e derrotas, feita de momentos felizes e tristes. Conteí com apoio de muitas pessoas que me ajudaram, sendo umas em silêncio e outras com carinho, a alcançar esse trajeto da vitória.

ao professor Araildo, Doutor na ciência e na vivência de tão alta capacidade, muito obrigado de coração.

aos amigos do DME Mário, Urbano, Miguel e Lúcia e a minha amiga Gabi, que estarão sempre presentes nas minhas orações, grato para sempre.

aos funcionários da FEG, em especial ao setor da mecânica, que sempre com disposição me atenderam com respeito e apreço.

ao Dr. Libório - CEDDA, de tão alto conhecimento, dedicação e carinho, que me atendeu com sua humildade, tranquilidade para meu crescimento profissional, moral e intelectual.

ao Hospital Maternidade Frei Galvão, por meio do Sr Gilberto Nering, pelo apoio e incentivo dado à pesquisa.

ao Professor Dr. Messias Borges Silva por sua humildade e competência no auxílio à elaboração deste trabalho.

aos meus amigos da FisioClin RME, pela presteza e paciência, mesmo nos momentos de angústia e solidão.

aos meus familiares e amigos que não irei enumerá-los e sim agradecê-los, pela ajuda nesta caminhada.

A Deus, meu grande amigo, meu Senhor e criador,
por ter me iluminado e trilhado no meu caminho no poder
de saber e no poder de mudar e pela bênção concedida da
inteligência. Meu Senhor e meu Deus eu creio, mas
aumentai ainda mais a minha fé.

Álvaro Múcio Leite da Silva

“Só a humildade e a submissão é que faz o homem do bem”
(Michel de Montaigne).

SILVA, Álvaro Múcio Leite da, **Análise dos Sinais dos Ruídos Articulares das Patologias Discais da Articulação Temporomandibular**. 2013. 98f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá 2013.

RESUMO

Esse trabalho teve como objetivos desenvolver um método diagnóstico inédito opcional aos já existentes no tratamento das DTMs, gerar um banco de dados referentes à patologia em estudo e propor um procedimento de análise do sistema côndilo-disco e fossa da ATM, visando identificar e classificar individualmente tal sistema por meio de sinais elétricos provenientes dos ruídos articulares, auxiliar nos procedimentos clínicos, agregar dados para o prontuário do paciente e oferecer uma fonte de consulta para futuras pesquisas. Foi utilizado um sistema devidamente calibrado para a coleta de dados composto por um conjunto estetoscópio/microfone e equipamentos para processamento e armazenamento dos dados; adicionalmente, foram obtidas imagens por meio de Ressonância Magnética Nuclear das ATMs esquerda e direita de cada voluntário para uma confirmação do comportamento da articulação em análise e suas patologias. Para os cálculos dos parâmetros no domínio do tempo e da frequência foram utilizados os aplicativos Microsoft Excel 2010 e Origin Pro, versão 8.5.1 SR2. Pelos sinais acústicos, evidenciaram-se os instantes de início e término de cada ciclo de abertura e fechamento com os seus respectivos Níveis de Pressão Sonora. A técnica desenvolvida neste trabalho de caráter não invasivo e de relativa praticidade pode ser aplicável sem grandes dificuldades por profissionais da área da saúde.

PALAVRAS-CHAVE: Articulação Temporomandibular (A.T.M.), Ruídos Articulares, Disfunção Temporomandibular (D.T.M.)

SILVA, Álvaro Múcio Leite da, **Signal and Noise Analysis of the Temporomandibular Joint Disc. Pathologies**. 2013. 98f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá 2013.

ABSTRACT

This work aims to develop a diagnostic option to the existing treatment of TMD, generate a database concerning the pathology under study and propose a procedure for analyzing the system disc and condyle - fossa TMJ , to identify and classify such a system by means of electrical signals from the joint noises , assist in clinical procedures , aggregate data for the patient's records and provide a source of information for future researches . A properly calibrated system for data collection comprising a set with stethoscope / microphone and equipment for processing and storage of data was utilized; in addition, images were obtained through left and right NMR of ATMs of each volunteer to confirm the behavior of the articulation analysis and its pathologies. For the calculations of the parameters in the time domain and frequency applications, Microsoft Excel 2010 and Origin Pro version 8.5.1 SR2 were utilized. By means of acoustic signals, the moments of beginning and end of each cycle of opening and closing with their respective NPS became evident. The technique developed in this study of noninvasive nature and relative practicality can be applied with no major difficulties by health professionals.

KEYWORDS: Temporomandibular Joint (TMJ); Articular Noises; Temporomandibular Disfunction (DTM).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Esquema indicativo da DTM.....	20
Figura 2	- Articulação Temporomandibular.....	24
Figura 3	- Musculatura temporal anterior, médio e posterior.....	25
Figura 4	- Músculo Masseter.....	26
Figura 5	- Musculatura pterigóidea medial e lateral.....	27
Figura 6	- Musculatura digástrica anterior e posterior.....	28
Figura 7	- Biomecânica da ATM durante abertura e fechamento da boca....	30
Figura 8	- Ressonância Magnética Nuclear em corte sagital.....	37
Figura 9	- Ressonância Magnética da Boca Fechada.....	37
Figura 10	- Ensaio de um dos voluntários na câmara anecóica devidamente posicionado na cadeira adaptada.....	43
Figura 11	- Bancada de Ensaio composta pelo decibelímetro digital à esquerda, o condicionador/amplificador de sinais Spider 8 ao centro e o sistema computacional à direita.....	43
Figura 12	- Fluxograma do processo para coleta de dados.....	44
Figura 13	- Fluxograma do Processo para Calibração do conjunto estetoscópico/microfone.....	46
Figura 14	- Conjunto estetoscópio-microfone-decibelímetro utilizado para a coleta dos sinais acústicos.....	47
Figura 15	- (a) Blocos com dimensões personalizadas utilizado no ciclo de abertura (bloco da esquerda) e fechamento (bloco da direita) para o voluntário em estudo.(b) Blocos com suas dimensões próprias do voluntário em estudo.....	48
Figura 16	- Seleção de um dos picos do sinal acústico no domínio do tempo do voluntário em estudo.....	49
Figura 17	- Cadeira Modificada e Instrumentada com escalas graduadas para realização do experimento.....	50
Figura 18	- Sistema de coordenadas cartesianas instrumentado com escalas graduadas com pontos demarcados a uma distância de 200 mm.	50
Figura 19	- Processo de conversão da imagem do voluntário em estudo de pixel para milímetros	51
Figura 20	- Dimensões no eixo Z das câmeras frontal (a) e lateral (b).....	52

Figura 21	- Cálculo do valor eficaz do nível de pressão sonora – NPS do voluntário em estudo.....	54
Figura 22	- Cálculo da média dos valores eficazes das três coletas do voluntário em estudo.....	54
Figura 23	- Seleção dos dados no domínio do tempo dos níveis de pressão sonora – NPS do voluntário em estudo (coluna B) com seus respectivos instantes de tempo (coluna A).....	55
Figura 24	- Cálculo da FFT efetuado no Origin Pro 8.5.1. do sinal acústico do voluntário em estudo.....	56
Figura 25	- Seleção das colunas de frequência e amplitude definidas pela FFT realizada pelo Origin Pro 8.5.1.....	56
Figura 26	- Gráfico da FFT com indicação das coordenadas de frequência e amplitude de um dos picos selecionados do voluntário em estudo.....	57
Figura 27	- Gráfico de Amplitude x Tempo do primeiro ao terceiro ciclo de abertura e fechamento da boca do voluntário em estudo.....	59
Figura 28	- Gráfico da FFT com indicação das coordenadas de frequência e amplitude de um dos picos selecionados do voluntário em estudo.....	60
Figura 29	- Gráfico de NPS x Tempo do segundo ciclo de abertura e fechamento da boca do voluntário em estudo no intervalo de tempo de 4,60s a 6,66s.....	63
Figura 30	- Gráfico de NPS x Tempo do terceiro ciclo de abertura e fechamento da boca do voluntário 7 no intervalo de tempo de 7,29s a 9,52s.....	65
Figura 31	- RMN da ATM esquerda com a boca fechada do voluntário em estudo.....	67
Figura 32	- RMN da ATM direita com a boca fechada do voluntário em estudo.....	67
Figura 33	- RMN da ATM esquerda em abertura máxima do voluntário em estudo.....	68
Figura 34	- RMN da ATM direita em abertura máxima do voluntário em estudo.....	68

Figura 35	- RMN da ATM esquerda da boca em fechamento limitada pelo bloco personalizada de maior dimensão do voluntário em estudo	69
Figura 36	- RMN da ATM esquerda com a boca fechada do voluntário em estudo.....	69
Figura 37	- RMN da ATM direita da boca em fechamento limitada pelo bloco personalizada de maior dimensão do voluntário em estudo.	69
Figura 38	- RMN da ATM esquerda da boca em fechamento limitada pelo bloco personalizada de menor dimensão do voluntário em estudo.....	70
Figura 39	- RMN da ATM direita da boca em fechamento limitada pelo bloco personalizada de menor dimensão do voluntário em estudo.	70
Figura 40	- RMN da ATM esquerda do voluntário em estudo.....	71
Figura 41	- RMN da ATM direita do voluntário em estudo.....	71
Figura 42	- RMN da ATM esquerda em abertura máxima do voluntário em estudo.....	72
Figura 43	- RMN da ATM direita em abertura máxima do voluntário em estudo.....	72
Figura 44	- RMN da ATM esquerda da boca em fechamento limitada pelo bloco personalizada de maior dimensão do voluntário em estudo..	73
Figura 45	- RMN da ATM direita da boca em fechamento limitada pelo bloco personalizada de maior dimensão do voluntário em estudo.	73
Figura 46	- - RMN da ATM esquerda da boca em fechamento limitada pelo bloco personalizada de menor dimensão do voluntário em estudo.	74
Figura 47	- - RMN da ATM direita da boca em fechamento limitada pelo bloco personalizada de menor dimensão do voluntário em estudo	74
Figura 48	- Valores médios dos ciclos de fechamento das amplitudes dos níveis de pressão sonora – NPS dos voluntários estudados.....	75
Figura 49	- Valores médios dos ciclos de abertura das amplitudes dos níveis de pressão sonora – NPS dos voluntários estudados.....	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Intervalos de tempo de fechamento e abertura da boca.....	49
Tabela 2 – Média dos Desvios Padrões de todos os voluntários.....	58
Tabela 3 - NPS x tempo do 1º ciclo de abertura e fechamento do voluntário em estudo....	61
Tabela 4 - NPS x tempo do 2º ciclo de abertura e fechamento do voluntário em estudo....	64
Tabela 5 - NPS x tempo do 3º ciclo de abertura e fechamento do voluntário em estudo...	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATM	Articulação Temporomandibular
dB	Decibel
DCM	Desordem Crânio Mandibular
DDSR	Deslocamento de Disco sem Redução
DFT	Transformada Discreta de Fourier
DTM	Disfunções Temporomandibulares
FFT	Transformada Rápida de Fourier
IHS	Internacional Headache Society
IPM	Indicador de Posição Mandibular
IRM	Imagem de Ressonância Magnética
MIH	Máxima Intercuspidação Habitual
NPS	Nível de Pressão Sonora
RC	Relação Cêntrica
RMN	Ressonância Magnética Nuclear
RMS	Root Mean Square (Valor Quadrático Médio)
SNC	Sistema Nervoso Central

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	17
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	19
2.1. ANATOMIA DA ARTICULAÇÃO TEMPORAMANDIBULAR (ATM).....	24
2.2. BIOMECÂNICA DA ARTICULAÇÃO TEMPOROMANDIBULAR.....	28
2.3. FISIOPATOLOGIA DA DISFUNÇÃO DA ARTICULAÇÃO TEMPOROMANDIBULAR.....	31
2.4. IMAGEM POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NUCLEAR DA ATM	34
3. HIPÓTESES	40
4. MATERIAIS E MÉTODO	41
4.1. TIPO DE ESTUDO.....	41
4.2. LOCAL DE ESTUDO	41
4.3. População do Estudo	41
4.4. Aspectos Éticos Relacionados à Pesquisa	42
4.5. Riscos e Benefícios.....	42
4.6. Procedimento EXPERIMENTAL.....	42
4.7. Instrumentos para Coleta de Dados	45
4.8. PROCEDIMENTO PARA COLETA DE dados.....	45
4.9. Procedimento de calibração do Microfone.....	46
4.10. CÁLCULO DE dB.....	53
4.11. CÁLCULO DA FREQUÊNCIA.....	55
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	58
5.1. SINAL coletado da amplitude X TEMPO DO VOLUNTÁRIO EM ESTUDO	59
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	76
7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	77
REFERÊNCIAS.....	78
APÊNDICE A – desvio Padrão	84
APÊNDICE B - SINAIS COLETADOS DOS 8 VOLUNTÁRIOS.....	85
APÊNDICE C – MÉDIA EM dB	86

APÊNDICE D – FREQUÊNCIA DOS SINAIS COLETADOS.....	87
ANEXO A – DECLARAÇÃO DO COMITE DE ÉTICA	88
ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	89
ANEXO c – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE DE PARTICIPAÇÃO DO ESTUDO ..	90
ANEXO D – CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO DECIBELÍMETRO DEC-5010.....	91
ANEXO E – FICHA DE AVALIAÇÃO CLÍNICA.....	94

1. INTRODUÇÃO

Por meio de um primeiro estudo de Coimbra, 2002 na FEG – UNESP, no Departamento de Engenharia Mecânica, na área de projetos no ano de 2004, cujo tema era Análise de Sinais Aplicada à Instrumentação Médica para a Identificação e Diagnóstico de Patologias Degenerativas do Joelho, houve um interesse em realizar um estudo dos sinais acústicos da Articulação Temporomandibular - ATM.

Na dissertação de Silva, 2007 tendo como título Análise da intensidade e frequência dos ruídos articulares da articulação temporomandibular, foi desenvolvido um sistema para aquisição de dados, composto por um conjunto estetoscópio/microfone, utilizando equipamentos para condicionamento e aquisição de sinais e aplicativos computacionais para registro, análise e apresentação dos dados. Obteve-se como resultados a diferenciação de casos patológicos e não patológicos por meio da amplitude dos sinais coletados em 31 voluntários, tendo como comprovação da eficácia do estudo. Foi utilizado o teste da Análise de Variância (ANOVA) no qual o nível de significância adotado foi de 7%. Outra contribuição desse trabalho foi o desenvolvimento de um exame não invasivo para as Disfunções das Articulações Temporomandibulares (DTMs).

Com o intuito de aperfeiçoar a dissertação, devido à dificuldade e à complexidade no diagnóstico das disfunções e por existirem estudos já desenvolvidos que comprovam a grande incidência de casos de DTMs, desenvolveu-se na tese em questão um método que engloba um protocolo padrão para aquisição dos sinais acústicos provenientes da ATM e um bloco padrão para garantir um posicionamento de abertura e fechamento com medidas específicas para cada voluntário e compara-se com as imagens de Ressonância Magnética Nuclear dos voluntários portadores de patologias discais, a fim de comprovar a eficácia do método proposto.

O estudo foi aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa das Faculdades Integradas Teresa D'Ávila e os voluntários foram pré-determinados por meio de uma avaliação inicial (ANEXO A). Foram esclarecidos sobre o estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e o Termo de Consentimento de Participação do Estudo.

Trata-se de um estudo que utiliza um estetoscópio mecânico para investigar sua funcionalidade e aplicabilidade como meio auxiliar no diagnóstico e na elaboração de um plano de tratamento a ser traçado pela equipe multidisciplinar, no tratamento de uma patologia específica de grande incidência das DTMs, bem como complementar a Ressonância Magnética Nuclear - RMN.

Estudos já desenvolvidos confirmaram a grande incidência de casos de DTMs. Dentre os mais frequentes, encontram-se os das patologias discais cujos sinais acústicos dependem das alterações estruturais e das relações do complexo côndilo-disco e fossa articular.

Os dados foram coletados por meio do sistema desenvolvido anteriormente na dissertação, tendo como diferencial a filmagem para a obtenção de blocos padrões de abertura e fechamento através de cálculos para a construção deles. Após a construção dos blocos, foi realizada a RMN das ATMs para a confirmação dos dados adquiridos através do sistema em questão. As análises do domínio do tempo e da frequência dos dados coletados foram comparadas às imagens da RMN.

O uso de equipamentos de ressonância magnética e de tomografia computadorizada para diagnóstico de DTMs apresenta alto custo e não oferece uma avaliação em tempo real. Durante a realização do exame clínico no consultório, uma possível opção perante os métodos usualmente utilizados baseia-se em um sistema acústico de imagem de custo relativamente baixo, visando permitir uma análise detalhada e segura dos dados originados pela coleta dos ruídos envolvidos na patologia em estudo.

Justifica-se, portanto, o presente estudo de caráter teórico-prático, metodológico, visando implantar um método de investigação com aplicabilidade e viabilidade nos processos de ausculta e diagnóstico de patologias discais da ATM.

O presente trabalho tem como ênfase a coleta de dados para avaliação da Intensidade e Frequência dos Ruídos Intra-Articulares das patologias discais da ATM do complexo côndilo-disco e fossa. Visa oferecer aos profissionais da área da saúde uma metodologia de avaliação e exame clínico de maneira simultânea e de confiabilidade maior que os apresentados pelos processos puramente de ausculta. Este último, dependente da experiência clínica do profissional da área, possibilita a geração de um banco de dados para avaliações e pesquisas futuras para os casos de interesse em áreas afins.

2. REVISÃO DA LITERATURA

De acordo com Okeson (2008), o sistema mastigatório é a unidade funcional do corpo primordialmente responsável pela mastigação, fala e deglutição. Os seus componentes também desempenham um papel importante no paladar e na respiração. O sistema é composto por ossos, articulações, ligamentos, dentes, e músculos. Além disso, um intrincado sistema de controle neurológico regula e coordena todos esses componentes estruturais.

A área onde a mandíbula se articula com o crânio, a articulação temporomandibular (ATM) é uma das articulações mais complexas do corpo humano. Ela proporciona um movimento de dobradiça, em um plano, e, ao mesmo tempo, ela também pode proporcionar movimentos de deslizamentos (OKESON, 2008).

O sistema mastigador hoje está denominado como sistema estomatognático e a articulação temporomandibular é um dos componentes mais importantes desse sistema. A mastigação, a deglutição, a fonação e a postura dependem muito da função, saúde e estabilidade desta para funcionarem de forma adequada (ARELLANO, 2002), constituindo uma ligação móvel entre o osso temporal e a mandíbula. É uma articulação do tipo sinovial, que se inter-relaciona anatômica e biomecanicamente com as articulações adjacentes e da coluna cervical (TOSATO, BISOTTO-GONZALEZ e GONZALEZ, 2005).

O sistema estomatognático, segundo Douglas (1994 *apud* BRUM, 2010), é um “conjunto de estruturas, bucais, que desenvolvem funções comuns tem características que lhe são próprias pode influenciar sobre o funcionamento de outros sistemas”. Fazendo parte deste complexo sistema, tem-se a ATM, que segundo Fugin e Garino (1994 *apud* AMANTEA; NOVAES, CAMPO LONGO, et. al., 2004); é “um conjunto de estruturas anatômicas, que com a participação de grupos musculares especiais, possibilitam a mandíbula executar variados movimentos durante a mastigação”.

Okeson (2008) explica que a ATM representa a ligação articulada da mandíbula com a base do crânio, que por sua vez, apresenta conexões musculares e ligamentos com a região cervical que juntos formam um sistema funcional denominado sistema crânio-cervico-mandibular.

Quando existe alguma alteração na ATM, acontece o que é denominado de disfunção temporomandibular (DTM), que pode ser chamada também de desordem craniomandibular (DCM), sendo essa, uma síndrome que envolve a região craniocervical, musculatura mastigatória e as ATMs (BASSI, MORIMOTO e COSTA, 2011).

Disfunções nessa articulação são resultados de seu funcionamento anormal (Figura 1) e pode aparecer por diversos motivos, devido a sua etiologia multifatorial, manifestando-se numa variedade de sinais e sintomas, como alterações posturais, desarmonia do côndilo com o disco, parafunções, fatores psicológicos, alterações proprioceptivas, decorrentes de desequilíbrios oclusais, entre outros (PASINATO, CORRÊA e PERONI, 2006; TOSATO, BISOTTO-GONZALEZ e GONZALEZ, 2005).

Figura 1 – Esquema indicativo da DTM



Fonte: (LOIOLA, 2007).

Barbosa, Miyakoda, Pocztaruk et. al. (2008 *apud* SANTOS, SANTOS, SOUZA, 2009) descrevem que as disfunções temporomandibulares possuem um termo genérico de determinados sinais clínicos e sintomas, que envolvem os músculos mastigadores, a articulação temporomandibular e estruturas associadas, portanto, a DTM, indica uma etiologia multifatorial e pode considerar normal envolver uma abordagem interdisciplinar para seu tratamento.

Caracteriza-se o distúrbio temporomandibular por anormalidades e/ou dor músculo-esquelética nos músculos mastigatórios. Essa dor pode ser ocasional ou contínua e breve durante a mastigação que se associa frequentemente com os movimentos restritos da

mandíbula e estalidos (OLIVEIRA, SIQUEIRA, SANVOVSKI et. al., 2008 *apud* SANTOS, SANTOS, SOUZA, 2009).

Sabe-se que essas disfunções da ATM são mais frequentes no gênero feminino, não havendo ainda um consenso sobre a idade prevalente, entretanto, estudos demonstram que a faixa etária mais acometida é dos 20 aos 45 anos, sendo que até os 40 anos, a principal causa é de origem muscular, DTM miogênica, já a partir dos 40 anos, o principal fator etiológico é a degeneração articular (TOSATO e CARIA, 2006).

Existe uma clássica tríade de sinais e sintomas da DTM são elas: a dor (articular e/ou muscular), os ruídos articulares e a limitação na abertura bucal (LASKIN, 1969 *apud* ROSENBLATT, AZEVEDO, DIAS et. al., 2006).

Entre os sinais e sintomas mais comuns estão: estalidos, crepitações, hipomobilidade mandibular, irregularidades e assimetrias dos movimentos de abertura e fechamento da mandíbula, distúrbios do sono e dor na região da ATM (PIOZZI e LOPES, 2002). Em uma revisão de 18 estudos epidemiológicos realizados por Okensson (1998), foi possível observar que o sinal mais incidente foi ruídos da ATM (19%), seguido de cefaléias e otalgias (17%), cansaço e enrijecimento da mandíbula (11%), limitação de movimentos mandibulares (8%), dor na função mandibular e, por último, trauma mandibular (4%).

A dor é um sintoma comum nos pacientes com DTM e pode ser oriunda de uma fonte primária, localizada diretamente na estrutura afetada ou de uma fonte secundária decorrente do efeito excitatório central. A dor primária pode ter sua origem a partir da hiperatividade muscular e causar alterações circulatórias no músculo, acúmulo de líquido nos tecidos musculares, produzindo compressão nos receptores da dor ou através de processos inflamatórios no seu interior. O deslocamento do disco, por sua vez, gera dor pela exposição das inserções posteriores deste com a zona bilaminar, em que ficam as porções vasculares e nervosas da articulação, que serão comprimidas pelo côndilo na movimentação da mandíbula e também no deslocamento posterior do côndilo (PIOZZI e LOPES, 2002, GARCIA, 2005).

A presença dos estalidos ou ruídos crepitantes de um ou nos dois lados durante os movimentos mandibulares na mastigação, no bocejo, ou simplesmente ao abrir e fechar a boca, é outro sinal nos casos de DTM. Quanto esse ruído associa-se com a dor e interferência durante a movimentação, o ruído pode ser um indício de envolvimento de componentes intra-articulares das ATMs, ou um estágio de transição para um distúrbio degenerativo. Quando os sons articulares são isolados, não necessariamente indica uma condição patológica, mas pode representar um indício (MAZZETO, HOTTA, MAZZETTO, 2009).

Segundo Mohl et al. (1989), os sons da ATM podem ser auscultados por meio do uso de um estetoscópio, mas a combinação da audição e da palpação, em geral, é suficiente para caracterizar o ruído (crepitação ou estalo). O paciente deve ser instruído para mastigar cera sólida, enquanto o examinador palpa levemente as articulações, para evidenciar o estalo, que induzirá o aparecimento do sinal sob condições funcionais dinâmicas, testando, deste modo, as articulações temporomandibulares (SOLBERG, 1989).

A análise clínica para determinação dos ruídos articulares também é motivo de controvérsia entre os autores. Palpação manual e auscultação por meio de estetoscópio têm sido os meios mais comumente utilizados, na rotina clínica, para análise destes ruídos (CONTI, MIRANDA E ORNELAS, 2000).

Realizou-se um estudo para registrar a presença e o tipo de ruído na ATM, além de verificar a presença de correlação entre o deslocamento de disco articular e a postura ao dormir em 250 voluntários, sendo 125 indivíduos com suspeita de DTM e 125 indivíduos saudáveis. Todos os indivíduos responderam questionários sobre a percepção de ruídos ou crepitações das ATMs, parafunções orais e em seguida foram submetidos ao exame clínico. Os autores encontraram em ambos os grupos predominância de estalido recíproco, indicativo de deslocamento de disco. Em adição, uma lassidão da articulação foi encontrada em 39% dos pacientes portadores de DTM e em apenas 9% do grupo-controle. Diante dos dados obtidos, os autores concluíram que o deslocamento de disco é provavelmente a causa mais comum dos ruídos na ATM e que dormir de bruços pode contribuir para este deslocamento. Consideraram também que a lassidão geral da articulação não se constitui num fator causal, mas sim um fator indicativo da necessidade de maiores cuidados em pacientes com deslocamento de disco (ELFVING *et al*, 2002).

Estudos sugerem que os ruídos articulares advêm de uma relação incorreta entre côndilo e disco, do sinergismo de ativação entre o feixe superior do músculo pterigoideo lateral em relação aos elevadores, da alteração na lubrificação e estiramento dos ligamentos do disco, alterações morfológicas nas estruturas articulares ou, ainda, do deslocamento de disco em redução (CHEN, 2005).

A frequência das vibrações dos ruídos que ocorre na ATM durante os movimentos de abertura e fechamento pode ainda caracterizar desarranjos internos do disco ou ainda indicar patologia articular degenerativa, segundo CHITENSEN & ORLOFF (2005).

De acordo com Chowdary et al (2006), os traços de deslocamento interno temporomandibular estão relacionados à sua etiologia. Seu estudo revelou que qualquer

trauma que leve a sensibilidade muscular resulta no deslocamento interno temporomandibular.

Em uma pesquisa realizada anteriormente, foram verificadas os ruídos durante o movimento de abertura, fechamento, lateralidade e protrusão. Foi possível verificar diferenças significativas apenas com o exame físico, portanto, os autores sugeriram uma nova pesquisa para que fosse confrontado o exame clínico e o uso da Ressonância Magnética Nuclear (RMN) (DRUM e LITT, 1987).

A gravação da articulação temporomandibular é uma ferramenta importante para o diagnóstico e exame clínico de pacientes nos quais se suspeita desarranjos internos das articulações. A gravação eletrônica de sons e vibrações na ATM, permitem uma análise detalhada e uma comparação mais confiável entre diferentes examinadores e também entre diferentes sessões de exames clínicos (MAZZETO, HOTTA, MAZZETTO, 2009).

A RMN tem sido o exame de imagem de primeira escolha para o diagnóstico das anormalidades do tecido mole da articulação (RAMOS *et al*, 2004), que é de grande contribuição para o diagnóstico e avaliação das DTMs, pois proporciona imagens multiplanares de alta precisão dos tecidos duro e mole das ATMs, sem mudar o paciente de posição e sem a utilização de irradiação ionizante (TOMACHESKI *et al*, 2004). Neste exame, há um excelente grau de contraste e inclui as seguintes informações: localização de disco em boca aberta e fechada, deslocamento médio-laterais, rotacionais e anteriores do disco, região cortical do osso, anormalidades da medula óssea do côndilo, músculos e estruturas de sustentação, além de mostrar uma variedade de lesões. Entretanto, a RMN tem um custo elevado (PIMENTEL *et al*, 2008).

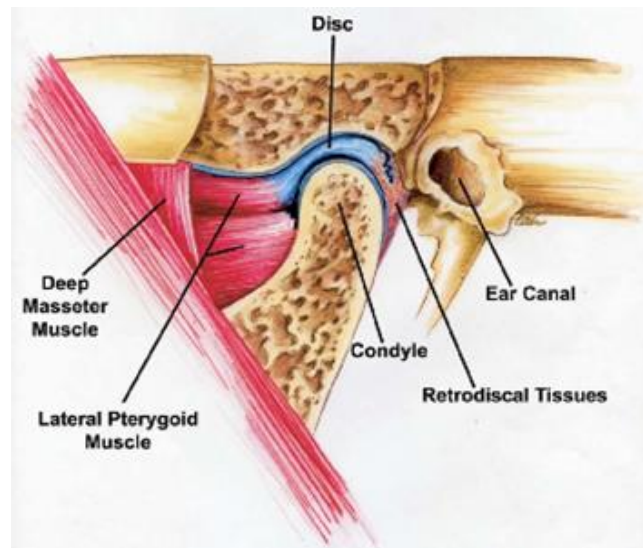
É considerada de grande importância como exame clínico, a gravação dos sons e vibrações das ATM, para o diagnóstico em pacientes com suspeita de disfunções articulares internas. Aparelhos de eletrovibratografia são recursos que, certamente, contribuem para o desenvolvimento de pesquisas científicas. Os aparelhos utilizados captam vibrações estruturais geradas pelos ruídos das ATM e reproduz graficamente esses achados. O sistema de gravação SonoPACK Q/S (BioResearch System, Inc. Milwaukee, WI) é capaz de gravar sons bilaterais da ATM em conjunto com os movimentos mandibulares, exibindo intensidade do ruído, frequência, duração e sua ocorrência exata durante movimento da abertura e/ou fechamento mandíbula (MAZZETO, HOTTA, MAZZETTO, 2009).

2.1. ANATOMIA DA ARTICULAÇÃO TEMPORAMANDIBULAR (ATM)

A articulação temporomandibular (ATM) é composta pelos ossos temporal e côndilo mandibular e classificada como diartrose sinovial bicondilar complexa, pois ela é dupla bilateral móvel em um osso único (a mandíbula), o que possibilita seu deslocamento amplo e sinérgico (NASSRI, 2006).

As estruturas anatômicas da ATM são: superfície articular do osso temporal, côndilo mandibular, disco articular, membrana sinovial, cápsula articular e ligamentos, conforme Figura 2. Os músculos que exercem função sobre a ATM são: temporal, masseter, pterigoideo medial e lateral e digástrico.

Figura 2 – Articulação Temporomandibular (ATM)



Fonte: (ANDRADE, 2011)

A superfície articular do osso temporal é formada pela fossa mandibular (área posterior côncava, onde o côndilo deve permanecer) e pela eminência articular (área anterior e convexa, que se projeta do fundo da fossa mandibular e também mantém relação com o côndilo quando a mandíbula se direciona para frente) (ZANINI, 1999).

O côndilo é composto pela cabeça e pescoço, a sua parte superior articula com a fossa do osso temporal. O disco articular localiza-se entre as superfícies articulares e tem como função: melhor adaptação entre os ossos (SZUMINSKI, 1999).

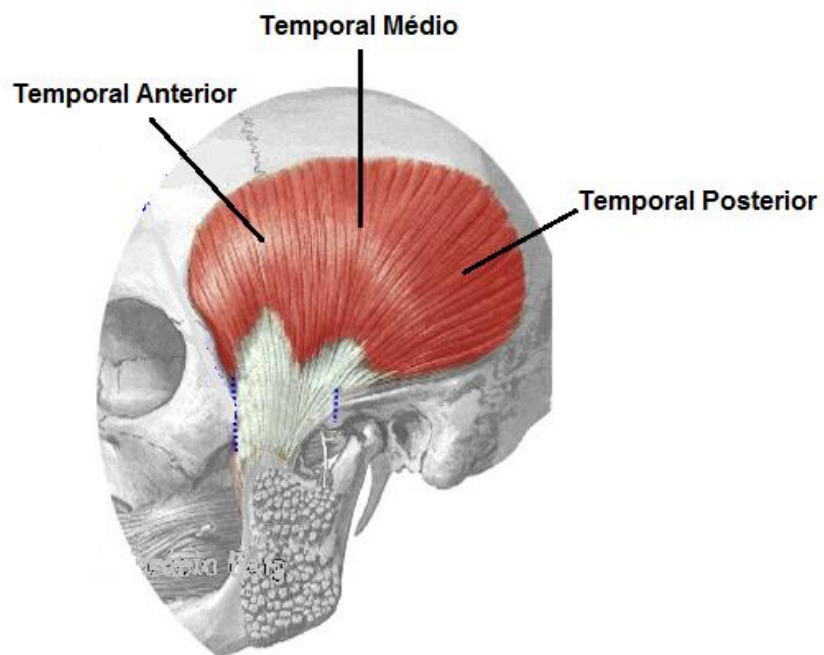
A cápsula articular é formada por tecido conjuntivo denso e envolve toda a articulação. A membrana sinovial é uma fina membrana de tecido conjuntivo que reveste as superfícies da ATM. Os ligamentos são responsáveis pela limitação e restrição dos movimentos articulares e

são denominados ligamento capsular, colaterais, temporomandibulares e estilomandibular (BIANCHINI, 1998).

Segundo Gutiérrez (1999), os músculos são estruturas dinâmicas encarregadas de mover e direcionar com exatidão a mandíbula e a ATM e os mesmos serão descritos de forma concisa a seguir:

- **Músculo Temporal:** ocupa grande parte da fossa temporal se insere na apófise coronóide. Possui três feixes cujas fibras seguem direções diferentes: um feixe anterior com as fibras em direção vertical, um feixe médio ou superior com uma direção oblíqua para frente e um posterior com fibras oblíquas e horizontais também dirigidas para frente. É um músculo principalmente elevador e estabilizador da mandíbula e a direção de suas forças depende das fibras que se contraem. Colabora também na retração do côndilo quando é conduzido para frente pelo pterigoideo lateral como ilustrado na Figura 3.

Figura 3 – Musculatura temporal anterior, médio e posterior.

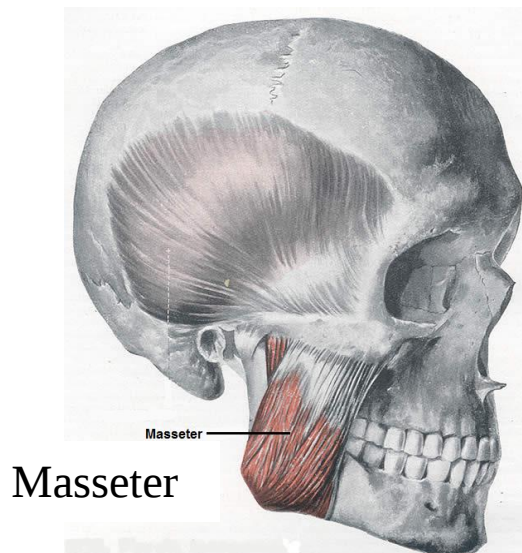


Fonte: (SITTA, 2012).

- **Músculo Masseter:** se estende desde o arco zigomático até a superfície externa do ramo mandibular, sobre o ângulo da mesma, exercendo muita pressão sobre os molares e a ATM. Por ser um músculo muito grosso, tem fibras profundas que exercem uma força vertical e fibras superficiais cuja força é oblíqua. É o mais

poderoso elevador da mandíbula e contribui na protusão e lateralização mandibular como indicado na Figura 4.

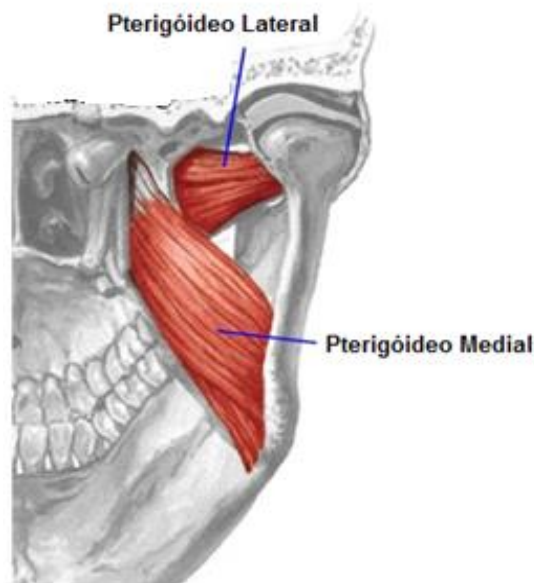
Figura 4 – Músculo Masseter.



Fonte: (SITTA, 2012).

- **Músculo Pterigóideo:** é dividido em medial e lateral. O pterigóideo medial tem sua origem na fossa pterigoidea e na tuberosidade maxilar e se insere na face interna do ângulo mandibular. Suas fibras se dirigem para baixo, atrás e lateralmente. Tem como função elevar a mandíbula e colaborar na protusão e lateralização desta. O pterigóideo lateral possui sua vértice no côndilo mandibular sua na face externa da apófise pterigoide. A contração simultânea do feixe inferior dos pterigóideos laterais permite a protusão mandibular ao tracionar os côndilos para frente, enquanto que a contração unilateral (lado ativo) e o relaxamento (lado passivo) produzem movimentos laterais. (Figura 5).

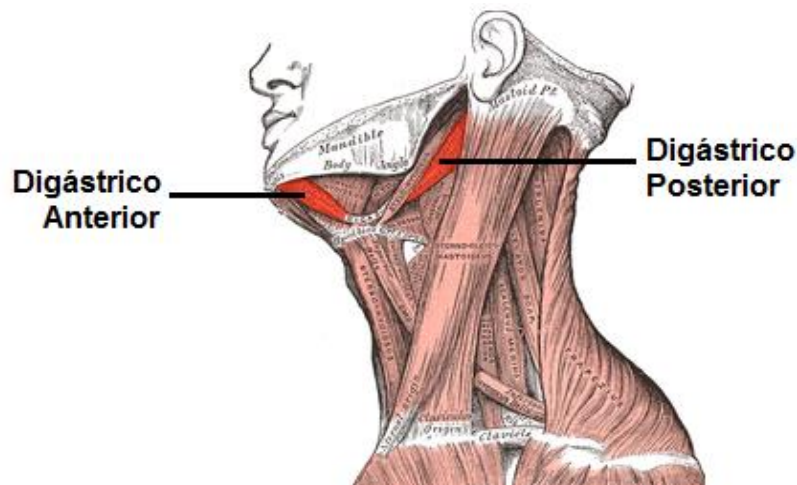
Figura 5 - Musculatura pterigóidea medial e lateral



Fonte (FAIG, 2011)

- **Músculo Digástrico:** forma parte do grupo dos supra-hióideos. Está composto por duas porções: uma anterior e outra posterior unidas por um tendão intermediário. A porção anterior nasce próxima da sínfise mentoniana e se estende até o tendão intermediário. A porção posterior tem sua origem na apófise mastoide e se dirige até o tendão intermediário. A função desse músculo é levar a mandíbula para baixo e para trás dependendo da porção que se contrai, isto é, anterior ou posterior (Figura 6).

Figura 6 - Musculatura digástrica anterior e posterior.



Fonte: (ROUVIERE, DELMAS, 2013)

2.2. BIOMECÂNICA DA ARTICULAÇÃO TEMPOROMANDIBULAR

De acordo com Okesson (2008), a ATM é uma articulação mais complexa do corpo humano, pois proporciona um movimento de dobradiça em um único plano, sendo considerada uma articulação ginglemoidal e, ao mesmo tempo proporciona movimentos de deslize, classificando-a como uma articulação artroïdal. Assim, tecnicamente, considera-se uma articulação ginglemoartroïdal (movimento de rotação e translação).

A ATM é formada pelo côndilo mandibular que se articula na fossa mandibular do osso temporal, fazendo com que esses dois ossos se separem, para que não se articulem diretamente onde se encontra o disco articular. Classifica-se, funcionalmente, como triaxial por realizar movimentos em torno dos eixos sagital, horizontal e longitudinal (FUZARO, 2007).

Segundo Molina para uma melhor compreensão da biomecânica da ATM é preciso conhecer os movimentos intra-articulares do disco sobre o côndilo. A posição do disco é controlada pelas forças biomecânicas que incluem a tensão dos ligamentos posteriores, a tração e/ou relaxamento do pterigóide lateral superior, o próprio movimento mandibular e as pressões internas (FAVERO, 1999).

A ATM permite os movimentos da mandíbula durante a fala e a mastigação. Existem dois tipos básicos de movimentos realizados na articulação pelos seus respectivos músculos: o movimento de translação e o de rotação. O movimento de translação da ATM ocorre principalmente entre o disco articular e o tubérculo articular do osso temporal no

compartimento rostral da cavidade articular, com o disco articular e a cabeça da mandíbula deslocando-se rostralmente e ventralmente. O deslizamento rostral envolve a protrusão da mandíbula e o deslizamento caudal envolve a retrusão da mandíbula. A protrusão é determinada pela contração bilateral dos músculos pterigóideos laterais e a parte posterior dos músculos temporais atua na retrusão da mandíbula (MOURA *et al*, 2004).

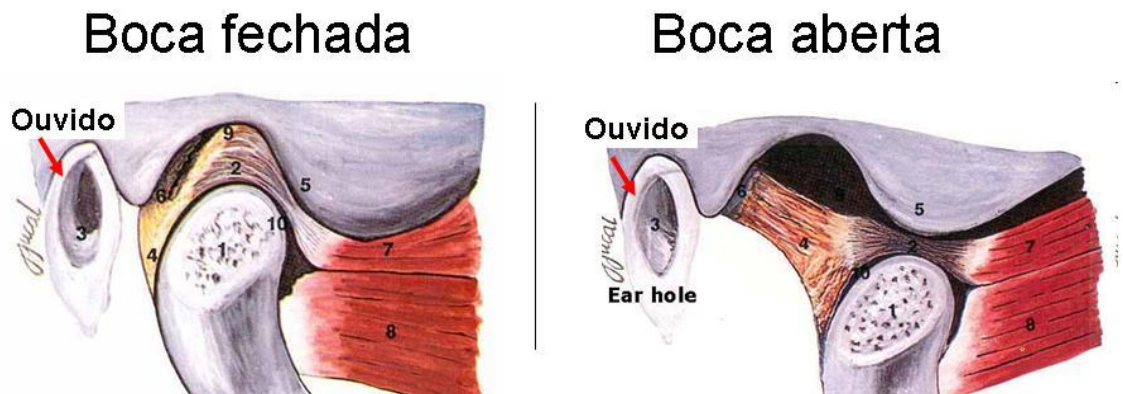
A rotação da ATM ocorre principalmente entre o disco articular e o côndilo da mandíbula, no compartimento caudal da articulação. O eixo de rotação do disco e da cabeça da mandíbula é transversal e os movimentos efetuados são a depressão e a elevação da mandíbula. A depressão da mandíbula significa seu abaixamento, sendo o movimento oposto denominado elevação da mandíbula (MOURA *et al*, 2004).

Com esses dois movimentos, o deslizamento e a rotação, e as duas articulações agindo em conjunto, movimentos como abertura e o fechamento da boca e a lateralidade da mandíbula podem ser efetuados na ATM (GOMES E BRANDÃO, 2005).

Para Madeira (2001) ao abrir e ao fechar da boca realiza-se o movimento de rotação. A mandíbula não se desloca horizontalmente e o disco articular não se move de onde está encaixado. Na translação, o côndilo excursiona até a frente e retorna à sua posição de origem, levando consigo o disco articular que a seus pólos se desprende. Assim, o côndilo e disco deslizam sobre a articulação na abertura e fechamento da boca.

A abertura da fala e da mastigação envolve a depressão e a protrusão da mandíbula. Quando se fecha a boca, são executados os movimentos de elevação e retrusão da mandíbula. Desta forma, a abertura e o fechamento da boca envolvem uma combinação de movimentos de deslizamento e de rotação das duas articulações temporomandibulares e respectivas cavidades articulares. O disco articular juntamente com a cabeça da mandíbula deslizam-se sobre a fossa mandibular no compartimento rostral da cavidade articular, movendo-se rostral ou caudalmente ao tubérculo articular. Aproximadamente ao mesmo tempo, a cabeça da mandíbula roda sobre o disco articular no compartimento caudal da cavidade articular (Figura 7) (MOURA *et al*, 2004).

Figura 7 - Biomecânica da ATM durante abertura e fechamento da boca.



Fonte: (CATANOCE, 2011)

A lateralidade ou excursão lateral ou ainda deslizamento lateral da mandíbula ocorre durante a mastigação. O movimento lateral da mandíbula envolve movimentos de deslizamento e rotação das articulações temporomandibulares opostas em suas respectivas cavidades articulares. Durante a lateralidade, um dos côndilos da mandíbula desliza rostral e medialmente sobre o tubérculo articular no compartimento rostral, enquanto que a outra cabeça e seu disco articular permanecem relativamente estáveis no interior da fossa da mandíbula. Isso proporciona o movimento de rotação sobre a cabeça da mandíbula mais estável (MOURA *et al*, 2004).

O movimento de protrusão e retrusão consistem na protrusão simétrica da mandíbula que é efetivada pelos músculos pterigóideos laterais a partir dos músculos elevadores, principalmente o temporal, como coadjuvante desse movimento, no sentido de manter a mandíbula elevada enquanto ela se desloca para frente no movimento inverso, ou seja, no movimento de retrusão, ainda sob assistência dos elevadores funcionam efetivamente o músculo digástrico e porção posterior do temporal (STEENKS, WIJER, 1996).

A contração de um dos músculos pterigóideos (aquele sobre o lado projetado) ocorre durante o movimento de lateralidade. Quando a mandíbula é desviada para a esquerda, ocorre a contração do músculo pterigóideo lateral do antímero direito tracionando a cabeça da mandíbula para frente enquanto que a cabeça da mandíbula do antímero oposto permanece em posição, ocorrendo o movimento da mandíbula para o antímero esquerdo. A situação oposta ocorre quando a mandíbula é levada para o antímero direito (MOURA *et al*, 2004).

Durante a mastigação, quando os dentes trituram o alimento, ocorre um movimento da posição lateral para a linha mediana. Se o alimento está no antímero direito, a mandíbula é desviada para este antímero pelo músculo pterigoideo lateral esquerdo. O ato de triturar retorna a mandíbula para o centro e o movimento se inicia para o antímero esquerdo, e inclui a retrusão para o antímero esquerdo, realizada pela parte caudal do músculo temporal esquerdo. Ao mesmo tempo, todos os músculos mastigatórios do antímero direito contraem-se para triturar o alimento. A situação oposta ocorre quando o alimento encontra-se no antímero esquerdo (MOURA *et al*, 2004).

No relato dos autores Steenks e Wijes (*apud* ZANINI, 2009) no movimento lateral da mandíbula, o côndilos executam padrões motores distintos. Quando há o movimento da mandíbula para o lado direito, o côndilo direito se move discretamente para fora e há um pequeno deslocamento posterior e superior do mesmo, enquanto o côndilo esquerdo desliza-se anterior e inferiormente se movendo em direção a linha média. Durante os movimentos de lateralidade ocorre uma contração muscular do mesmo lado do movimento das fibras médias e posteriores do músculo temporal e a contração muscular do lado oposto ao movimento dos pterigóides lateral e medial e fibras anteriores do temporal.

Para Frasca e Mezzono (*apud* FREITAS, OLIVEIRA, RESENDE *el. al.*, 2010) os movimentos laterais da mandíbula podem ser para o lado do trabalho, quando a mandíbula está se deslocando; ou para o lado de balanceio, quando a mandíbula já se movimentou. No lado de trabalho o côndilo roda e translada sobre a parede posterior e superior da fosse mandibular e, no de balanceio o côndilo translada para baixo, para frente e para dentro em relação a um plano sagital.

2.3. FISIOPATOLOGIA DA DISFUNÇÃO DA ARTICULAÇÃO TEMPOROMANDIBULAR

O conhecimento dos músculos que movem a articulação temporomandibular e daqueles que, de uma ou outra forma, estão interligados é um requisito prévio importante para compreender a fisiologia da ATM e dos seus movimentos. Quatro importantes músculos: temporal, masseter, pterigóideo lateral e pterigóideo medial inserem-se na mandíbula e no crânio. Existem outros músculos que intervêm na função mastigatória, participando também ativamente dessa função (QUINTO, 2012).

A disfunção temporomandibular (DTM) corresponde a um conjunto de condições articulares e musculares na região crânio-orofacial que pode desencadear sinais e sintomas como dores na região da ATM, cefaleia, dor nos músculos da mastigação, otalgia, dor facial, limitação funcional, dor cervical, cansaço, limitação de abertura de boca, dor durante a mastigação, zumbido, dor na mandíbula, dentre outros. A somatória ou a exacerbação desses sinais e sintomas acaba por limitar ou mesmo incapacitar o indivíduo em suas atividades fisiológicas (VIANA JÚNIOR, 2010).

Pacientes com DTM apresentam sensibilidade aumentada, que parece mediada, em parte, por alterações do sistema nervoso central (SNC) no processamento da dor, vertigem e aumento da sensibilidade devido aos estímulos nociceptivos prolongados provenientes do tecido miofacial (FRANCO *et. al.*, 2008); TOMACHESKI, 2004).

Os sinais e sintomas de grande valor diagnóstico nas DTM são: dor muscular, dor articular, limitações no movimento mandibular e estalidos ou ruídos na articulação. Recursos imaginológicos são muito úteis para se estabelecer um diagnóstico ou descartar qualquer outro processo patológico. Radiografias panorâmicas e a ressonância magnética são os exames complementares mais utilizados que auxiliam no diagnóstico da DTM, onde a ressonância magnética pode ser mais utilizada no estudo dos tecidos moles. Lembrando que, no contexto da DTM, geralmente é detectada dor miofascial, com palpação dolorosa dos músculos da mastigação, desarranjos do disco articular com redução, caracterizado pela presença de estalidos durante a abertura e/ou fechamento da boca, desarranjos discais sem redução, caracterizados por limitações na abertura de boca, e osteoartrite/osteoartrose caracterizado pela auscultação de sons friccionais durante o movimento mandibular (SANTOS, SANTOS, SOUZA, 2009).

Verifica-se que a amplitude dos movimentos mandibulares relaciona-se com a integridade da articulação temporomandibular (ATM) e ação dos músculos esqueléticos (BIANCHINI, 2001, BIANCHINI; ANDRADE, 2006). Entretanto condições desfavoráveis são frequentes, pois a articulação precisa suportar e acomodar adaptações oclusais, musculares e cervicais (BIANCHINI, PAIVA, ANDRADE, 2007). Se a demanda de adaptações funcionais excederem a tolerância estrutural e funcional da ATM, pode ser desencadeado quadro compatível com disfunções temporomandibulares ((BIANCHINI, PAIVA, ANDRADE, 2007)), acarretando alterações nos movimentos mandibulares e nas funções estomatognáticas a eles associadas (Bianchini, 2004). A presença de dor leva a redução da amplitude dos movimentos mandibulares na articulação da fala ((BIANCHINI, PAIVA, ANDRADE, 2007)).

Já a alteração qualitativa da nocicepção apresentada pelos pacientes com cefaleia do tipo tensional crônica seria consequência da sensibilização central, que ocorre ao nível do corno dorsal no núcleo do trato espinhal trigeminal, devido aos impulsos nociceptivos prolongados provenientes dos tecidos musculares pericranianos (FRANCO *et al*, 2008).

A hiperexcitabilidade neuronal, aparentemente fenômeno chave de muitos, se não de todos tipos de dor crônica, resultaria de alterações do SNC capazes de afetar desde o nível dos receptores periféricos até os centros sensitivos mais altos do cérebro (córtex). Achados clínicos demonstraram a relação próxima entre a percepção dolorosa alterada e a cronicidade da cefaleia, capaz de ser explicada pela sensibilização central (FRANCO *et al*, 2008).

O tratamento para os casos de disfunções da ATM exige conhecimento profundo da etiologia do problema, assim como capacidade para obter informação sobre essa desordem, tais como: conhecimento adicional sobre neurofisiologia, métodos de diagnósticos, comportamento do paciente com sinais e sintomas articulares, faixa etária onde ocorre com maior frequência a disfunção, gênero mais afetado e métodos de tratamento mais eficientes. Na maioria dos casos, um trabalho multidisciplinar é fundamental.

Um grande número de pacientes que sofrem de DTM consegue um bom alívio dos sintomas com terapias conservadoras (OKESON, 1998). O paciente procura evitar a dor ou o desconforto ocasionado pela DTM realizando adaptações que, em alguns casos, protegem a articulação, porém algumas adaptações são prejudiciais e podem agravar os sintomas.

O tratamento imediato da dor na sua fase aguda é eminentemente conservador e deve ser sempre considerado e praticado antes de qualquer outro mais agressivo, não importa a etiologia. O tratamento conservador consiste em repousar a articulação sem imobilizá-la (BADIM, BADIM, 2002).

Os movimentos de pequena excursão do abrir e fechar a boca ajudam o disco a retornar ao lugar anatômico. A causa que desencadeia a dor produz edema do disco e cápsula articular. O disco é irrigado por osmose, e o edema somente se desfaz com 2 a 3 semanas. Portanto, estes movimentos de pequena excursão devem se estender por 1 mês. A limitação da abertura da boca deve ser aplicada até por ocasião do bocejo. Dieta macia (não pastosa), com alimentos que não requeiram potência alguma na trituração deve ser usada igualmente pelo mesmo período (BADIM, BADIM, 2002).

Em razão da dor, devem ser prescritos a promoção da contratura muscular dos músculos pterigóideos externos e o uso de analgésicos com produtos relaxantes da musculatura. A tensão e o stress quase sempre estão presentes, portanto deve-se orientar para que o paciente relaxe a mandíbula quando perceber que os dentes estão se tocando com a boca fechada

(BADIM, BADIM, 2002).

Com o aumento da incidência deste tipo de lesão, existe, cada vez mais, a busca de estratégias de tratamento para este problema. A fisioterapia, com a utilização de técnicas diversas, pode-se constituir em uma das alternativas de tratamento, buscando restabelecer a função normal das ATM e estruturas associadas a ela (MARQUES, 2000).

2.4. IMAGEM POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NUCLEAR DA ATM

Segundo Arita e Kishi (2004) a partir do descobrimento da Ressonância Nuclear, no ano de 1946, por Edward Purcell, Torrey & Pourd na Universidade de Harvard e independentemente por Felix Bloch, Hansen e Packard da Universidade de Stanford, a Ressonância Magnética Nuclear (RMN) tornou-se um dos métodos analíticos mais importantes para os estudos biológicos, assim como para investigação das propriedades físicas e químicas nos níveis moleculares e da física nuclear.

O termo Ressonância Magnética Nuclear é mais empregado para denotar aplicações dos fenômenos físicos da ressonância magnética; já o termo Imagem por Ressonância Magnética (IRM) designa os meios de produzir imagens para finalidades de diagnóstico na área médica (IGLESIAS, 2011).

As imagens da ATM têm sido obtidas por vários métodos desde 1920, mas a proximidade desta estrutura à base do crânio torna difícil a obtenção de radiografias nítidas e sem sobreposição. Avanços tecnológicos têm permitido a obtenção de imagens seccionais dos tecidos duros, assim como descrições precisas dos tecidos moles, o que antes só era possível por meio de procedimentos invasivos. A tomografia computadorizada (TC) é precisa na visualização do osso cortical e de fraturas maxilofaciais, sendo utilizada também quando existe suspeita de condições patológicas, como anomalias esqueléticas congênitas, anquilose, osteoartrose e tumores com destruição da cabeça da mandíbula (BUTZKE, 2007). A RMN da ATM fornece informações essenciais sobre a posição, a intensidade de sinal, a morfologia e a estrutura do disco articular, a condição do tecido ósseo cortical, medular e do tecido retrodiscal. Portanto, sua maior vantagem é a aquisição de imagens de alta qualidade dos tecidos moles da ATM. Além disso, não utiliza radiação ionizante e não oferece riscos de danos biológicos aos pacientes (BUTZKE, 2007).

A tecnologia moderna tem tornado possível uma ampla variedade de técnicas radiográficas para o exame da ATM. O uso do computador integrado com técnicas radiográficas convencionais tem produzido tecnologia com grande potencial. Recentemente, o

advento da imagem por ressonância magnética (IRM) impôs uma modificação de todo o campo da "radiologia" por "imagem", pois a imagem por ressonância magnética não utiliza radiação ionizante. Ambos os tecidos, duros e moles podem, agora, ser caracterizados em quase todos os planos de referência desejados, com excelente acuidade. Sua grande vantagem reside na capacidade de produzir cortes multiplanares com grande resolução de contraste para os tecidos moles e uma alta especificidade no diagnóstico destes tecidos (DIXON, 2001).

A IRM é uma modalidade diferente das demais tecnologias de obtenção de imagem. As técnicas radiográficas, incluindo a tomografia computadorizada, são baseadas nas características de absorção da radiação pelos diferentes tecidos. A IRM é baseada na variação do conteúdo de água e no momento magnético dos átomos de hidrogênio, ou prótons, das moléculas de água (COSTA, ALMEIDA, 2002).

A imagem por RMN consiste basicamente em fazer o mapeamento dos núcleos de hidrogênio no interior do corpo, quando submetido a três tipos de campos magnéticos: estático, eletromagnético de radiofrequência e um conjunto de gradientes de campo (BARACHO, 2005).

O sinal de RMN se origina nos núcleos dos átomos de uma determinada região do paciente sob ação de um campo magnético externo, sendo a água a maior fonte de prótons o núcleo de hidrogênio e seu único próton oferece um momento magnético. Quando ausentes de um campo magnético externo os dipolos magnéticos (spins) estão orientados ao acaso. Quando o paciente é submetido ao campo magnético externo, a uma anulação de prótons sendo necessário o envio de pulso de radiofrequência (onda de rádio), quando o mesmo é retirado há uma recuperação de magnetização longitudinal que está associada a uma constante de tempo denominada tempo de relaxamento T1. A diminuição e o desaparecimento da magnetização transversal estão associados a uma constante de tempo denominada de T2 ou segundo tempo de relaxamento transversal (IGLESIAS, 2011).

A Ressonância Magnética tem sido aceita como uma modalidade precisa para avaliação de várias anormalidades da ATM como: degeneração do disco da ATM, mudanças edematosas e inflamatórias no ligamento posterior do disco, entre outras. (VASCONCELOS *et al*, 2002).

Os estudos, encontrados na literatura, que avaliam a RMN no diagnóstico dos desarranjos internos, na sua maioria, utilizam em sua metodologia achados em cadáveres comparados aos achados de RMN, ou achados de RMN comparados aos achados clínicos, utilizados nesses casos como "Gold Standard".

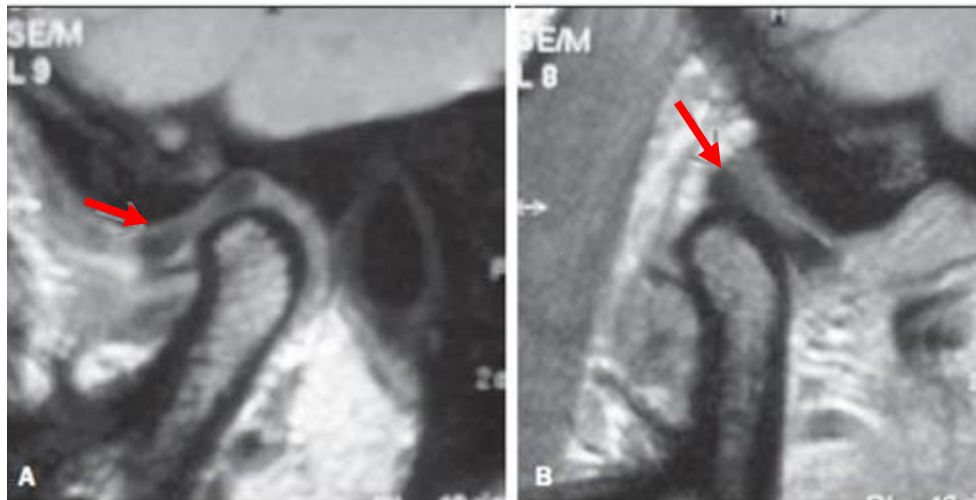
A RMN fornece informações essenciais sobre a posição, a intensidade do sinal, a morfologia e estrutura do disco articular, a quantidade de fluido sinovial, a condição do tecido ósseo cortical, medular do tecido retrodiscal visando revolucionar o diagnóstico e o tratamento das disfunções temporomandibulares (DTMs), tendo como benefício proporcionar imagens multiplanares de alta precisão dos tecidos duros e moles da ATM, sem mudar o paciente de posição e sem a utilização de irradiação ionizante, visto que as técnicas radiográficas convencionais (panorâmicas, transcranianas) e especiais para ATM (artrografias, artrotomografias, tomografias convencionais e computadorizadas) possuem limitações devido à localização, composição, complexidade e tamanho da articulação, assim sendo, a RMN tem sido o exame de imagem de primeira escolha para o diagnóstico das anormalidades de tecido mole da ATM (RAMOS *et al* 2003; BUTZKE, CHAVES e SILVEIRA, 2007; COZZOLINO *et al*, 2008).

Estudos por imagem têm mostrado que alterações degenerativas dos componentes da ATM ocorrem freqüentemente em articulações com disfunções internas. É reportado que essas alterações degenerativas, tanto dos tecidos moles como dos tecidos duros da ATM, são frequentes em articulações que apresentam deslocamento de disco sem redução (DDSR), embora a relação entre doença degenerativa e disfunção interna não esteja totalmente esclarecida (BUTZKE, CHAVES, SILVEIRA, 2007).

Há grande variabilidade no que se refere à seleção dos métodos para a avaliação dos pacientes com disfunção temporomandibular (DTM), sendo o objetivo do exame por imagem detectar ou confirmar anormalidades anatômicas e fisiológicas específicas, que podem estar associadas aos sinais e sintomas clínicos dos pacientes (BUTZKE, CHAVES, SILVEIRA, 2007).

A articulação é estudada nos planos sagital e coronal pelos autores relacionando imagens ponderadas em T1 e em T2, que possibilitam excelente análise anatômica e patológica. Os cortes devem ser feitos de três milímetros utilizando ainda matrizes para melhorar a nitidez, o tempo de cada sessão é de 4 minutos e do exame completo é de 20 minutos. É possível detectar deslocamentos dos meniscos redutíveis ou não, no plano sagital (Figura 8) e em cortes coronais evidenciam-se os deslocamentos medianos e lateral do disco (BARACHO, 2005).

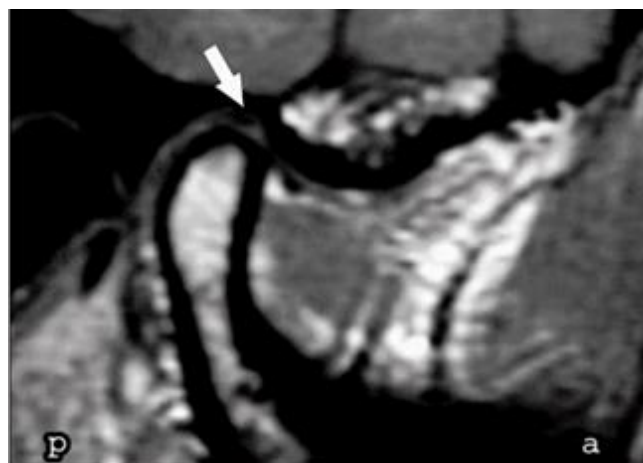
Figura 8 - Ressonância Magnética Nuclear em corte sagital.



Fonte: (RAMOS, SARMENTO, CAMPOS, GONZALEZ, 2004).

A aquisição das imagens de RMN da ATM é realizada com o paciente em posição de boca fechada (Figura 9) e aberta com finalidade de observar principalmente a posição e o comportamento do disco articular e verificar a presença de derrame. As imagens podem ser vistas de forma dinâmica, utilizando o dispositivo de mordida graduado em milímetros para a abertura progressiva da boca, podendo assim ser obtido um estudo dinâmico do movimento mandibular na sequência da boca fechada até a abertura máxima, determinando relação cabeça da mandíbula-fossa, o tubérculo articular-cabeça da mandíbula, a posição e o movimento de deslizamento do disco articular em relação à fossa, o tubérculo articular e a cabeça da mandíbula, permitindo o estudo do comportamento do disco durante os movimentos mandibulares (IGLESIAS, 2011).

Figura 9- Ressonância Magnética da Boca Fechada.



Fonte: (RAMOS, SARMENTO, CAMPOS, GONZALEZ, 2004).

Existem situações em que se observa uma pequena área de sinal intenso no interior da banda posterior do disco. O aumento de sinal é decorrente de depósitos de mucina na região do tecido discal. Esta alteração pode ser vista tanto em articulações normais quanto em anormais (RAMOS *et al*, 2003).

O tecido retrodiscal é uma estrutura fina, possuindo intensidade de sinal homogênea intermediária na posição de boca fechada. Em alguns casos, o tecido não pode ser identificado claramente em razão da justaposição deste com o complexo fibrocartilagem-camada sinovial-osso cortical da fossa articular e do côndilo. Na posição de boca aberta, o tecido retrodiscal se expande para baixo da concavidade da fossa articular e pode demonstrar intensidade de sinal heterogênea. A heterogeneidade ocorre em razão do fluxo de sangue para dentro desta região durante a abertura da boca (IGLESIAS, 2011).

A inserção do feixe superior do músculo pterigóideo lateral é frequentemente demonstrada através de imagem por RM como uma estrutura em hiposinal, que se insere no aspecto ânteromedial do disco e côndilo. Os dois feixes do músculo pterigóideo lateral aparecem normalmente separados por uma região adiposa, triangular, de sinal intenso (IGLESIAS, 2011).

A fibrocartilagem que recobre a fossa articular e a eminência articular aparecem com sinal de intensidade intermediária, separando o sinal de baixa intensidade do córtex do osso temporal, do disco articular. Esta camada de tecido que recobre o côndilo nem sempre é aparente. Existe uma tendência errônea de assumir que a pequena intensidade de sinal do córtex do côndilo se articula diretamente com o tecido discal. Esta camada se torna mais evidente quando o disco deslocado está acompanhado de remodelação condilar significativa (IGLESIAS, 2011).

Com a melhora na qualidade das imagens por RM, a cápsula articular frequentemente é bem visualizada nas imagens coronais. Em articulações normais, a cápsula é vista como uma linha escura, relativamente plana e fina, localizada lateralmente ao côndilo. Em articulações com deslocamentos laterais do disco, é comum observar o seu espessamento. Em pacientes com edema e dor na região articular, imagens ponderadas em T2, no plano coronal, têm mostrado aumento de fluido na cápsula articular, sugestivo de edema capsular. Todas estas observações são sugestivas de capsulite (IGLESIAS, 2011).

Nos diferentes tipos de deslocamentos, o disco se apresenta com a mesma intensidade de sinal descrita anteriormente. A diferença é o seu posicionamento. Uma série de alterações na configuração do disco também pode ser encontrada em pacientes com disfunção intra-

articular da ATM. Em geral, o primeiro estágio de deformação é o espessamento da banda posterior do disco articular. A etapa seguinte é quando a banda posterior aumenta em espessura e em comprimento ântero-posterior, resultando em uma forma biconvexa. Com a posição de boca aberta, a configuração é arredondada. Uma configuração sigmóide também é possível de ser observada. Os deslocamentos mediais ou laterais do disco articular são identificados melhor no plano coronal (IGLESIAS, 2011).

Nas articulações com deslocamentos crônicos e deformações de disco, é comum encontrar alterações em tecido ósseo, que podem ser vistas não somente no contorno das superfícies articulares, como também na intensidade do sinal da medula óssea adjacente. As alterações medulares são comumente associadas aos distúrbios intra-articulares crônicos e podem ser vistas na presença ou na ausência de alterações morfológicas da cortical. Em condições de normalidade, a cortical óssea mostra ausência de sinal e a medular apresenta sinal elevado (RAMOS, 2004).

Edema na medula óssea também pode ser observado através de imagens por RM, como hipersinal em imagens ponderadas em T2. Esta situação não é encontrada em pacientes com ATM normais, nem em pacientes com disfunções intra-articulares assintomáticos. A efusão articular, mais comumente encontrada em pacientes que apresentam deslocamentos de disco em estágios avançados, é identificada, na imagem por RM, como uma área de intensidade de sinal elevado, na região dos espaços articulares, em imagens ponderadas em T2. Quando não existe nenhuma área de sinal elevado ou quando existe somente a presença de uma linha de sinal elevado ao longo da superfície articular, considera-se ausência de efusão articular (RAMOS *et al*, 2004).

Uma limitação da RM é a incapacidade de demonstrar perfurações de disco (WESTESSON PL *et al* 2000). No entanto, o contato de osso com osso (côndilo mandibular com a porção escamosa do osso temporal), associado à doença articular degenerativa, é sinal indireto de perfuração discal à RM. Ocasionalmente, com imagens ponderadas em T2 e na presença de efusão articular, é possível demonstrar a presença de perfurações no ligamento posterior do disco. Apesar da constante preocupação no diagnóstico das perfurações de disco, esta não é a característica principal de um deslocamento intra-articular. O deslocamento e/ou deformação do disco são os maiores parâmetros que determinam a conduta terapêutica (RAMOS *et al* 2004).

A RMN tem assumido importância fundamental, especificamente no diagnóstico por imagem dos diferentes tipos de deslocamentos do disco articular da ATM. O diagnóstico correto é necessário para um planejamento de tratamento adequado (IGLESIAS, 2011).

3. HIPÓTESES

Através da coleta de dados de pacientes predeterminados apresentando DTM, sendo os mesmos 2 homens e 6 mulheres, foram analisados os ruídos pertinentes à patologia em questão.

Devido à grande dificuldade na obtenção de informações para avaliar as disfunções da ATM e o alto custo dos exames de imagens para auxiliar no diagnóstico da patologia, será desenvolvido um protocolo padrão para aquisição de dados a fim de identificar os ruídos patológicos com confiabilidade, auxiliando na avaliação e diagnóstico das Disfunções Temporomandibulares.

4. MATERIAIS E MÉTODO

4.1. TIPO DE ESTUDO

O presente estudo teve como principal diretriz analisar o caráter qualitativo dos ruídos da parte estrutural do complexo cômulo-disco e fossa.

A amostragem envolvida é constituída de pacientes patológicos, que foram devidamente avaliados, informados do projeto de trabalho e demais tópicos pertinentes ao mesmo.

Aos voluntários foi esclarecida a ausência de qualquer desconforto e risco durante a realização do trabalho.

Trata-se de uma pesquisa de caráter teórico-prático com enfoque metodológico que utilizará transdutores apropriados para obter e investigar os sinais provenientes dos sons da ATM.

As características como aplicabilidade, funcionalidade e viabilidade do sistema apresentado constituem-se em um possível instrumento no auxílio de planos de tratamentos a serem definidos pelos profissionais multidisciplinares envolvidos com a área das DTMs.

4.2. LOCAL DE ESTUDO

O estudo foi realizado na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Departamento de Mecânica, localizada na Avenida Ariberto Pereira da Cunha, 333 – Pedregulho, Guaratinguetá, SP – Brasil, CEP: 12516-410, Telefone: (12) 3123-2849, Fax: (12) 3123-2849, URL da homepage: <http://www.feg.unesp.br>, bem como no CEDDA – Centro de Estudos da Disfunção Dento Articular, localizado na Avenida São João, 89 - Jardim Esplanada, São José dos Campos, SP – Brasil, CEP: 12242-000, Tel/Fax: (12) 3922-3044 ou (12) 3922-3574, URL da homepage: <http://www.cedda.com.br>.

4.3. POPULAÇÃO DO ESTUDO

A população foi composta por 8 pacientes, com faixa etária entre 20 e 50 anos, sendo 2 do sexo masculino e 6 do sexo feminino.

A seleção de amostragem foi feita entre os pacientes da Fisioclin RME Ltda, todos apresentando patologias discais da ATM.

4.4. ASPECTOS ÉTICOS RELACIONADOS À PESQUISA

Após autorização formal do programa de pós-graduação, foi encaminhado o projeto ao Comitê de Ética das Faculdades Integradas Tereza d'Ávila, para apreciação.

Uma vez aprovado o projeto pelo Comitê de Ética, foi agendada com os pacientes a data para a coleta de dados. Nesta ocasião, os pacientes foram informados quanto aos objetivos do estudo e concordaram em participar da pesquisa, assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO B) e do Termo de Consentimento Livre de Participação do Estudo (ANEXO C). Foi garantido a todos o anonimato; a não implicação em quaisquer sanções ou prejuízos pela não participação ou pela desistência a qualquer momento; o direito de esclarecimento das dúvidas e a inexistência de qualquer ônus financeiro ao participante.

4.5. RISCOS E BENEFÍCIOS

A metodologia constituiu-se em utilizar um microfone para investigar sua funcionalidade e aplicabilidade, como meio de auxiliar no diagnóstico e na elaboração de um plano de tratamento a ser traçado pela equipe multidisciplinar, não apresentando nenhum risco ou dano físico de natureza mecânica ou elétrica aos voluntários.

4.6. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Primeiramente foi realizada uma avaliação clínica das ATMs baseada em uma ficha de avaliação (ANEXO E), a fim de classificar os pacientes portadores de Ruídos Articulares com Patologias Discais das ATMs.

Após a avaliação, foram realizados os ensaios experimentais, repetindo-se três vezes para cada voluntário. Os ensaios ocorreram em uma câmara anecóica (ambiente com isolamento acústico), onde os voluntários, um de cada vez, foram posicionados sentados em uma cadeira adaptada com um sistema de três eixos ortogonais, com os pés apoiados no solo, joelhos e quadris a 90°, coluna vertebral ereta e olhar horizontal.

Figura 10 - Ensaio de um dos voluntários na câmara anecóica devidamente posicionado na cadeira adaptada

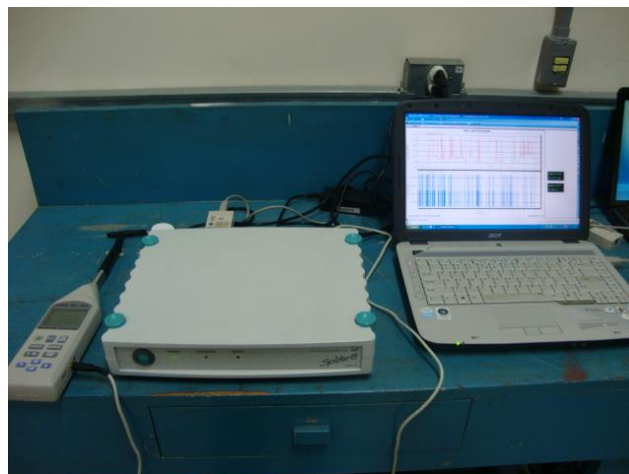


Fonte: (SILVA, 2013)

Ao receber um comando visual (acendimento de uma lâmpada) os voluntários iniciavam o processo de abertura e fechamento da boca. A duração de cada ciclo que envolveu abertura-fechamento foi de dez segundos, sendo que, durante todo o ciclo, a membrana do estetoscópio ficou em contato com a ATM estudada de todos os voluntários.

O sinal transmitido pelo estetoscópio foi convertido em sinal elétrico pelo microfone, em seguida capturado e registrado em tempo real por um sistema de aquisição de dados (Figura 11), a uma frequência de aquisição de 600 Hz, posteriormente, os dados foram armazenados no formato *.dat* para posterior análise em programas e aplicativos computacionais.

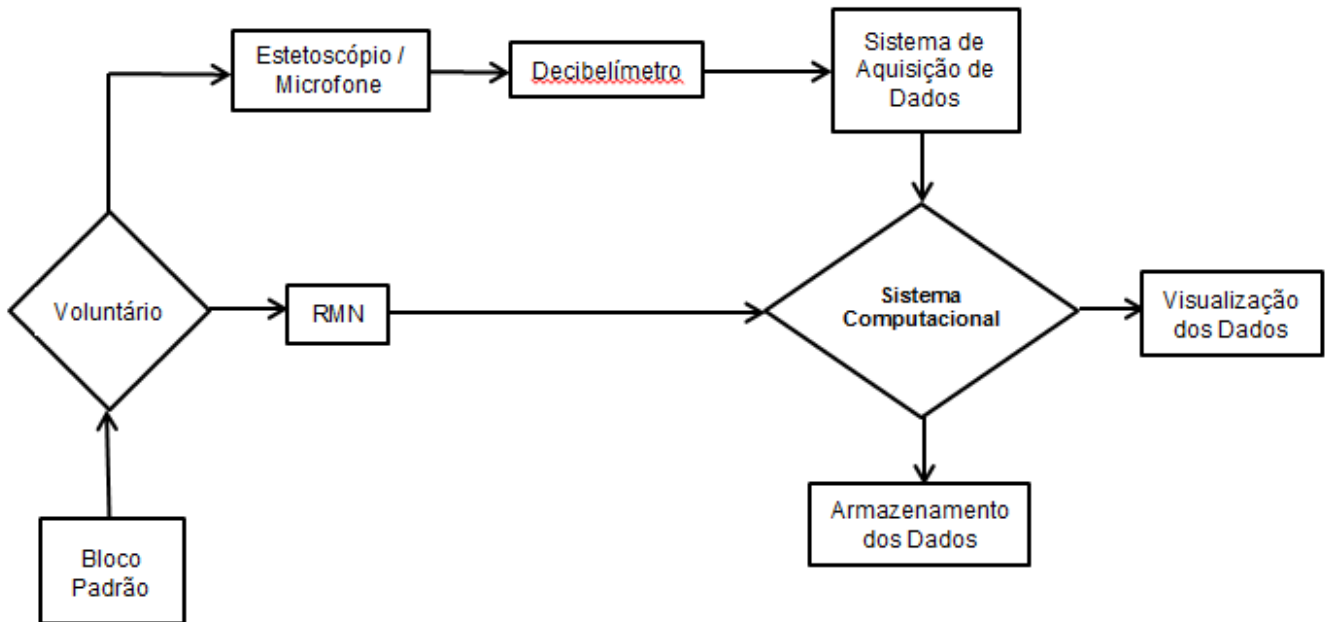
Figura 11 - Bancada de Ensaio composta pelo decibelímetro digital à esquerda, o condicionador/amplificador de sinais Spider 8 ao centro e o sistema computacional à direita.



Fonte: (SILVA, 2013)

O fluxograma da Figura 12 ilustra o processo utilizado para a coleta dos dados.

Figura 12 – Fluxograma do processo para coleta de dados.



Fonte: (SILVA, 2013)

Para a obtenção das imagens por meio da Ressonância Magnética, pensou-se um protocolo de atividades do Movimento Mandibular (Movimento de Abertura e Fechamento), no qual foi definido um ciclo de fechamento e abertura da boca, sendo que esses posicionamentos foram garantidos pelo uso de dois blocos personalizados, um para abertura máxima e outro para o fechamento.

Durante a etapa da abertura, na sua dimensão máxima, introduziu-se um bloco personalizado com dimensões predeterminadas, levando em conta os cálculos resultantes das análises das imagens capturadas em relação a um sistema de coordenadas tridimensionais implementado na cadeira, utilizada nos ensaios acústicos e de captação de imagens.

No ciclo de fechamento foi novamente introduzido um bloco personalizado, porém de dimensões menores e prosseguiu-se com a etapa do ciclo de fechamento, em seguida o bloco foi retirado, voltando a ATM ao seu ponto inicial de boca totalmente fechada.

4.7. INSTRUMENTOS PARA COLETA DE DADOS

Na Câmara Anecóica (sala completamente blindada, cujas paredes, teto e chão são totalmente cobertos por material absorvente e rugoso, de forma a diminuir e dispersar reflexões indesejáveis das ondas sonoras) da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá – FEG/UNESP no Departamento de Mecânica, usou-se um estetoscópio mecânico adaptado, já utilizado na dissertação de Silva (2007), acoplado ao decibelímetro digital modelo: DEC5010, tendo como número de série: 090510176 e número de Patrimônio: 030182 acompanhado do certificado de calibração RBC (ANEXO D).

Para realizar a calibração do decibelímetro, foi empregado o calibrador para decibelímetro modelo CAL-3000 da marca Instruterm, tendo como número de série: N439152.

Um paquímetro digital da marca Digimess foi usado para obter a medida da abertura máxima da boca e dela fechada. O paciente foi posicionado em uma cadeira modificada e instrumentada (Figura 13). Para a aquisição de imagens foram utilizadas câmeras fotográficas da marca Sony Cyber-Shot, modelo DSC – W210, tendo como número de série 3113915.

O sistema de aquisição de dados utilizado foi o Spider 8 da marca HBM, tendo como número de série F08512. Para análise de dados, utilizou-se de programas computacionais como Microsoft Excel 2010, Image J, VirtualDub e Pro Origin 8.5.1 SR2.

4.8. PROCEDIMENTO PARA COLETA DE DADOS

Em ambiente adequado acusticamente do Laboratório de Vibrações FEG (Departamento de Mecânica), foram realizados os ensaios e ausculta por meio do sistema proposto estetoscópio-microfone, composto por elementos amplificadores de sons corporais em formato anatômico, tubos de condução para transmissão do som, da campânula ou diafragma até o microfone (SILVA, 2007).

As vibrações mecânicas, originadas pelos ruídos intra-articulares do complexo disco-côndilo, foram captadas pelo diafragma do estetoscópio e convertidas em sinais elétricos por meio do microfone e, posteriormente, processados pelo condicionador/ amplificador de microfone.

Os armazenamento e registro dos sinais elétricos foram efetuados pelo sistema de aquisição de dados SPIDER – 8, por programa específico para aquisição e coleta de dados (CATMAN AP).

Para cálculos estatísticos dos dados obtidos e consequentes gráficos e tabelas foram utilizados os programas computacionais Microsoft Excel 2010 e Origin 8.5.1 SR2.

4.9. PROCEDIMENTO DE CALIBRAÇÃO DO MICROFONE

Objetivando a validação dos dados coletados, foi realizada a calibração do conjunto estetoscópio-microfone-decibelímetro.

O procedimento baseou-se na captação de um sinal acústico de intensidade 114 dB e frequência de 1kHz gerado por um calibrador para decibelímetro. O sinal gerado foi aplicado ao conjunto estetoscópio/microfone e um sinal elétrico correspondente ao sinal acústico foi gerado pelo decibelímetro, devidamente calibrado, e captado pelo sistema de aquisição de dados por meio da saída analógica disponível no decibelímetro.

Figura 13 – Fluxograma do Processo para Calibração do conjunto estetoscópico/microfone

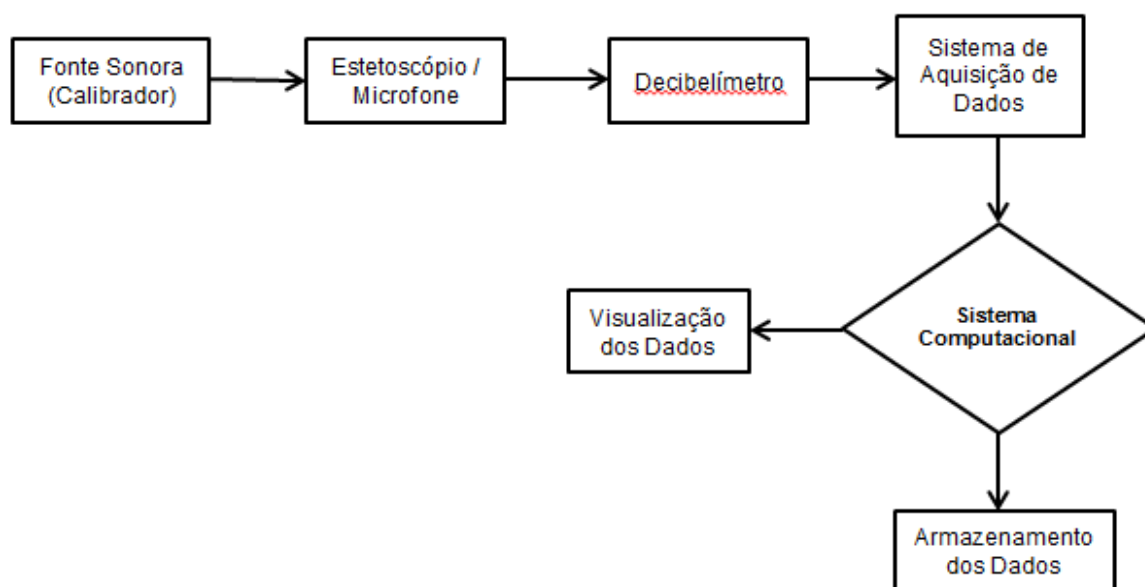
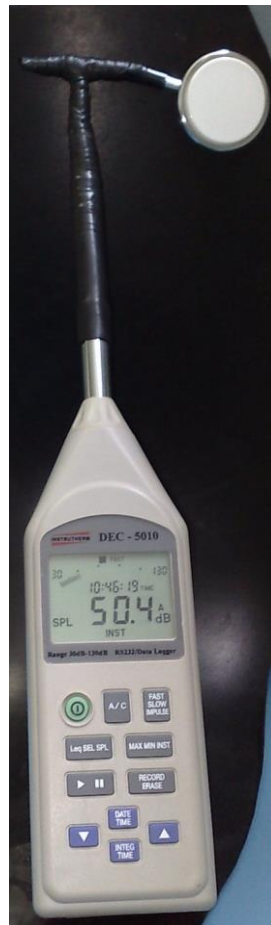


FIGURA 14 – Conjunto estetoscópio-microfone-decibelímetro utilizado para a coleta dos sinais acústicos.

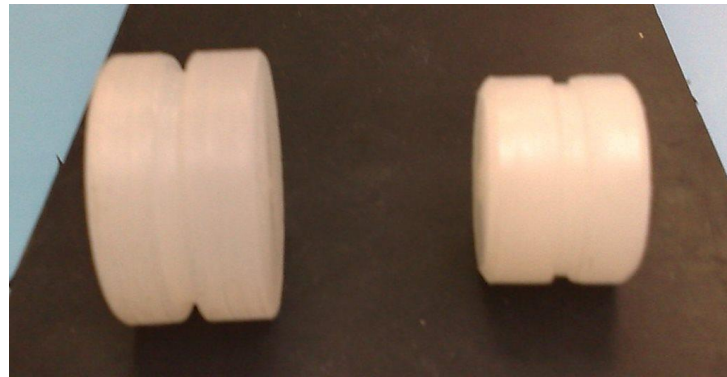


Fonte: (SILVA, 2013)

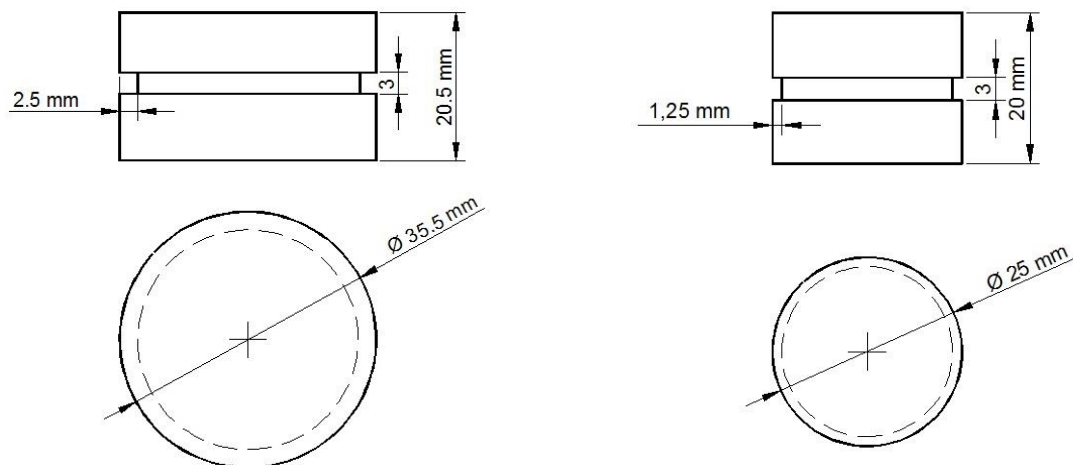
4.10. CÁLCULO PARA CONSTRUÇÃO DOS BLOCOS

Para a confecção do bloco (figura 14), primeiramente foi usado o VirtualDub para obter os intervalos de tempo de fechamento e abertura da boca dos 8 voluntários nas três coletas. Após a obtenção dos intervalos de tempo (Tabela 1), eles foram utilizados no Microsoft Excel 2010 para selecionar os picos de fechamento e abertura (Figura 15).

Figura 15 – (a) Blocos com dimensões personalizadas utilizado no ciclo de abertura (bloco da esquerda) e fechamento (bloco da direita) para o voluntário em estudo.
(b) Blocos com suas dimensões próprias do voluntário em estudo.



(a)



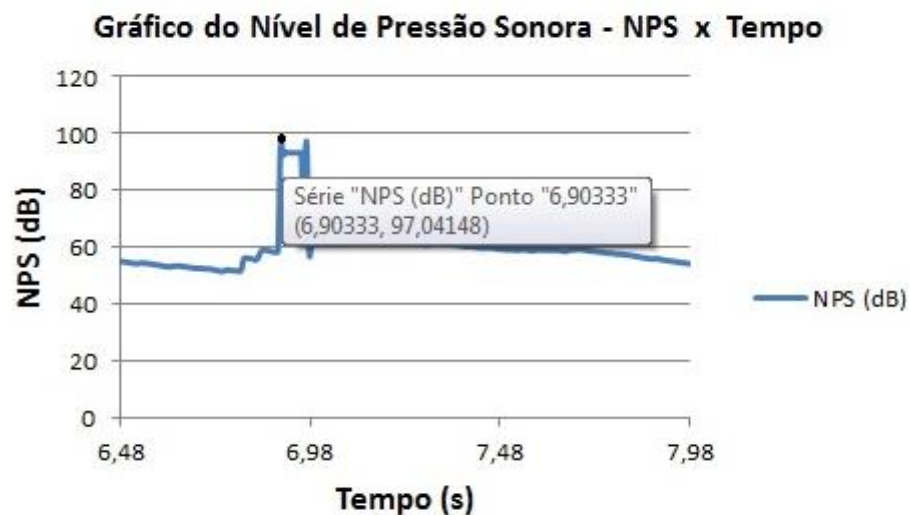
Fonte (AUTOR, 2013)

O material selecionado para a confecção dos blocos foi o Nylon, devido as suas características de não maleabilidade, resistência e rigidez ao desgaste. Para a confecção dos blocos maciços de Nylon foi aplicado o método tradicional de usinagem em torno convencional, sendo que em toda a sua circunferência dos blocos foi feito um sulco para o posicionamento dos dentes superiores e inferiores com o objetivo de impedir os movimentos de protusão e retrusão da ATM, garantido dessa forma uma posição quase que perfeitamente estática. O bloco de maiores dimensões foi utilizado no ciclo de abertura e o de menores dimensões no ciclo de fechamento.

Tabela 1 – Intervalos de tempo de fechamento e abertura do voluntário em estudo.

Coleta	Abertura – t (s)	Fechamento – t(s)
1	3,03 - 4,08	4,08 - 5,56
2	5,56 - 6,48	6,48 - 7,96
3	8,28 - 9,12	9,12 - 10,00

Figura 16 – Seleção de um dos picos do sinal acústico no domínio do tempo do voluntário em estudo



Fonte: (SILVA, 2013).

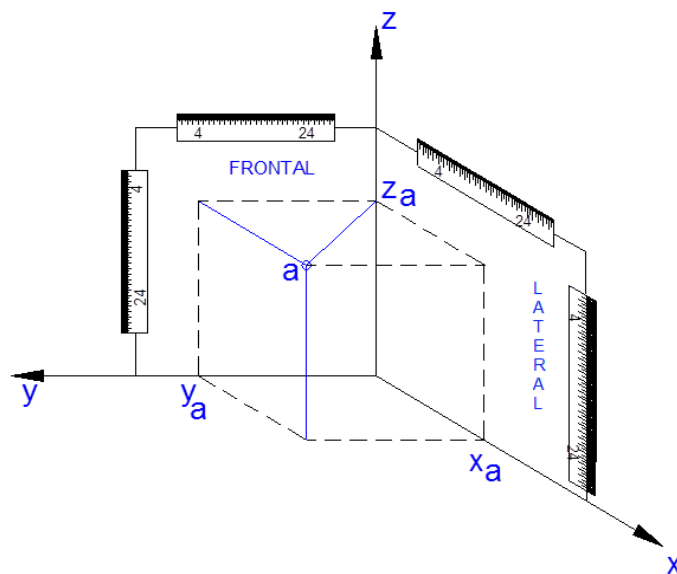
Para o dimensionamento dos blocos foi necessário criar um sistema dimensional para converter as unidades de imagem (pixel) em unidade de comprimento (mm), para isso foi adaptado à cadeira uma estrutura metálica para representar um sistema de coordenadas cartesianas (Figura16) instrumentado com escalas graduadas com pontos demarcados evidenciados por meio de alfinetes a uma distância de 200 mm em cada eixo, conforme indicado na Figura 17.

Figura 17 – Cadeira Modificada e Instrumentada com escalas graduadas para realização do experimento



Fonte: (SILVA, 2013)

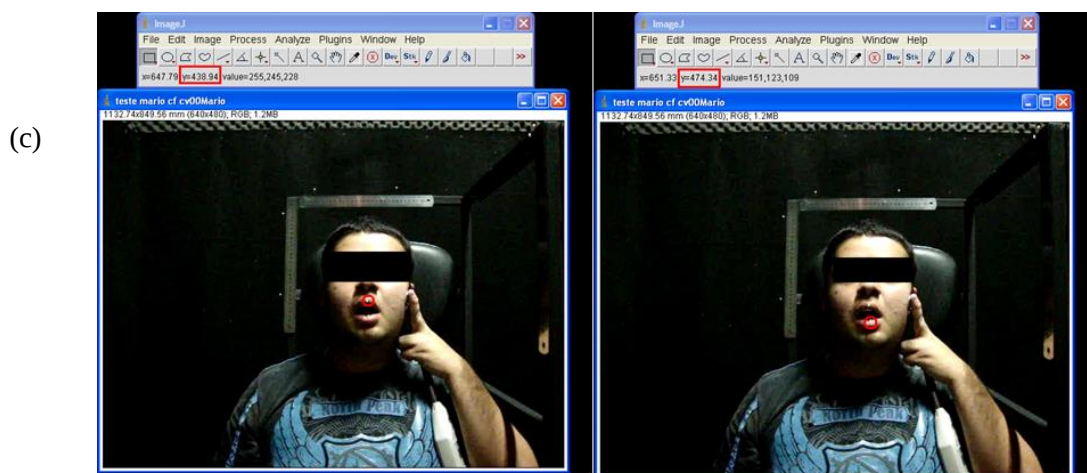
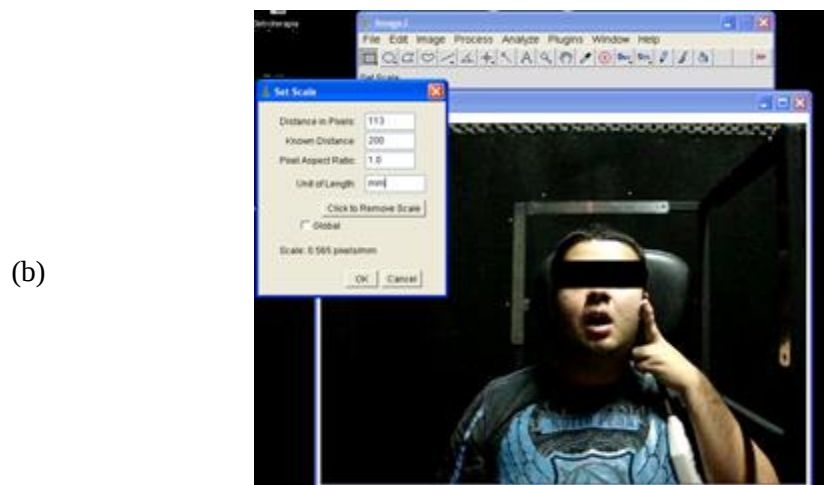
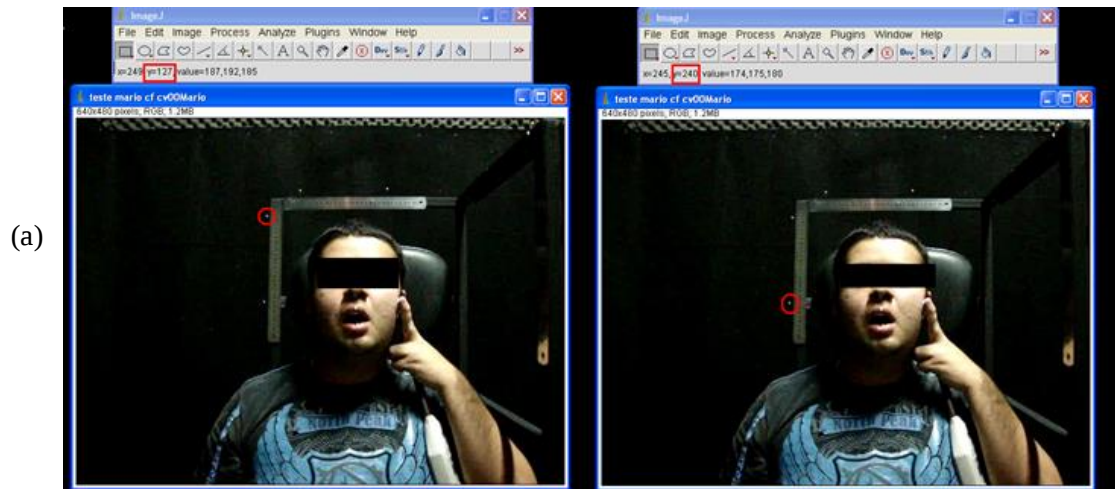
FIGURA 18 – Sistema de coordenadas cartesianas instrumentado com escalas graduadas com pontos demarcados a uma distância de 200 mm.



Fonte: (SILVA, 2013)

Para concretizar a análise dimensional para a confecção dos blocos foi utilizado o aplicativo Image J, pelo qual foi realizada a conversão pixel para milímetros (figura 18) no intuito de efetuar a calibração horizontal e vertical das imagens das câmeras frontal e lateral, pois devido ao posicionamento das câmeras em relação aos eixos graduados há uma diferenciação da quantidade de pixels nas imagens, conforme foi indicado pelo aplicativo Image J.

Figura 19 – Processo de conversão da imagem do voluntário em estudo de pixel para milímetros



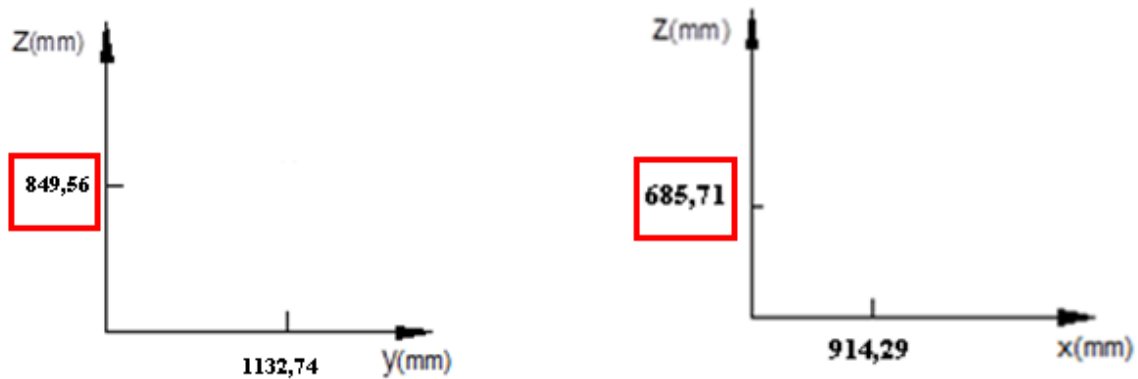
Fonte: (SILVA, 2013).

Devido à diferença nas dimensões entre as imagens das câmeras frontal e lateral, houve a necessidade de calcular um fator que adequasse os valores obtidos pela conversão das unidades envolvidas.

O valor do fator ora discutido, chamado “Fator de Escala” foi calculado pela relação entre as dimensões frontal e lateral relativas ao eixo considerado de referência (eixo Z).

$$\text{Fator de Escala} = \frac{Z_{FRONTAL}}{Z_{LATERAL}} \quad (1)$$

Figura 20 – Dimensões no eixo Z das câmeras frontal (a) e lateral (b)



Fonte (SILVA, 2013).

Pelos valores obtidos:

$$\text{Fator de Escala} = \frac{849,56}{685,71} = 1,23$$

Após o cálculo de fator de escala, foi calculada a distância entre os pontos dos incisivos superior e inferior em milímetros pelos valores de suas coordenadas nos eixos XYZ (Equação 2), sendo que seu resultado dividido pelo fator de escala e subtraído pela distância da boca fechada obtida pelo paquímetro, proporciona o valor final do deslocamento entre os pontos do incisivo superior e inferior (Equação 3).

$$\text{Distância entre os pontos dos incisivos} = \sqrt{(Xa - Xb)^2 + (Ya - Yb)^2 + (Za - Zb)^2} \quad (2)$$

$$= \sqrt{(417,14 - 431,43)^2 + (647,79 - 646,56)^2 + (438,94 - 474,43)^2} = 38,28\text{mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Deslocamento entre os pontos do} \\ \text{incisivo superior e inferior} &= \frac{\sqrt{(Xa - Xb)^2 + (Ya - Yb)^2 + (Za - Zb)^2}}{\text{Fator de Escala}} - \text{Distância de boca fechada} \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \text{Deslocamento entre os pontos do} \\ \text{incisivo superior e inferior} &= \frac{38,28\text{mm}}{1,23} - 7,98\text{mm} = 23,14\text{mm} \end{aligned}$$

De posse dos valores das distâncias de fechamento e abertura dos pontos selecionados foi calculada a média aritmética das três coletas para cada voluntário para a confecção personalizada dos blocos.

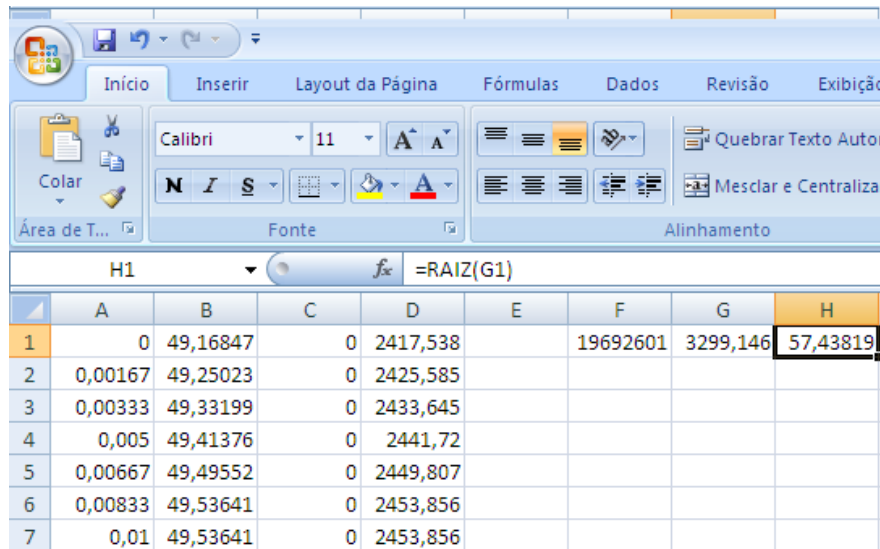
4.10. CÁLCULO DE dB

Os níveis de pressão sonora - NPS em dB, foram determinados em valores eficazes utilizando-se do aplicativo Microsoft Office Excel 2010, no qual todos os picos obtidos na coleta de dados foram elevados ao quadrado e em seguida somados e o resultado dessa soma foi dividido pelo número de picos e por fim, extraída a raiz quadrada do valor obtido por essa divisão (Figura 20).

Após o cálculo dos valores eficazes de cada voluntário para as três coletas, calculou-se a média aritmética desses valores, obtendo dessa forma uma média dos valores eficazes para cada voluntário (Figura 21).

No Apêndice D, representa o gráfico da +-intensidade sonora dos valores médios dos ciclos de abertura e no Apêndice E, representa o gráfico da intensidade sonora dos valores médios dos ciclos de fechamento.

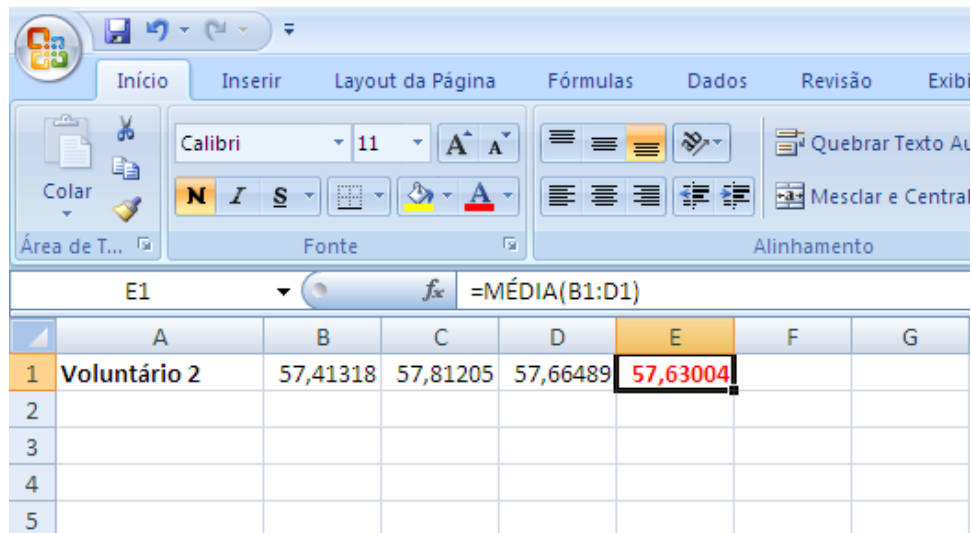
Figura 21 – Cálculo do valor eficaz do nível de pressão sonora – NPS do voluntário em estudo.



	A	B	C	D	E	F	G	H
1	0	49,16847	0	2417,538		19692601	3299,146	57,43819
2	0,00167	49,25023	0	2425,585				
3	0,00333	49,33199	0	2433,645				
4	0,005	49,41376	0	2441,72				
5	0,00667	49,49552	0	2449,807				
6	0,00833	49,53641	0	2453,856				
7	0,01	49,53641	0	2453,856				

Fonte: (SILVA, 2013).

Figura 22 – Cálculo da média dos valores eficazes das três coletas do voluntário em estudo



	A	B	C	D	E	F	G
1	Voluntário 2	57,41318	57,81205	57,66489	57,63004		
2							
3							
4							
5							

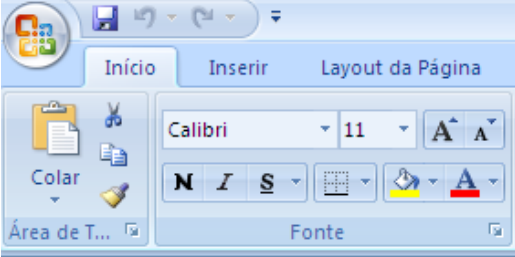
Fonte: (SILVA, 2013).

4.11. CÁLCULO DA FREQUÊNCIA

Para a determinação das frequências envolvidas no sinal acústico foram considerados os dados dos níveis de pressão sonora no domínio do tempo (Figura 22) e realizada a FFT por meio do aplicativo Origin Pro 8.5.1 SR2. Com o auxílio do programa, foi obtida a FFT (Figura 23) e selecionadas as colunas de frequência e amplitude (Figura 24).

A FFT foi representada por meio de gráficos, nos quais foram anotados os valores da frequência do picos considerados evidentes (Figura 25).

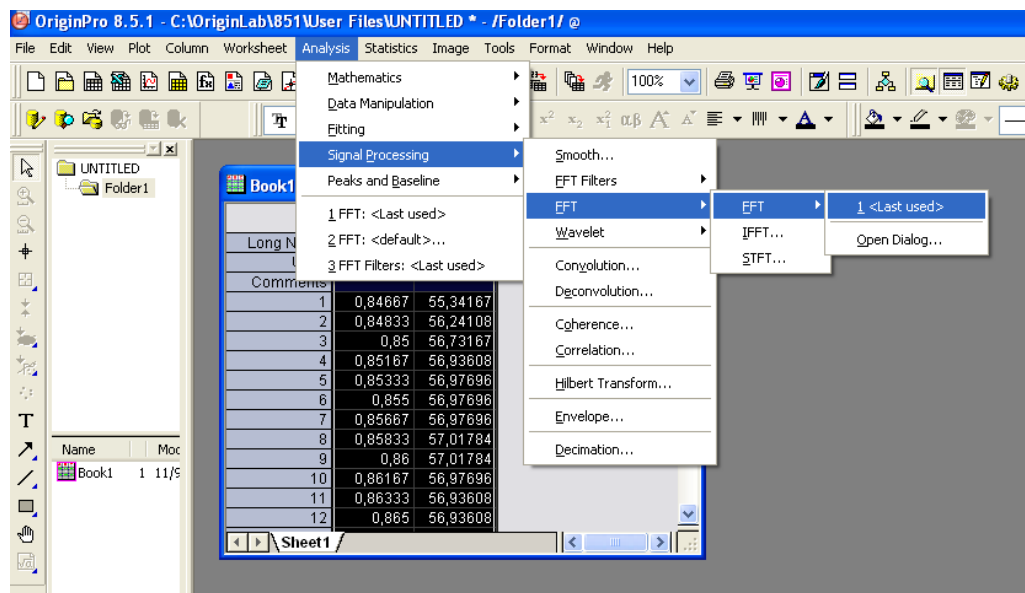
Figura 23 – Seleção dos dados no domínio do tempo dos níveis de pressão sonora – NPS do voluntário em estudo (coluna B) com seus respectivos instantes de tempo (coluna A).



	A	B	C	D
510	0,84833	56,24108	0,30275	
511	0,85	56,73167	1,19157	
512	0,85167	56,93608	2,45973	
513	0,85333	56,97696	3,55051	
514	0,855	56,97696	4,12983	
515	0,85667	56,97696	4,25601	
516	0,85833	57,01784	4,18062	
517	0,86	57,01784	4,1219	
518	0,86167	56,97696	4,14491	
519	0,86333	56,93608	4,21514	
520	0,865	56,93608	4,28458	

Fonte: (SILVA, 2013)

Figura 24 – Cálculo da FFT efetuado no Origin Pro 8.5.1. do sinal acústico do voluntário em estudo



Fonte: (SILVA, 2013).

Figura 25 – Seleção das colunas de frequência e amplitude definidas pela FFT realizada pelo Origin Pro 8.5.1

The left screenshot shows the 'Freq(X)' column selected, with the following data:

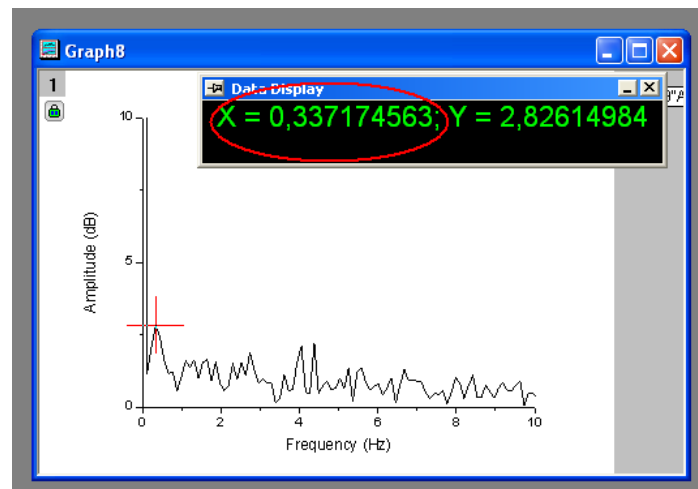
Comments	Long Name	Units	Value
1	0	Hz	3120
2	0,10935		-3174,76292 - 31
3	0,2187		-4326,93158 - 36
4	0,32805		-6337,00164 - 4
5	0,4374		2563,67536 + 61
6	0,54675		-345,21649 + 43
7	0,6561		2059,63972 + 24
8	0,76545		2425,47138 - 22
9	0,8748		-201,21496 + 15
10	0,98414		-2518,00584 + 13

The right screenshot shows the 'Amp(Y)' column selected, with the following data:

Comments	Long Name	Units	Value
1	56,87085	dB	
2	1,16533		-1
3	2,08505		-1
4	2,82284		-
5	2,42606		-2
6	1,60206		-2
7	1,16827		-3
8	1,19858		-4
9	0,57077		-2
10	1,0493		-2

Fonte: (SILVA, 2013).

Figura 26 – Gráfico da FFT com indicação das coordenadas de frequência e amplitude de um dos picos selecionados do voluntário em estudo.



Fonte: (SILVA, 2013).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um dos principais objetivos deste trabalho foi verificar se o método aqui utilizado complementa a avaliação clínica por meio de anamnese da história e dos exames clínicos.

A amostra analisada foi composta de oito voluntários com patologias discais da ATM. A amplitude da amostra é justificada pela dificuldade da disponibilidade dos voluntários e do alto custo das RMN.

Os resultados apresentados representam os sinais acústicos e seus valores de NPS no domínio do tempo (APÊNDICE A e B) e da frequência (APÊNDICE C) de todos os voluntários em conjunto com as imagens da RMN da ATM nos ciclos ensaiados de boca aberta, intermediária e fechada.

Analisando os valores médios da Amplitude (dB) no ciclo de abertura o intervalo foi de 62,22 dB à 96,65 dB. E no ciclo de fechamento obteve-se um intervalo de 49,65 dB à 91,46 dB dos voluntários estudados.

A média da amplitude (dB) encontrada no ciclo de abertura foi de 84,88 dB e a média encontrada no ciclo de fechamento foi de 76,63 dB.

O desvio padrão (APÊNDICE A) dos dados referentes aos níveis de Pressão Sonora – NPS de cada voluntário foi calculado considerando-se a média aritmética dos desvios padrões das três coletas de dados realizadas. Os valores das médias dos desvios padrões de cada voluntário esta indicado na tabela 2.

Tabela 2 – Média dos Desvios Padrões de todos os voluntários.

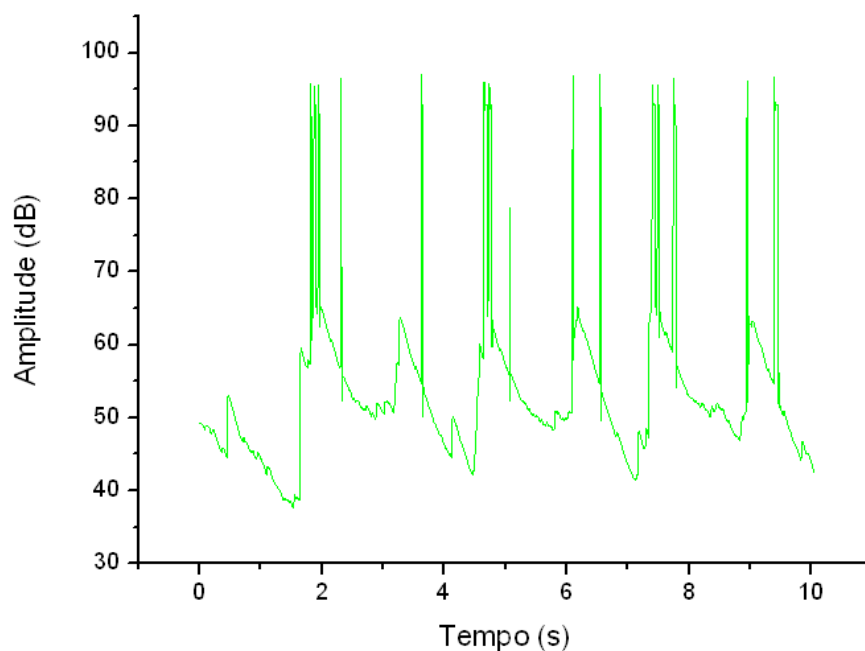
Voluntários	Média do Desvio Padrão (dB)
1	10,491
2	11,105
3	7,858
4	5,135
5	8,180
6	10,468
7	12,284
8	11,980

Para exemplificar e ilustrar, foi selecionado um dos voluntários em estudo por apresentar um comportamento mais coerente com o esperado.

5.1. SINAL COLETADO DA AMPLITUDE X TEMPO DO VOLUNTÁRIO EM ESTUDO

No ciclo de fechamento e abertura do voluntário em estudo, ao analisar o gráfico da Figura 26, observa-se que houve concordância do método utilizado nesta pesquisa com a RMN.

Figura 27 - Gráfico de Amplitude x Tempo do primeiro ao terceiro ciclo de abertura e fechamento da boca do voluntário em estudo.



Fonte; (SILVA, 2013)

Foram realizados três movimentos completos (ciclos de abertura e fechamento) em um período de tempo de 10 segundos cada ciclo.

Para uma análise mais detalhada é necessário e conveniente que seja particionado o sinal acústico em intervalos de tempo, conforme apresentado nas Figuras 27, 28 e 29.

Os dados de NPS e respectivos instantes referentes ao voluntário em estudo estão descritos na Tabela 4.

Pelos gráficos apresentados, observa-se que o início e término de cada movimento de abertura e fechamento são caracterizados pela existência de ruídos de maior intensidade sonora de pequena duração de tempo (picos), sendo que os intervalos de tempo (duração) de cada pico para o voluntário em estudo variaram de 0,02s à 0,06s, o que explicita a diferenciação na realização de cada movimento articular da ATM.

Em relação aos picos, o NPS para o voluntário em estudo, ficou em torno de 95 dB.

Os níveis de pressão sonora descritos na análise do voluntário em estudo estão acima dos níveis considerados de conforto acústico (ambientes de total ou parcial silêncio), de acordo com a Tabela 1 da NBR10152 do anexo F.

Figura 28 - Gráfico de NPS x Tempo do primeiro ciclo de abertura e fechamento da boca do voluntário em estudo no intervalo de tempo de 1,77s a 2,34s.

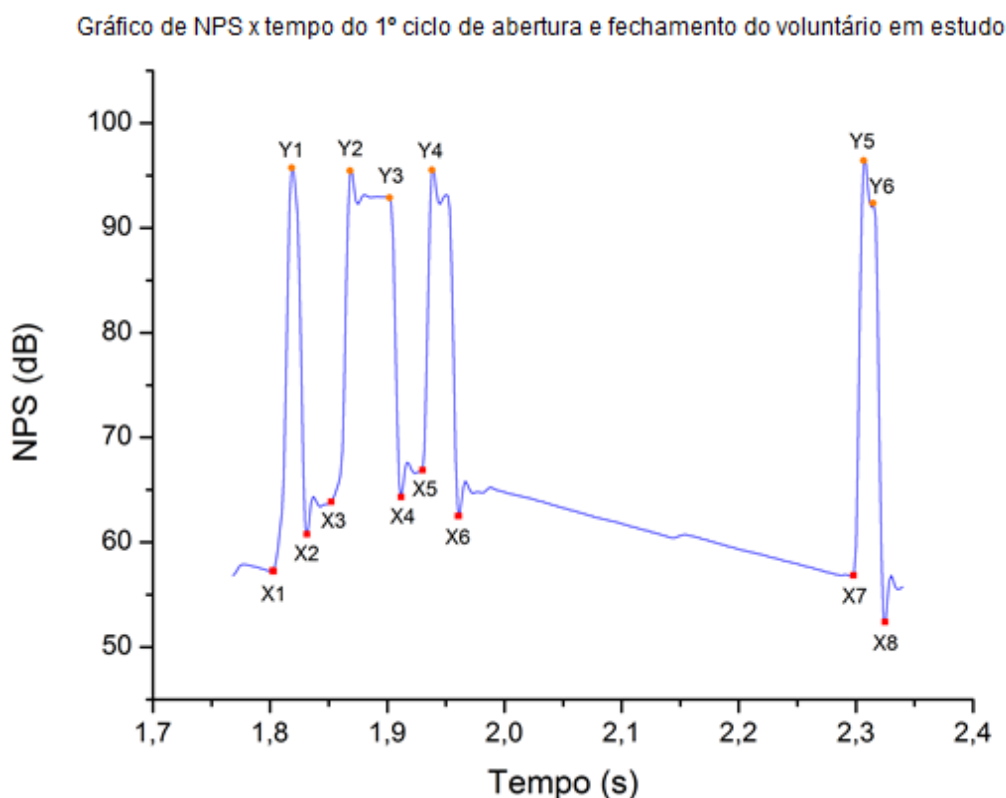


TABELA 3 - NPS x tempo do 1º ciclo de abertura e fechamento do voluntário em estudo:

- (a) Instantes de tempo inicial e final de cada pico e seus respectivos níveis de pressão sonora – NPS.
- (b) Instantes de tempo dos picos e seus correspondentes níveis de pressão sonora – NPS.

NPS e instantes de tempo do início e término dos picos (Xn) do 1º ciclo de abertura e fechamento do voluntário em estudo		
Picos	Instantes (s) – Xn	NPS (dB)
1º	1,803	57,299
	1,831	60,703
2º	1,852	63,865
	1,912	64,317
3º	1,930	66,887
	1,961	62,510
4º	2,298	56,847
	2,324	52,400

NPS (Yn) e instantes de cada pico do 1º ciclo de abertura e fechamento do voluntário em estudo		
Picos	Instantes (s)	NPS (dB) – Yn
1	1,818	95,585
2	1,868	95,546
3	1,902	92,944
4	1,938	95,515
5	2,306	96,419
6	2,314	92,423

(b)

Avaliando as RMN do voluntário selecionado, verificou-se que na posição de boca fechada os discos estão anteriorizados em relação ao côndilo em ambas as articulações esquerda e direita, enquanto que na condição de boca aberta de ambas as articulações os discos aparecem reduzidos e normoposicionados. Esse movimento de abertura é caracterizado por ruídos característicos na forma de picos no gráfico, identificados por Y1 e Y2, clinicamente identificado por uma redução dos discos no movimento de abertura, enquanto que Y3 e Y4 referem-se respectivamente a ultrapassagem da eminência óssea e do retorno da mesma.

No que se refere ao movimento de fechamento, ocorre a perda discal, identificada pelos picos Y5 e Y6.

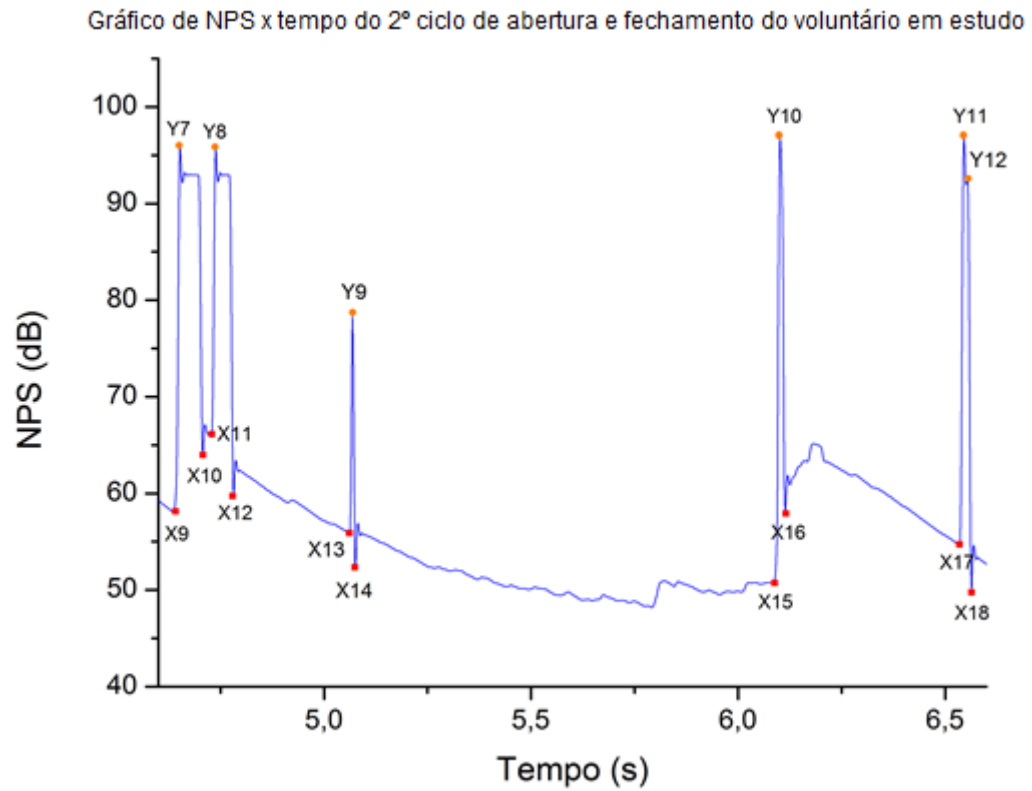
Por não se ter as imagens do exame dinâmico (RMN dinâmica) das ATMs referentes ao movimento de abertura, e somente a imagem inicial e as com a redução discal é difícil identificar dentre os picos, qual ocorre primeiro em função do tempo e a qual ATM se refere, do lado direito ou esquerdo.

Observa-se também pela avaliação da RMN que o côndilo direito avança além do limite inferior da eminência articular, caracterizado por um sinal acústico evidente (Y3) no final da abertura da boca, o mesmo ocorrendo no início do fechamento em Y4; o que não acontece na articulação esquerda.

Pela característica apresentada na imagem da RMN da ATM, próximo ao fechamento total da boca, é prevista a existência de 2 picos, representados no gráfico por Y5 e Y6 e justificados pela perda da relação correta côndilo-disco e fossa articular para um quadro de disco anteriorizado bilateral. Da mesma forma que, para o ciclo de abertura, o fato de não se ter as imagens do movimento dinâmico da ATM para o ciclo de fechamento, torna-se difícil identificar qual o lado da articulação (esquerdo ou direito) apresentará primeiro o sinal acústico pertinente à perda discal.

Outro ponto a ser considerado, é o fato do crânio anatomicamente comportar-se como uma caixa de ressonância, fazendo com que o estetoscópio capte o sinal de ambas as articulações (esquerda ou direita), dificultando dessa forma, a identificação de qual ATM e determinação da porcentagem de contribuição dessas articulações no NPS do sinal acústico gerado. Normalmente esta dificuldade encontrada em se discriminar a origem, sequência dos eventos e nível de contribuição tanto na RMN quanto no método desenvolvido nesse estudo é suplantada pela avaliação clínica da palpação, na qual o examinador percebe as vibrações dos eventos (redução do disco, ultrapassagem de eminência, retorno dessa passagem de eminência e perda dos discos) durante os ciclos de abertura e fechamento da boca.

Figura 29 - Gráfico de NPS x Tempo do segundo ciclo de abertura e fechamento da boca do voluntário em estudo no intervalo de tempo de 4,60s a 6,66s.



Fonte: (SILVA, 2013).

TABELA 4 - NPS x tempo do 2º ciclo de abertura e fechamento do voluntário em estudo.

- (a) Instantes de tempo inicial e final de cada pico e seus respectivos níveis de pressão sonora – NPS.
- (b) Instantes de tempo dos picos e seus correspondentes níveis de pressão sonora – NPS.

NPS e instantes de tempo do início e término dos picos do 2º ciclo de abertura e fechamento do voluntário em estudo		
Picos	Instantes (s) - Xn	NPS (dB)
5º	4,640	58,004
	4,708	63,975
6º	4,731	66,158
	4,779	59,609
7º	5,061	55,883
	5,075	52,345
8º	6,088	50,727
	6,117	57,915
9º	6,534	54,641
	6,565	49,823

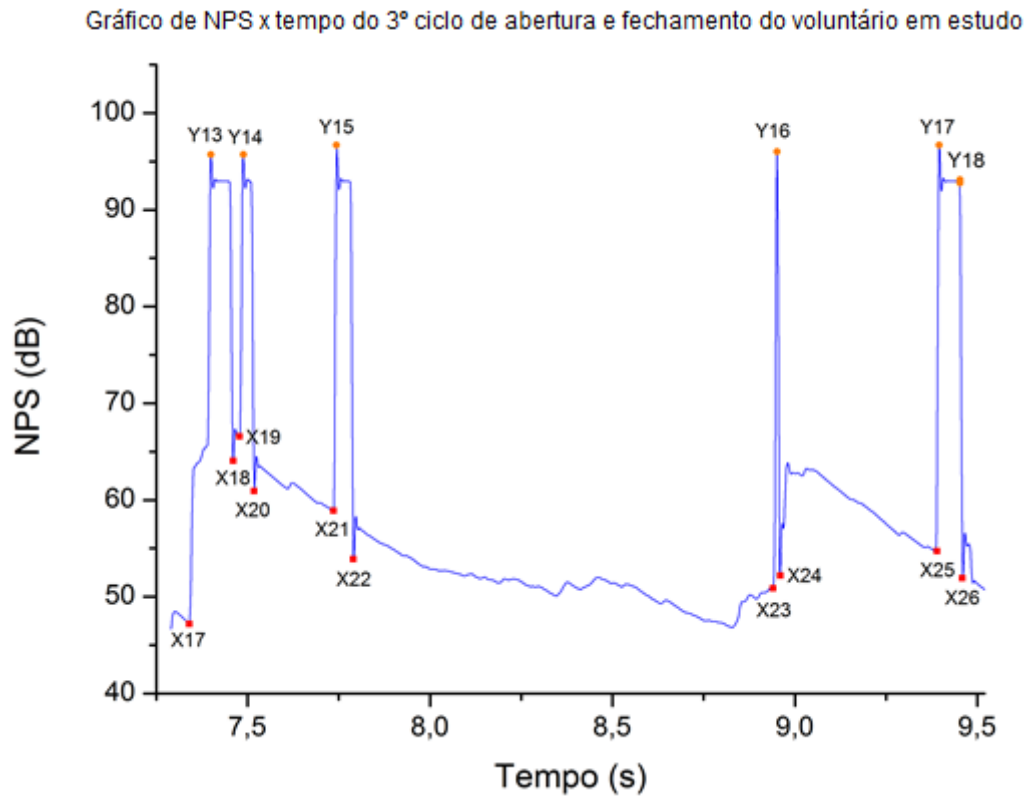
(a)

NPS e instantes de cada pico do 2º ciclo de abertura e fechamento do voluntário em estudo		
Picos	Instantes (s)	NPS (dB) – Yn
7	4,651	96,088
8	4,736	95,854
9	5,068	78,616
10	6,100	97,171
11	6,543	96,945
12	6,554	92,580

(b)

Durante o segundo movimento de abertura (2º ciclo), ocorreu a redução dos discos, evidenciados pelos picos Y7 e Y8. O pico Y9 indica o avanço do côndilo direito além do limite inferior da eminência articular no final da abertura da boca, enquanto que Y10 representa o retorno da eminência articular. Durante o movimento de fechamento total da boca, ocorreram dois ruídos evidentes (picos Y11 e Y12), estes últimos justificados pela perda do disco da ATM.

Figura 30 - Gráfico de NPS x Tempo do terceiro ciclo de abertura e fechamento da boca do voluntário 7 no intervalo de tempo de 7,29s a 9,52s.



Fonte: (SILVA, 2013).

Tabela 5 - NPS x tempo do 3º ciclo de abertura e fechamento do voluntário em estudo

- (a) Instantes de tempo inicial e final de cada pico e seus respectivos níveis de pressão sonora – NPS.
- (b) Instantes de tempo dos picos e seus correspondentes níveis de pressão sonora – NPS.

NPS e instantes de tempo do início e término dos picos do 3º ciclo de abertura e fechamento do voluntário em estudo		
Picos	Instantes (s) - Xn	NPS (dB)
10º	7,341	47,151
	7,462	64,088
11º	7,477	66,459
	7,518	60,889
12º	7,365	58,932
	7,991	53,850
13º	8,941	50,802
	8,961	52,119
14º	9,390	54,679
	9,459	51,893

(a)

NPS e instantes de cada pico do 3º ciclo de abertura e fechamento do voluntário em estudo		
Picos	Instantes (s)	NPS (dB) - Yn
13	7,398	95,779
14	7,490	95,779
15	7,745	96,682
16	8,952	96,080
17	9,395	96,833
18	9,453	92,768

(b)

Analogamente, para o ciclo 3, ocorreu a redução do disco representada pelos picos Y13 e Y14 enquanto que a ultrapassagem e retorno da eminência articular está representada pelos picos Y15 e Y16 e para os picos Y17 e Y18 temos a avaliação clínica de perda do disco da ATM.

Para análise do comportamento da ATM foram obtidas imagens através de RMN, uma vez que esse tipo de exame por imagem é reconhecido e confiável.

As figuras 30 e 31 ilustram o posicionamento do complexo cêndilo – disco e fossa articular da ATM, para a relação maxilo-mandibular de boca fechada dos lados esquerdo e direito da ATM.

Figura 31 – RMN da ATM esquerda com a boca fechada do voluntário em estudo.

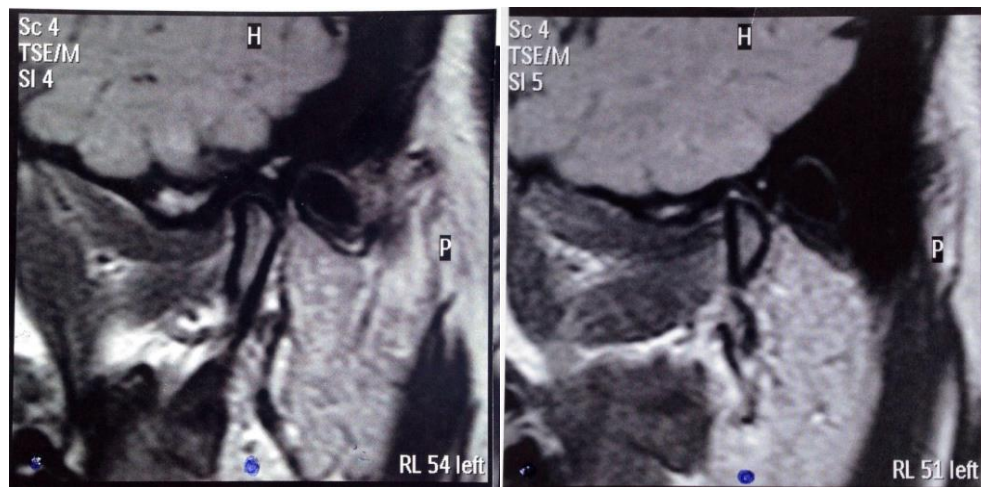


Figura 32 – RMN da ATM direita com a boca fechada do voluntário em estudo.



Observa-se nas Figuras 30 e 31, imagens de RMN, onde os discos articulares estão anteriorizados com redução dos espaços intra-articulares bilateralmente (retroposicionamento cêndilar) em duas Figuras com diferentes profundidades de corte para ATM esquerda e para ATM direita.

As Figuras 32 e 33 ilustram o posicionamento do complexo cêndilo-disco e fossa articular da ATM, para a relação maxilo-mandibular de boca em abertura máxima.

Figura 33 – RMN da ATM esquerda em abertura máxima do voluntário em estudo.

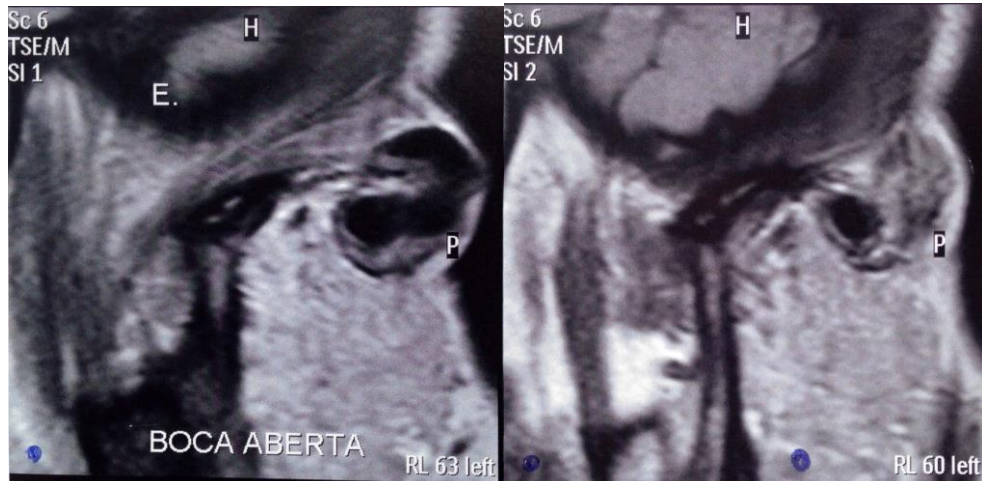
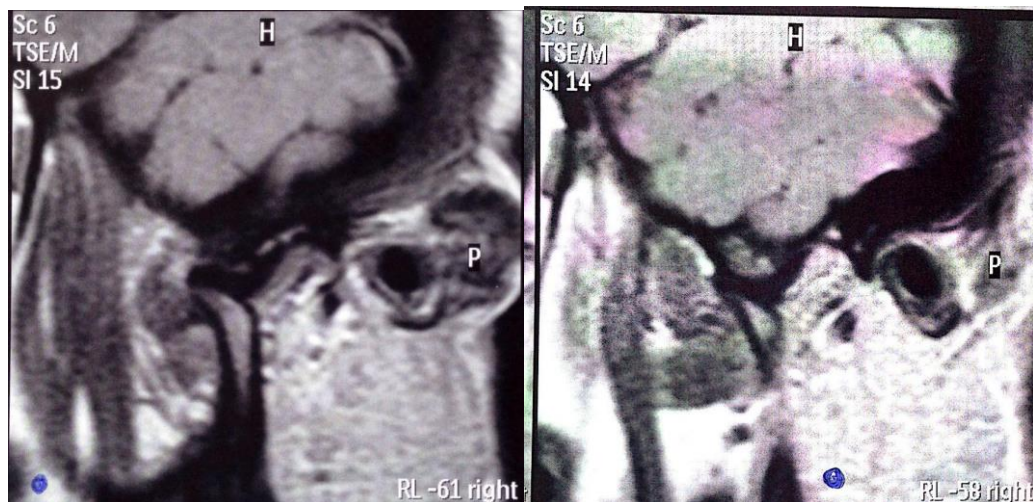


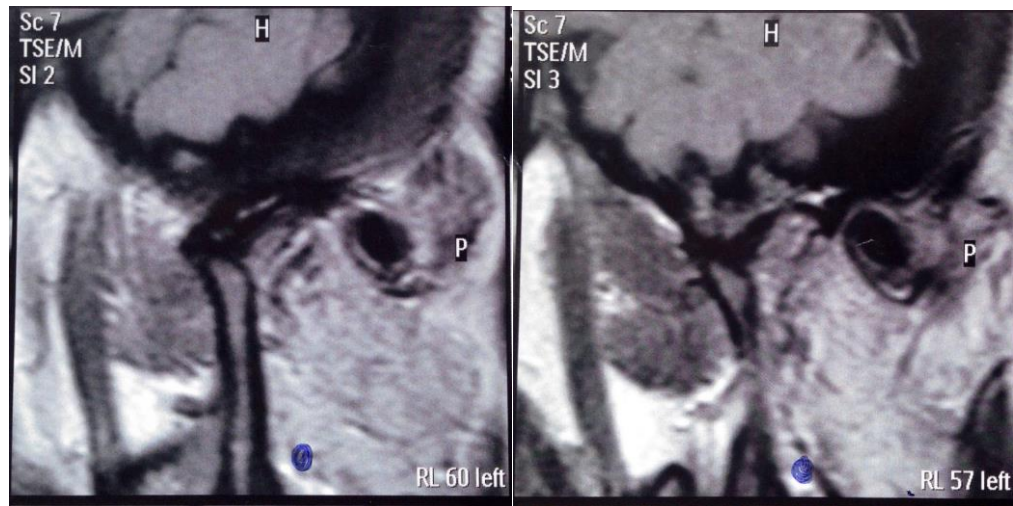
Figura 34 – RMN da ATM direita em abertura máxima do voluntário em estudo.



Observa-se nas Figuras 32 e 33, imagens de RMN, onde os cêndilos e os discos estão normoposicionados e aquê m do limite inferior da eminência articular em duas figuras com diferentes profundidades de corte para ATM esquerda e para ATM direita.

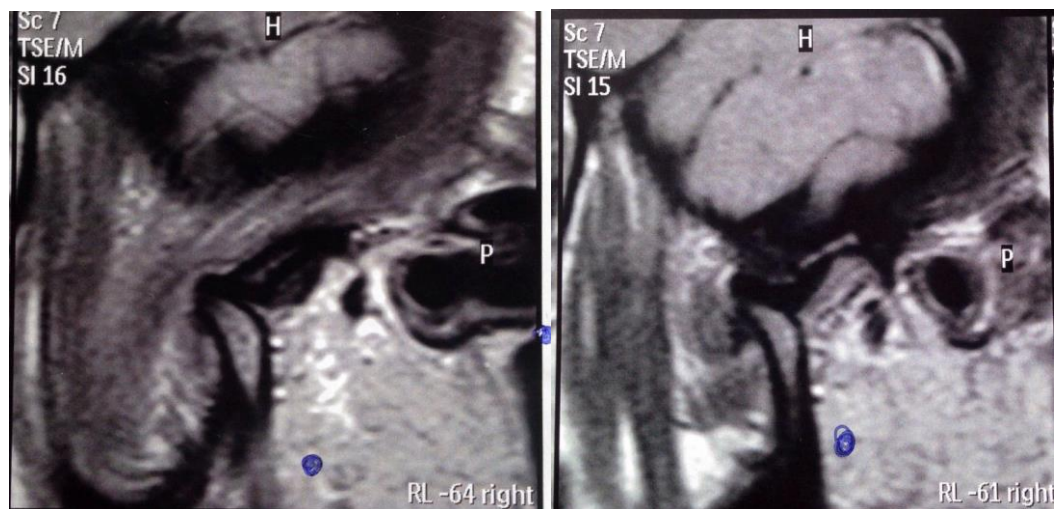
As Figuras 34 e 35 ilustram o posicionamento do complexo cêndilo-disco e fossa articular da ATM. Na relação maxilo-mandibular de boca em fechamento, foi introduzido um bloco personalizado de maior dimensão.

Figura 35 – RMN da ATM esquerda da boca em fechamento limitada pelo bloco personalizada de maior dimensão do voluntário em estudo.



Observa-se que nas Figuras 34 e 35, imagens de RMN, onde a relação cêndilo-disco e fossa estão normoposicionados e estes no limite inferior da eminência articular com a introdução do bloco personalizado de maior dimensão e duas figuras com diferentes profundidades de corte para ATM esquerda e para ATM direita.

Figura 36 – RMN da ATM direita da boca em fechamento limitada pelo bloco personalizada de maior dimensão do voluntário em estudo.



As Figuras 36 e 37 ilustram as RMN ilustram o posicionamento do complexo cêndilo-disco e fossa articular da ATM. Na relação maxilo-mandibular de boca em fechamento, foi introduzido um bloco personalizado de menor dimensão.

Figura 37 - RMN da ATM esquerda da boca em fechamento limitada pelo bloco personalizada de menor dimensão do voluntário em estudo.

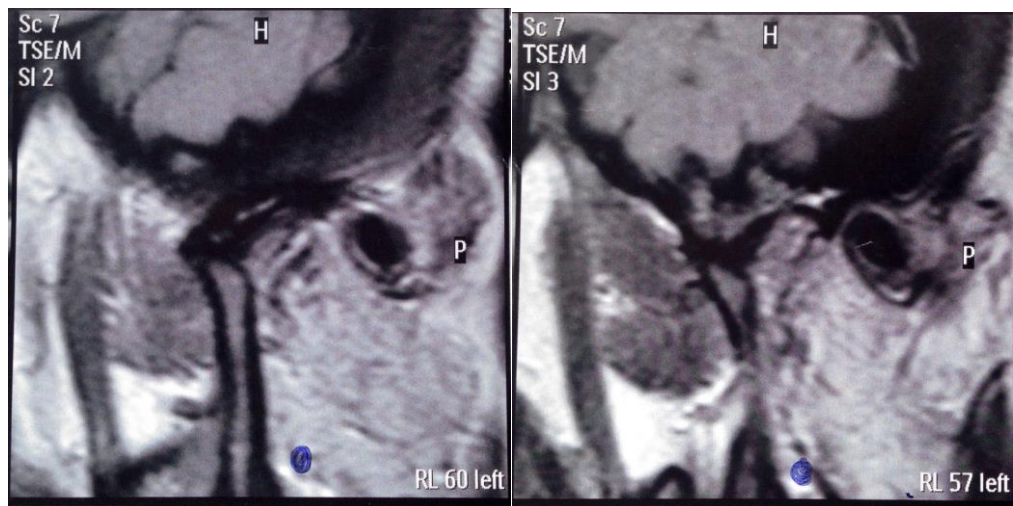
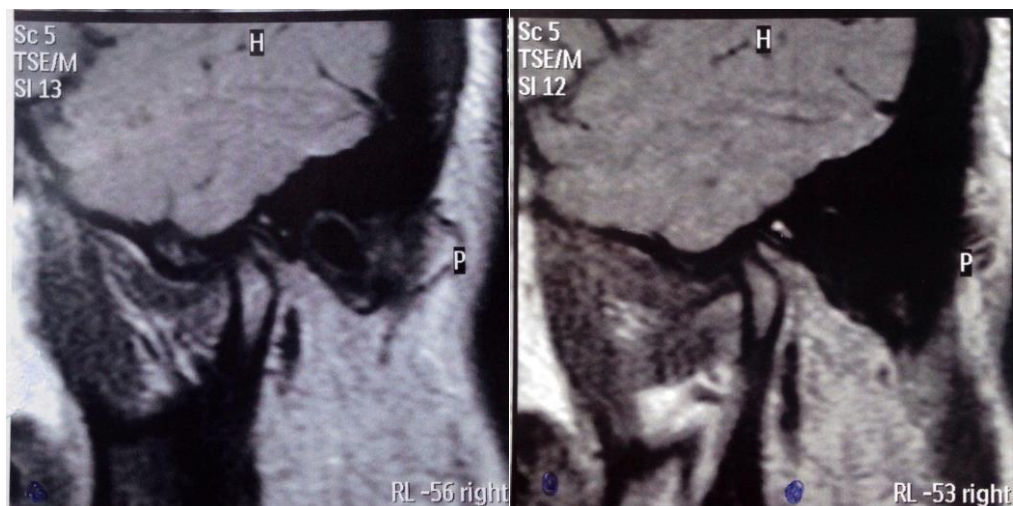


Figura 38 - RMN da ATM direita da boca em fechamento limitada pelo bloco personalizada de menor dimensão do voluntário em estudo.



Observa-se nas figuras 36 e 37, imagens de RMN, onde os discos articulares estão na eminência de luxarem (escaparem) em duas figuras com diferentes profundidades de corte para ATM esquerda e para ATM direita.

Para análise do comportamento da ATM foram obtidas imagens através de RMN. As figuras 39 e 40 ilustram o posicionamento do complexo cêndilo – disco e fossa articular da ATM, para a relação maxilo-mandibular de boca fechada do lado esquerdo e direito da ATM.

Figura 39 – RMN da ATM esquerda do voluntário em estudo.

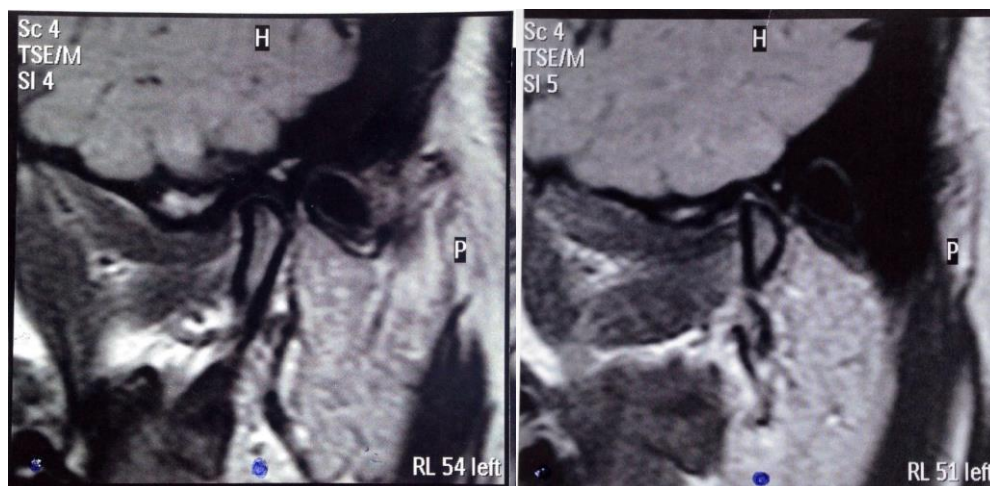
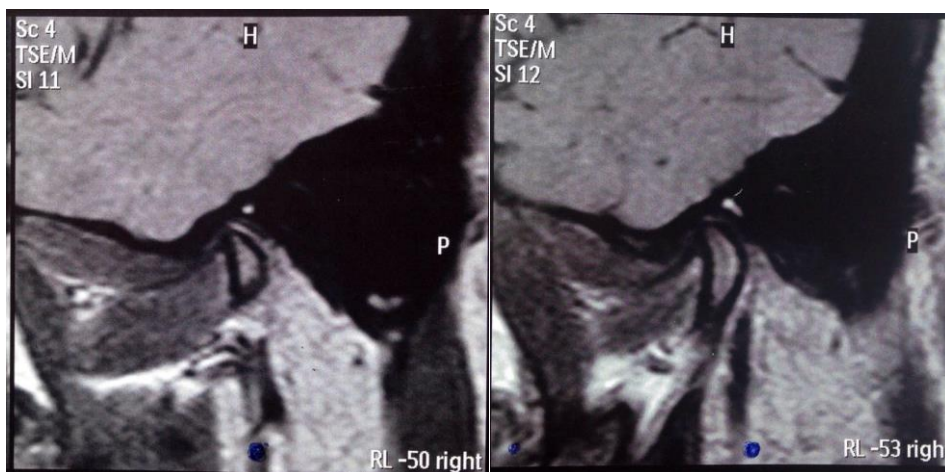


Figura 40 – RMN da ATM direita do voluntário em estudo.



Observa-se nas Figuras 39 e 40, que os discos articulares estão anteriorizados com redução dos espaços intra-articulares bilateralmente (retroposicionamento cêndilar) e duas Figuras em diferentes profundidades de corte nas ATMs esquerda e direita.

As Figuras 41 e 42 representam as RMN das ATMs esquerda e direita em duas imagens em diferentes planos de profundidade de corte nas ATMs esquerda e direita na relação mandibular de abertura máxima.

Figura 41 – RMN da ATM esquerda em abertura máxima do voluntário em estudo.

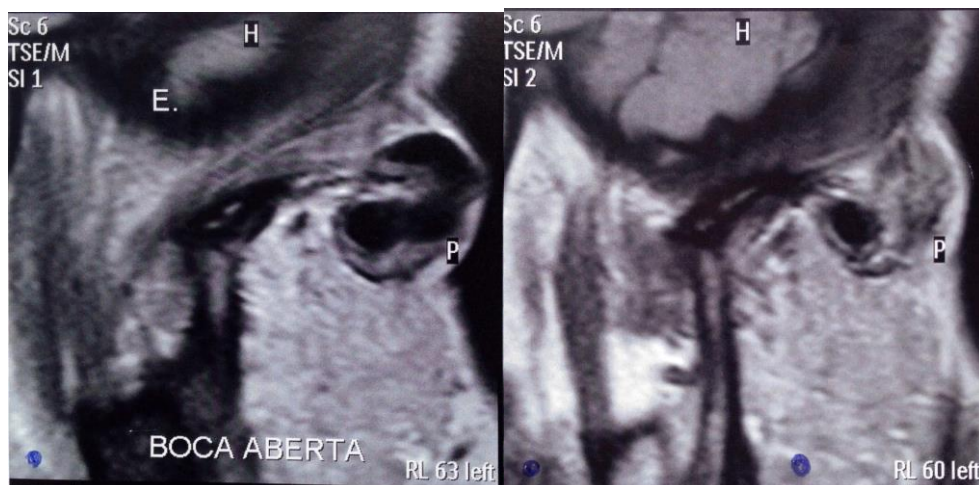


Figura 42 – RMN da ATM direita em abertura máxima do voluntário em estudo.



Observam-se nas Figuras 41 e 42 que os côndilos e os discos estão normoposicionados e a quem do limite inferior da eminência articular.

As Figuras 43 e 44 representam as RMN das ATMs esquerda e direita e duas imagens em diferentes planos de profundidade de corte nas ATMs esquerda e direita. Na relação maxilo-mandibular de boca em fechamento foi introduzido um bloco personalizado de maior dimensão.

Figura 43 – RMN da ATM esquerda da boca em fechamento limitada pelo bloco personalizada de maior dimensão do voluntário em estudo.

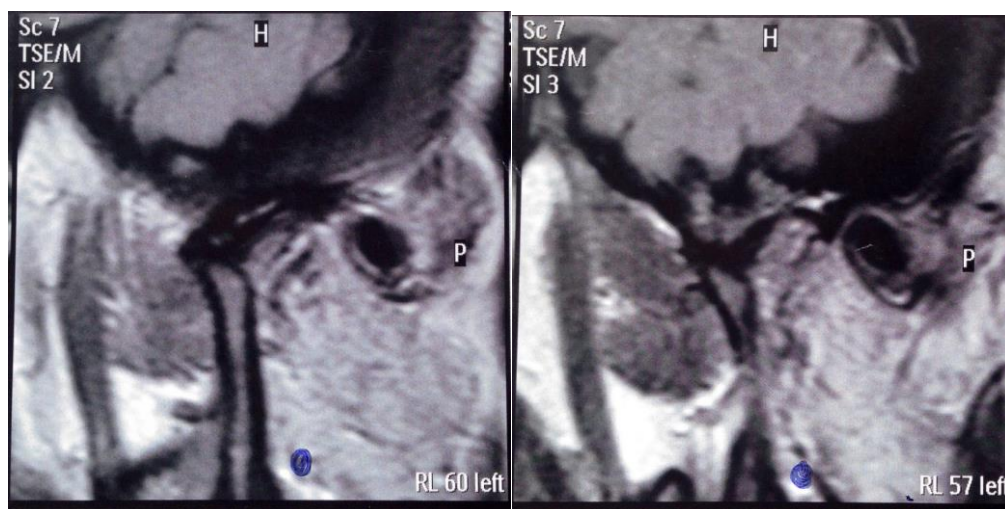
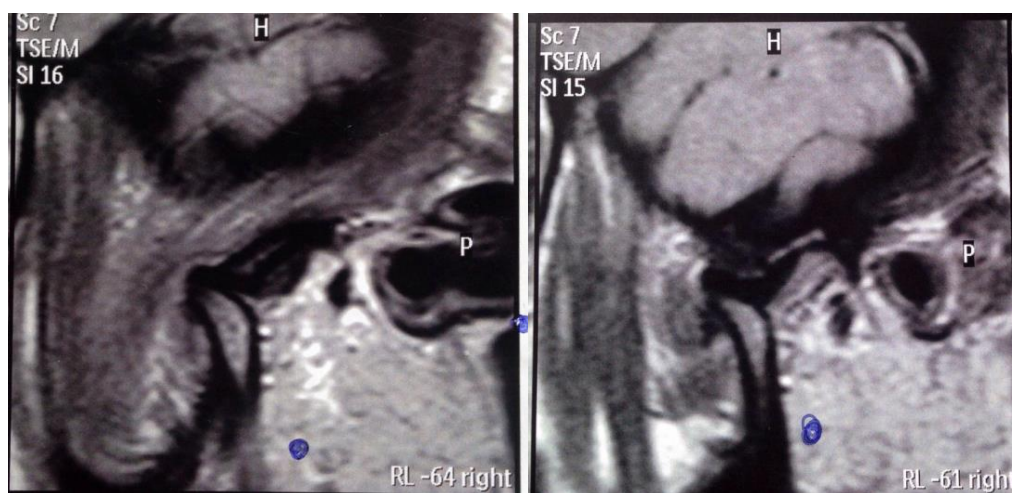


Figura 44 – RMN da ATM direita da boca em fechamento limitada pelo bloco personalizada de maior dimensão do voluntário em estudo.



Observa-se que nas Figuras 43 e 44 os côndilos e discos estão normoposicionados e estes no limite inferior da eminência articular com a introdução do bloco personalizado de maior dimensão.

As Figuras 45 e 46 representam as RMN das ATMs esquerda e direita e duas imagens em diferentes planos de profundidade de corte nas ATMs esquerda e direita. Na relação maxilo-mandibular de boca em fechamento foi introduzido um bloco personalizado de menor dimensão.

Figura 45 - RMN da ATM esquerda da boca em fechamento limitada pelo bloco personalizada de menor dimensão do voluntário em estudo.

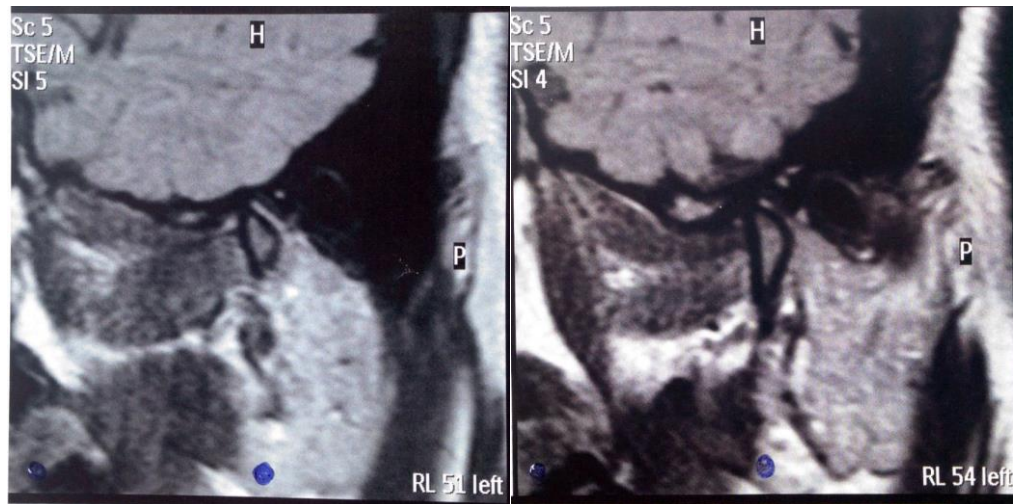
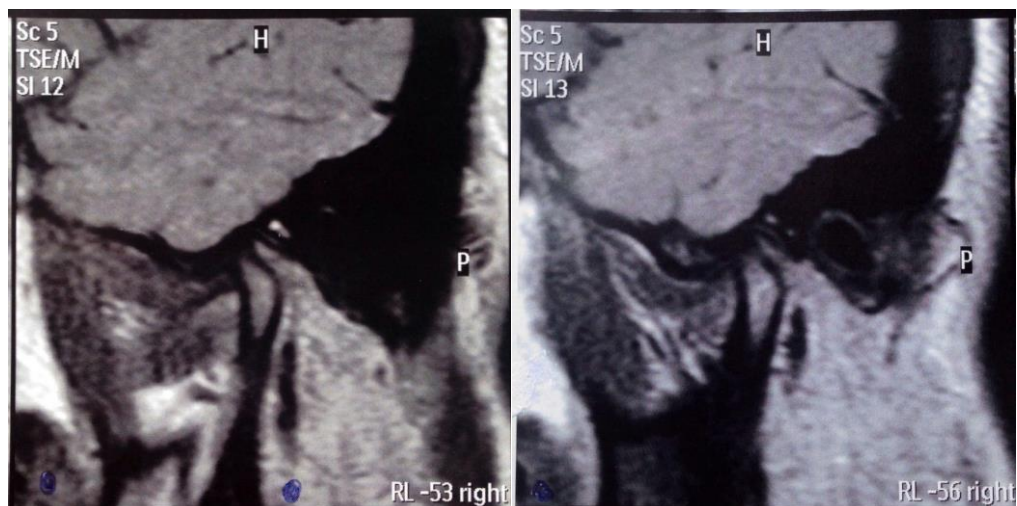


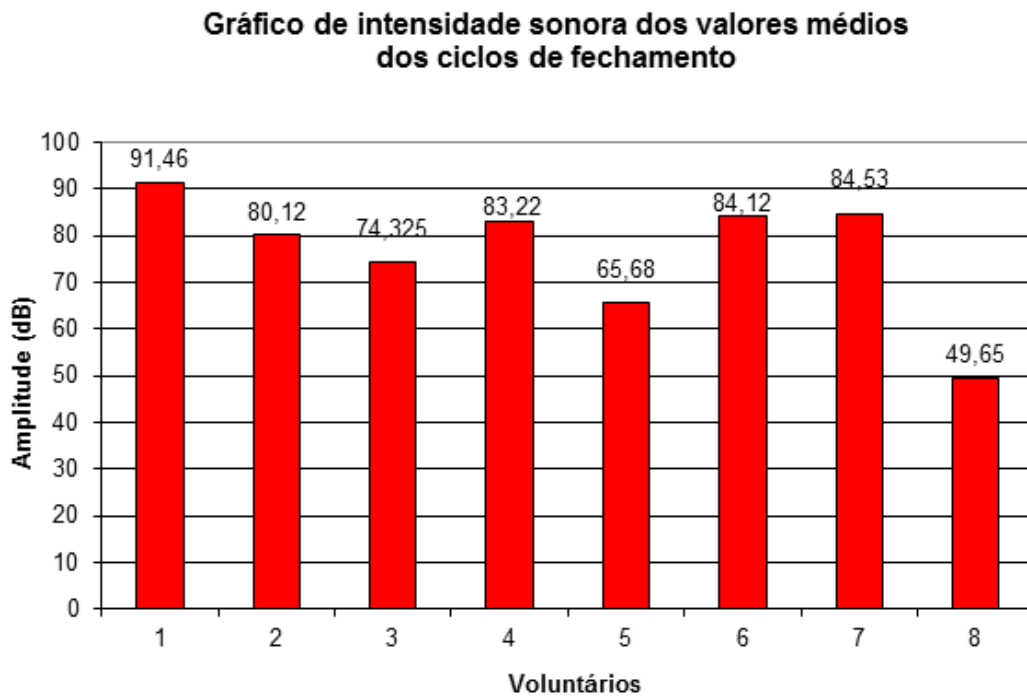
Figura 46 - RMN da ATM direita da boca em fechamento limitada pelo bloco personalizada de menor dimensão do voluntário em estudo.



Observa-se nas Figuras 45 e 46 que o disco está na eminência de luxarem(escaparem).

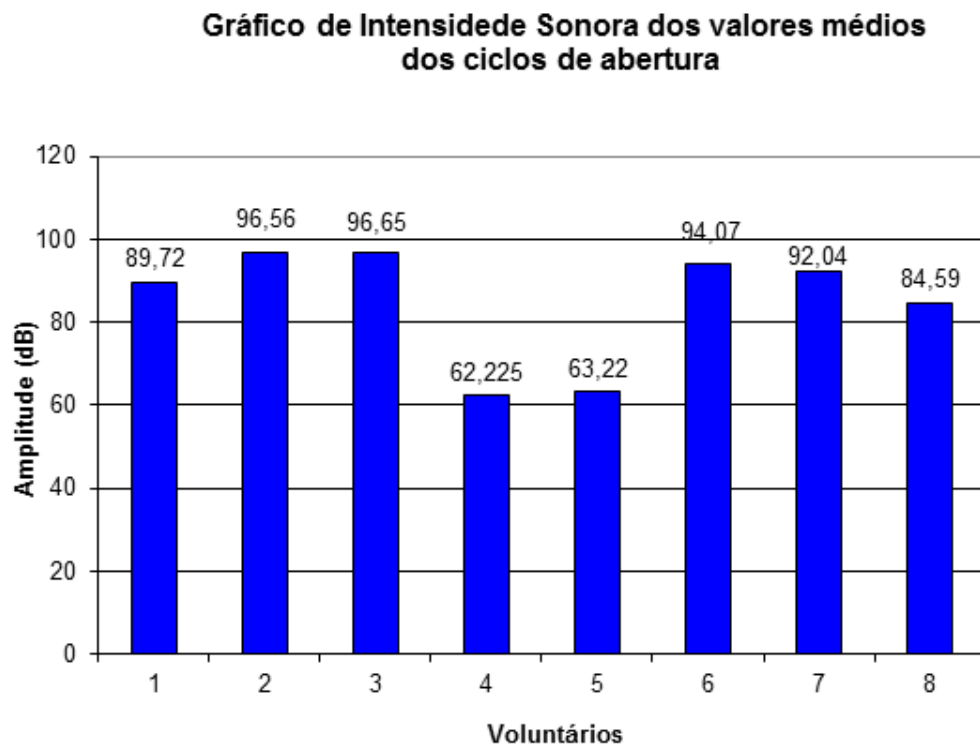
As Figuras 47 e 48 ilustram as variações dos níveis de pressão sonora em dB dos ciclos de fechamento e abertura respectivamente dos voluntários estudados.

Figura 47 – Valores médios dos ciclos de fechamento das amplitudes dos níveis de pressão sonora – NPS dos voluntários estudados.



Fonte: (SILVA, 2013).

Figura 48 – Valores médios dos ciclos de abertura das amplitudes dos níveis de pressão sonora – NPS dos voluntários estudados



Fonte: (SILVA, 2013).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- O método apresentado nesse trabalho demonstrou ser possível associar os sinais acústicos provenientes dos ruídos articulares em função do tempo com as avaliações clínicas de ausculta para os ciclos de abertura e fechamento em concordância com as imagens de RMN, as quais possibilitaram uma descrição das relações côndilo-disco e fossa articular, permitindo desse modo a obtenção de um banco de dados personalizados que possa contribuir nas avaliações diagnósticas e no tratamento das patologias.
- Os intervalos de tempo entre os picos variaram de acordo com a velocidade dos movimentos de abertura e fechamento.
- A variação do NPS para os ciclos apresentados é uma consequência da intensidade da força muscular envolvida, sendo que essa força depende da velocidade e da repetibilidade dos ciclos de abertura e fechamento.
- É um método relativamente simples, prático, funcional, de baixo custo e não invasivo.
- O profissional da área da saúde passa a ter mais uma ferramenta para auxiliar no diagnóstico específico de patologias discais, não apenas na sua sensibilidade auditiva experiência profissional
- O sistema desenvolvido para captação de sinais acústicos provenientes da ATM foi composto de equipamentos e instrumentos de fácil transporte, aplicação do método, podendo o profissional da área aplicar em locais diversos.
- Houve uma preocupação em padronizar o posicionamento da ATM, segundo um protocolo no qual foi desenvolvido bloco padrões para RMN.

7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Sincronizar o sinal acústico proveniente dos ruídos articulares com a obtenção de imagens por ressonância magnética dinâmica para um maior aprimoramento e precisão dos dados coletados.

Utilização de blocos padrões personalizados para obtenção das imagens por ressonância magnética nuclear.

Aumentar o número de amostras para uma melhor análise e conclusões da patologia considerada

Melhorias no sistema de captação de imagem, tanto no que diz respeito aos equipamentos e aparelhos (câmeras e filmadoras) de alta definição.

Obter imagens em movimento para uma melhor descrição e maior detalhamento dos dados.

Desenvolver um protocolo, levando em consideração um ambiente propício, equipamentos devidamente calibrados e acompanhamento rígido na realização do mesmo, de modo a garantir que a aplicação do método ocorra da melhor maneira possível e não influencie nos resultados.

Aplicação de um teste estatístico para verificar o índice de confiabilidade dos dados e resultados.

REFERÊNCIAS

- AMANTEA, D. V.; NOVAES, A. P.; CAMPOLONGO, G. D. et. al. A importância da avaliação postural no paciente com disfunção da articulação temporomandibular. **Acta Ortop. Bras.**, v. 12, n. 3, jul/set, 2004. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/aob/v12n3/v12n3a04.pdf>> Acesso em 07/01/2014.
- ANDRADE, W. M. **DTM – Disfunções da ATM**. 2011. Disponível em <<http://portal.dordtm.com.br/dtm-disfuncoes-da-atm.html>> Acesso em 15/10/2013.
- ARELLANO, J. C. V. Metodologia no diagnóstico da disfunção da articulação temporomandibular. **Jornal Brasileiro de Oclusão, ATM & Dor Orofacial**, Curitiba, v.2, n.5, p.78–86, jan./mar. 2002.
- ARITA, E. S.; KISHI, K. Ressonância magnética. In.: FREITAS, A.; ROSA, J. E.; SOUZA, L. F. **Radiologia odontológica**. São Paulo: Artes Médicas, 2004.
- BADIM, J.; BADIM, J. M. D. Disfunção da articulação temporomandibular (ATM). **Rev. Soc. Bras. Cir. Plást.** São Paulo, v. 17, n. 1, p. 51-68, jan/abr., 2002. Disponível em <<http://www.rbcp.org.br/imageBank/PDF/17-01-04-pt.pdf>>. Acesso em 07/01/2014.
- BASSI, A. F., MORIMOTO, R. S., COSTA, C. S. Disfunção temporomandibular: uma abordagem fisioterapêutica. **III Encontro científico e simpósio de educação unisalesiano**, 17 -21 de outubro de 2011.
- BARACHO, E. C. B. **Análise da Associação da Queixa Principal com Desordens Temporomandibulares através da Ressonância Magnética**. 45f. Dissertação (Mestre em Ciências Biológicas) – Universidade do Vale do Paraíba Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, São José dos Campos, 2005.
- BIANCHINI, E. M. G. Mastigação e ATM: avaliação e terapia. In: MARCHESAN, I.Q. **Fundamentos m Fonoaudiologia: aspectos clínicos da motricidade oral**. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1998. p. 37-49.
- BIANCHINI, E. M. G.; PAIVA, G.; ANDRADE, C. R. F. Movimentos mandibulares na fala: interferência das disfunções temporomandibulares segundo índices de dor. **Pró-Fono Revista de Atualização Científica**. Barueri(SP), v. 19, n. 1, p. 7-18, jan/abr, 2007. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/pfono/v19n1/01.pdf>>. Acesso em 07/01/2014.

BRUM, E. B. **Abordagem fonoaudiológica em ortodontia**. Monografia. Instituto de Ciências da Saúde de Funorte/Soebrás Ipatinga/MG, 2010. Disponível em <http://www.cursospos.com.br/arquivos_biblioteca/5fcd466f2165d93fc1c2cdf73fcaa8d675508639.pdf>. Acesso em 07/01/2014.

BUTZKE, K. W. **Avaliação da reprodutividade na interpretação de imagens por ressonância magnética nuclear da articulação temporomandibular**. Dissertação de Mestrado. 2007. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/11440/000616848.pdf?sequence=1>> Acesso em 08/01/2014.

BUTZKE K. W.; CHAVES K. D.; SILVEIRA H. D.: Avaliação da presença de edema ósseo intramedular, efusão e osteoartrite em articulações temporomandibulares com deslocamento de disco por meio de ressonância magnética nuclear. **Revista da Faculdade de Odontologia**, [S.l.], v.12, n.2; p. 57-62, maio/ago. 2007.

CATANOCE, C. **Como usar e cuidar do seu aparelho móvel**. 2011. Disponível em <<http://drcyrocatanoce.blogspot.com.br/>> Acesso em 15/10/2013.

CHEN, Y. J, SHIH, T. T., WANG, J. S., WANG, H. Y., SHIAU, Y. Y. Magnetic resonance images of the temporomandibular joints of patients with acquired open bite. **Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology**, [S.l.], v.99, n.6, p.734-42, jun. 2005.

CHOWDARY U. V., RAJESH P., NEELAKANDAN R. S., NANDAGOPAL C.M.: Correlation of clinical and MRI findings of temporo-mandibular joint internal derangement. **Indian Journal of Dental Research**,[S.l.], v.17, n.1, p.22-26, jan./mar. 2006.

COIMBRA, Alexandre. Dissertação, Análise de Sinais Aplicada à Instrumentação Médica para a Identificação e Diagnóstico de Patologias Degenerativas do Joelho. 2002, 103 f. (Mestrado em Engenharia Mecânica-Guaratinguetá)-Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

CONTI P. C. P; MIRANDA, J. E. S; ORNELAS, F. Ruídos articulares e sinais de disfunção temporomandibular: um estudo comparativo por meio de palpação manual e vibratografia computadorizada da ATM. **Pesquisa Odontológica Brasileira**, [São Paulo], v. 14, n. 4, p. 367-71, out./dez. 2000.

COZZOLINO F.A., et al. Correlação entre os achados clínicos e imaginológicos nas disfunções temporomandibulares. **Radiologia Brasileira**, [São Paulo], v. 41, n.1, p. 13-17, jan./fev. 2008.

DESVIO PADRÃO. Disponível em
<http://www.inf.furb.br/sias/saude/Textos/desvio_padrao.htm>. Acesso em 15/10/2013.

DIXON, D. C. Diagnóstico por imagens da articulação temporomandibular. In.: **Clínicas de odontologia da América do Norte, Distúrbios temporomandibulares e dor orofacial**. Ed. Interlivros, 2001.

DRUM R., LITT M. Spectral analysis of temporomandibular joint sounds. **Journal Prosthetic Dentistry**, [S.l.] v. 58, n.4, p. 485-494, out. 1987.

ELFVING L., HELKIMO M, MAGNUSSON T. Prevalence of different temporomandibular joint sounds, with emphasis on disc-displacement, in patients with temporomandibular disorders and controls. **Swedish Dental Journal**, [Stockholm]v. 26, n. 1, p. 9-19, 2002.

FAIG, H. Músculo Pterigóideo. 2011. Disponível em
<<http://www.ict.unesp.br/disciplina/anatomia/musculos/pt-medial3.htm>> Acesso em 15/10/2013.

FRANCO, A. L. et al. Interação entre cefaléias e disfunção temporomandibular: uma revisão de literatura. **Revista de Odontologia da Unesp**, Araraquara, v. 37, n. 4, p. 401-06, 2008.

FREITAS, A. E.; OLIVEIRA, H.; RESENDE, P. R.; SANTOS, C. O. Correlação entre as alterações da amplitude de movimento cervical e a dor orofacial nos portadores de DTM. **X Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação** – Universidade do Vale do Paraíba. 2009.

FUZARO, J. V. S. Z. **ATM e fisioterapia**: uma revisão. 2007. Disponível em
<http://www.wgate.com.br/conteudo/medicinaesaude/fisioterapia/traumato/atm_juliana/atm_juliana.htm> Acesso em 07/01/2014.

GARCIA A. R.,FOLLI S., ZUIM P. R. J. Características das vibrações das ATMs nos ciclos de abertura e fechamento em pacientes com disfunção temporomandibular. **Revista CEFAC**,São Paulo,v.7,n.2,221-228,abr./jun. 2005.

GOMES, C. A.; BRANDÃO, J. G. T. Biomecânica da articulação temporomandibular (ATM). **Revista Internacional de Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial**, [S.l], v.3, n.10, p.1-4, 2005.

GUTIÉRREZ, J. X. D. **Articulação temporomandibular e musculatura: Relação anatômica e funcional como contribuição ao trabalho fonoaudiológico**. 49f. Monografia (Especialista em Motricidade Oral) - Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica, São Paulo, 1999.

IGLESIAS, A. G. **Aspectos da Disfunção Temporomandibular na Ressonância Magnética**. 78f. TCC (Especialista em Radiologia) – Centro Universitário do Norte Paulista, São José do Rio Preto, 2011.

LOIOLA, M. A influência do tratamento ortodôntico nas disfunções temporomandibulares. Disponível em <<http://www.ortodontiacontemporanea.com/2009/07/influencia-do-tratamento-ortodontico.html>> Acesso em 15/10/2013.

MADEIRA, M. C. **Anatomia da face**. São Paulo: Sarvier, 2001.

MARQUES, A. R., GIACOMINI, G. C., ROSA, L. H. T. Intervenção fisioterapêutica em indivíduos portadores de disfunção da articulação temporomandibular. **Praxisterapia**, v.II, n.2, dez 2000.

MAZZETO, M. O.; HOTTA, T. H.; MAZZETTO, R. G. Analysis of TMJ vibration sounds before and after use of two types of occlusal splintes. **Braz. Dent J**, v. 20, n. 4, p. 325-330, 2009. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/bdj/v20n4/v20n4a11.pdf>> Acesso em 07/01/2014.

MOHL, N. D. et al. **Fundamentos de oclusão**. São Paulo: Quintessence; 1989. 449 p.

MOURA A. G., et al. Anatomia comparada da articulação temporomandibular. **Journal of Biosciences**, [S.l], v.20, n.3, 2004.

NASSRI P. H. G. **Avaliação biométrica por Ressonância Magnética das estruturas intra capsulares da Articulação Temporomandibular em pacientes com desarranjo interno pré e pós instalação de aparelho ortesico**. 84f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal de São Paulo , São Paulo, 2006.

OKESON, J. P. **Tratamento das desordens temporomandibulares e oclusão**. Trad. Roberta Loyola et. al. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

OKESON, J. P. **Dor orofacial: guia para Avaliação, diagnóstico e tratamento**. 1. ed. São Paulo: Quintessence; 1998. 287 p.

PASINATO, F., CORRÊA E.C.R., PERONI, A.B.F. Avaliação da mecânica ventilatória em indivíduos com disfunção têmporo-mandibular e assintomáticos. **Revista Brasileira Fisioterapia**, São Carlos, v. 10, n. 3, p. 285-289, jul./set. 2006.

PIMENTEL, P.H.W.G. et al. Perfil demográfico dos pacientes atendidos no Centro de Controle da Dor Orofacial da Faculdade de Odontologia de Pernambuco **Revista Cirúrgica Traumatologia Buco-Maxilo-Facial**, Camaragibe, v. 8, n. 2, p. 69-76, abr./jun. 2008.

PIOZZI, R., LOPES, F.C. Desordens temporomandibulares – Aspectos clínicos e guia para a odontologia e fisioterapia. **Jornal Brasileiro de Oclusão, ATM & Dor Orofacial**, Curitiba, v.2, n.5, p.43-47, jan/mar, 2002.

QUINTO, C. A. Classificação e tratamento das disfunções temporomandibulares: qual o papel do fonoaudiólogo no tratamento dessas disfunções. **Revista CEFAC: Atualização científica em fonoaudiologia**, 2012. Disponível em <<http://www.cefac.br/revista/revista22/Artigo%202.pdf>>. Acesso em 08/01/2014.

RAMOS, A.C.A. et al. Articulação temporomandibular – aspectos normais e deslocamentos de disco: imagem por ressonância magnética. **Radiologia Brasileira**, [São Paulo], v. 37, n. 6, p.449-454, nov./dez. 2004.

ROSENBLATT, A.; AZEVEDO, R.; DIAS, E.; GODOY, F. Dor miofacial e ruídos articulares em adolescentes – Recife/PE. **Rev. Cir. Traumatol. Buço-Maxilo Fac**, Camaragibe, v. 6, n. 3, p. 63-68, jul/set 2006. Disponível em <<http://www.revistacirurgiabmf.com/2006/v6n3/9.pdf>>. Acesso em 07/01/2014.

ROUVIERE, H.; DELMAS, A. **Anatomia humana descritiva, tográfica e funcional**. Tomo: Cabeza e Cuello, 2013. Disponível em <www.territorioscuola.com/wikipedia/es.wikipedia.php?title=Dig%C3%A1stric>. Acesso em 15/10/2013.

SANTOS, P. P. A.; SANTOS, P. R. A.; SOUZA, L. B. Características gerais da disfunção temporomandibular: conceitos atuais. **Revista Naval de Odontologia On Line**, v. 3, n. 1, 2009. Disponível em <<http://www.mar.mil.br/ocm/revista9/10-13.pdf>>. Acesso e 07/01/2014.

SEENTKS, M. H.; WIJER, A. **Disfunção da articulação temporomandibular do ponto de vista da fisioterapia e da odontologia**. São Paulo: Santos, 1996.

SILVA, A.M.L.: **Análise da Intensidade de Frequência dos Ruídos Articulares da Articulação Temporomandibular**. 107f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica)- Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2007.

SZUMINSKI, S.M. **A Fonoaudiologia e as Disfunções da Articulação Temporomandibular**. 48f. Monografia (Especialista em Motricidade Oral) - Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica, São Paulo, 1999. Disponível em: <<http://www.cefac.br/library/teses/216a5789d8865755bf6cee58b8884333.pdf>>. Acesso em: 4 mar. 2013

SOLBERG, K.W. **Disfunções e desordens temporomandibulares**. 2. ed. São Paulo: Santos, 1989, 138 p.

TOMACHESKI, D.F. et al. Disfunção têmporo-mandibular: estudo introdutório visando estruturação de prontuário odontológico. **Publication UEPG: Ciencias Biológicas de Saúde**, Ponta Grossa, v. 10, n. 2, p. 17-25, jun. 2004.

TOSATO, J. P., BISOTTO-GONZALEZ, D. A., GONZALEZ, T. O. Presença de desconforto na articulação temporomandibular relacionado ao uso da chupeta. **Revista Brasileira Otorrinolaringologia**, [São Paulo], v.71, n.3, 365-8, maio/jun. 2005.

TOSATO, J.P., CARIA, P.H.F. Prevalência de DTM em várias faixas etárias. **Revista Gaúcha de Odontologia**, Porto Alegre, v.54, n.3, p. 211-224, jul./set. 2006.

VASCONCELOS B.C.E et al. Meios de Diagnóstico das desordens temporomandibulares. **Revista Cirúrgica Traumatologia Buco-Maxilo-Facial**, Camaragibe, v.1, n.2, p. 49-57, jan/jun 2002.

VIANA JÚNIOR, A. V. **Cefaléia tensional e DTM**. 2010. Disponível em <http://fisiosaudeecia.blogspot.com.br/2010_10_01_archive.html>. Acesso em 08/01/2014.

ZANINI, C.F.C. **Os hábitos parafuncionais na disfunção da articulação temporomandibular**. 62f. Monografia (Especiliazação em Motricidade Oral) – Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica, Porto Alegre, 1999. Disponível em <<http://www.cefac.br/library/teses/c92ceef0440f6d651f48b09bd450662e.pdf>>. Acesso em: 4 mar. 2013.

APÊNDICE A – DESVIO PADRÃO

A definição de desvio padrão esta baseado no conceito de dispersão dos valores individuais em torno de um valor médio (média aritmética). Para seu cálculo, deve-se obter a média da distribuição e, a seguir, determinar os desvios para mais e para menos a partir da mesma. Assim, o desvio padrão é a média quadrática dos desvios em relação à média aritmética de uma distribuição de frequências, ou seja, é a raiz quadrada da média aritmética dos quadrados dos desvios, esses tomados a partir da média aritmética.

O símbolo para o desvio padrão é σ . A fórmula de cálculo do desvio padrão para os valores $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ de uma amostra é a seguinte:

$$\sqrt{\frac{(x_1 - \bar{X})^2 + (x_2 - \bar{X})^2 + \dots + (x_n - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Sendo : $\bar{X}$ a média aritmética da amostra.

APÊNDICE B - SINAIS COLETADOS DOS 8 VOLUNTÁRIOS

Voluntário	ciclo de abertura	amplitude (dB)	tempo (s)	ciclo de fechamento	amplitude (dB)	tempo (s)	
1	1	97,614	3,087	1	96,862	4,111	pico 1
		95,688	3,314		96,295	4,351	pico 2
		93,805	3,386				pico 3
	2	96,923	5,169	2	96,538	6,204	pico 1
		73,866	5,314		67,408	6,018	pico 2
		97,122	7,149		95,991	8,223	pico 1
	3	78,987	7,242	3	95,647	8,442	pico 2
2	1	97,120	2,920	1	97,196	4,066	pico 1
		96,278	3,053				pico 2
		97,502	4,984				pico 1
	2	96,661	5,042	2	97,196	4,066	pico 2
		96,240	5,202		97,196	4,066	pico 3
		96,546	7,069		97,196	4,066	pico 1
	3	95,934	7,170	3	45,978	8,194	pico 2
		96,049	7,277				pico 3
3	1	95,770	3,373	1	91,090	4,589	pico 1
					70,902	4,626	pico 2
					97,124	6,903	pico 1
	2	97,086	5,671	2	97,424	6,973	pico 2
					66,992	7,110	pico 3
					55,808	9,188	pico 1
	3			3	54,924	9,395	pico 2
					53,665	9,744	pico 3
4	1	57,145	1,484	1	74,311	3,018	pico 1
		62,327	1,965		65,688	3,068	pico 2
					97,348	5,363	pico 1
	2	61,842	3,740	2			pico 2
		61,983	4,271				pico 2
		59,959	6,805		82,307	7,670	pico 1
	3	60,121	6,885	3			pico 2
		75,000	6,975				pico 3
5	1	60,384	0,345	1	54,109	1,939	pico 1
		95,587	0,700		53,368	2,240	pico 2
					48,704	2,503	pico 3
	2	55,506	4,219	2	97,327	5,260	pico 1
		57,064	4,343		89,028	5,793	pico 2
							pico 3
	3	54,858	7,092	3	97,327	5,260	pico 1
		55,87	7,278		51,052	5,169	pico 2
					89,028	5,793	pico 3
6	1	95,825	1,815	1	63,791	3,272	pico 1
		95,535	1,854		96,975	6,627	pico 2
		95,565	1,939				pico 3
		96,649	2,302				pico 4
	2	96,085	4,644	2	96,910	6,106	pico 1
		95,955	4,726		65,222	6,183	pico 2
		78,713	5,065		97,04	6,530	pico 3
	3	95,89	7,402	3	96,194	8,942	pico 1
		95,695	7,485		63,856	8,981	pico 2
7	1	96,649	7,734	1	96,671	9,390	pico 3
		95,942	1,592				pico 1
		96,393	2,178				pico 2
		95,696	2,226				pico 3
	2	95,788	2,397	2			pico 4
		96,557	4,237		96,475	4,654	pico 1
		96,393	4,344		96,024	4,728	pico 2
	3	97,622	4,37	3	93,073	4,808	pico 3
		95,737	5,602		62,868	6,685	pico 1
8	1	97,131	6,568	1	62,991	6,744	pico 2
		57,090	6,322		95,737	6,904	pico 3
	2	61,470	2,408	2	51,059	3,295	pico 1
		96,281	2,475		50,213	3,365	pico 2
		95,955	2,563		49,91	3,497	pico 3
	3	62,967	4,087	3	53,901	5,216	pico 1
		61,535	4,235		50,539	5,423	pico 2
		96,584	4,558				pico 3
		95,519	6,346		46,353	7,327	pico 1

APÊNDICE C – MÉDIA EM dB

<i>Voluntário</i>	Média (dB)	
	Abertura	Fechamento
1	95,702	96,579
	85,395	81,973
	88,055	95,819
2	96,967	97,196
	96,482	97,196
	95,992	45,978
3	95,770	80,996
	97,086	87,180
	97,086	54,799
4	59,736	70,000
	61,913	97,348
	65,027	82,307
5	77,986	52,060
	56,285	93,178
	55,364	79,136
6	95,894	80,383
	90,251	86,391
	-96,078	85,574
7	95,955	
	96,857	95,191
	83,319	73,865
8	84,569	50,394
	73,695	52,220
	95,519	46,353

APÊNDICE D – FREQUÊNCIA DOS SINAIS COLETADOS

<i>Voluntário</i>	<i>Ensaio</i>	<i>Frequência (Hz)</i>
1	1	4,005
	2	3,893
	3	1,108
2	1	0,811
	2	0,811
	3	0,811
3	1	1,611
	2	2,965
	3	6,189
4	1	3,317
	2	2,558
	3	1,016
5	1	3,224
	2	1,943
	3	3,782
6	1	2,241
	2	1,328
	3	3,17
7	1	0,811
	2	0,811
	3	0,811
8	1	2,148
	2	1,982
	3	3,058

ANEXO A – DECLARAÇÃO DO COMITE DE ÉTICA



Faculdades Integradas Teresa D'Ávila
Instituto Superior de Educação
Mantenedor: Instituto Santa Teresa

DECLARAÇÃO

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
Av. Dr. Peixoto de Castro, 539 – Vila Zélia
Caixa Postal 95
12.600-580 Lorena – SP
Fone: 12.2124-2852
cep@fatea.br

Parecer Projeto: n.21/2010

Título do projeto: Análise dos sinais dos ruídos das patologias discais da articulação temporomandibular (A.T.M.)

Pesquisador Responsável: Álvaro Múcio Leite da Silva

Instituição Responsável: Universidade Estadual Paulista (UNESP)
Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá

Prezado Pesquisador,

Em atenção à solicitação referente à análise do Projeto de Pesquisa, informamos que o mesmo foi considerado **aprovado** em reunião deste Comitê de Ética em Pesquisa das Faculdades Integradas Teresa D' Ávila, em 19 de maio de 2010.

Analisado sob o aspecto ético-legal, atende as exigências da Resolução n 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

Esclarecemos que após o término da pesquisa, os resultados obtidos deverão ser encaminhados ao CEP/FATEA até **10/12/2011**.

Atenciosamente,

Prof.^a.Ms. Cláudia Lysia de Oliveira Araújo
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa da Fatea

ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Pelo presente instrumento, que atende às exigências legais, o(a) senhor(a) _____, RG: _____, CPF: _____, idade _____, sujeito de pesquisa, após a leitura da CARTA DE INFORMAÇÃO DA PESQUISA (ANEXO B), ciente dos procedimentos aos quais será submetido, não restando quaisquer dúvidas do lido e explicado, firma-se o CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO de concordância voluntária em participar de pesquisa proposta. Fica claro que o sujeito de pesquisa ou seu representante legal pode, a qualquer momento, retirar o seu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO e deixar de participar do estudo alva da pesquisa e fica ciente que todos os dados coletados tornam-se informações para pesquisa, podendo esses dados ser fontes de divulgação científica.

Este termo foi impresso e assinado em 2 (duas) vias, ficando uma via com o sujeito da pesquisa e a outra com o pesquisador

Guaratinguetá, _____ de _____ de 2012

Assinatura do sujeito da pesquisa

ANEXO C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE DE PARTICIPAÇÃO DO ESTUDO

“Análise dos Sinais e Ruídos das Patologias Discais da Articulação Temporomandibular”

Pesquisadores: Álvaro Múcio Leite da Silva/ Araildo Lima da Silva

CARTA DE INFORMAÇÃO AO SUJEITO DA PESQUISA

A presente pesquisa tem por objetivo avaliar a intensidade e a frequência dos ruídos intra-articulares das patologias discais da articulação temporomandibular. A coleta de dados será realizada por meio de um microfone que irá captar os sons produzidos na A.T.M. com o movimento de abertura e fechamento da articulação temporomandibular.

Nenhum tipo de problema é esperado, desde que as informações e recomendações fornecidas sejam seguidas.

Espera-se que este estudo forneça dados que auxiliem no diagnóstico, proporcionando um tratamento mais eficaz.

Caso tenha algum tipo de dúvida, entrar em contato com o pesquisador pelos telefones: (12) 3152.5791/ (12) 9727.3264.

Será garantido sigilo absoluto sobre o nome do sujeito submetido à pesquisa, bem como os dados pessoais. O sujeito da pesquisa tem o direito de pedir mais esclarecimentos durante o decorrer da pesquisa. A divulgação da pesquisa terá finalidade científica, visando a contribuir para maior conhecimento do tema estudado.

Aos sujeitos participantes da pesquisa cabe o direito de desistir do estudo, a qualquer momento, sem qualquer prejuízo.

Os dados coletados serão utilizados na tese de doutorado do pesquisador Álvaro Múcio Leite da Silva, pertencente à UNESP – Campus Guaratinguetá.

Álvaro Múcio Leite da Silva
(pesquisador responsável)

Araildo Lima da Silva
(orientador)

ANEXO D – CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO DECIBELÍMETRO DEC-5010



TOTAL SAFETY
CALILAB - Laboratório de Calibração e Ensaios da Total Safety

**CALILAB - LABORATÓRIO DE ELETROACÚSTICA
RBC - REDE BRASILEIRA
DE CALIBRAÇÃO**



CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC3-7653-497

1- CLIENTE/ EQUIPAMENTO

Nome: Unesp - Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá
Endereço: Av. Dr. Ariberto da Cunha, 333 - Pedregulho - Guaratinguetá - SP - Cep: 12516-410

Equipamento: Medidor Integrador de Nível Sonoro
Fabricante: Instrutherm
Modelo: DEC-5010
Classe: 2

Número de Série: 090510176
Identificação: ---

Data da calibração: 15/12/10
Processo: 10943

2- PADRÃO E INSTRUMENTAÇÃO

Descrição	Código	Calibrado em:	Certificado:	Emitente:	Validade:
Gerador Arbitrário	P144	01/09/2009	DIMCI 2258/2009	INMETRO	01/09/2011
Atenuador de Passo	P127			Higrômetro	P107
Termômetro	P108			Barômetro Digital	P106
Cronômetro Digital	P111				

3- INFORMAÇÕES DA CALIBRAÇÃO

Procedimento: IT-522: Método de calibração de acordo com as normas IEC 60651:1979 - Medidor de Nível Sonoro e IEC 60804:1985 - Medidor Integrador de Nível Sonoro, como aplicável.

Características: São realizados os testes de linearidade, ponderação em frequência, detector de r.m.s., ponderação temporal, média temporal e resposta a pulsos de sentido positivo e negativo, como aplicável.

Condições ambientais: Temperatura: 21 °C, Umidade Relativa: 75 %, Pressão Atmosférica: 92,6 kPa.

Observações gerais:

- 1- Os resultados apresentados referem-se à média dos valores encontrados.
- 2- Cada Incerteza Expandida de Medição (U) relatada é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência k, para uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%.
- 3- O presente certificado de calibração é válido apenas para o Medidor Integrador de Nível Sonoro acima descrito, não sendo extensivo a quaisquer outros, ainda que similares.
- 4- Este certificado de calibração somente pode ser reproduzido completo. Reproduções para fins de divulgação em material publicitário, bem como reproduções parciais, requerem autorização escrita do laboratório emitente. Nenhuma reprodução poderá ser usada de maneira enganosa.

Este certificado atende aos requisitos de acreditação pela Cgcre/Inmetro que avaliou a competência do laboratório e comprovou a sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida (ou ao Sistema Internacional de Unidades - SI).

R. Gal. Humberto de A. C. Branco, 310 – São Caetano do Sul – SP – CEP 09560-380 – Tel: (11) 4220-2600 / FAX: (11) 4220-2555



Página: 1/3



CALILAB - Laboratório de Calibração
e Ensaios da Total Safety

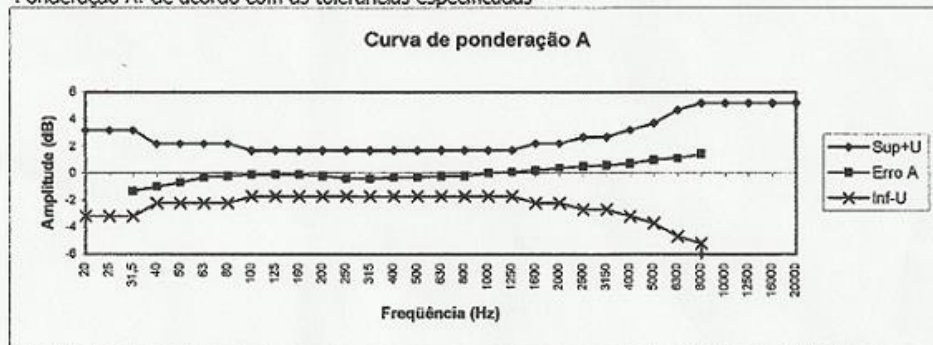
CALILAB - LABORATÓRIO DE ELETROACÚSTICA
Laboratório de Calibração Acreditado pela Cgcre/INMETRO
de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o N° 307.

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO N°: RBC3-7653-497

4- RESULTADOS E DECLARAÇÃO DA INCERTEZA

Nível de Referência: 125 dB			U= Incerteza	
Frequência Nominal (Hz)	Limite Superior + U (dB)	Limite Inferior - U (dB)	Erro Curva A (dB)	Erro Curva C (dB)
20	3,2	-3,2	---	---
25	3,2	-3,2	---	---
32	3,2	-3,2	-1,3	1,0
40	2,2	-2,2	-1,0	0,6
50	2,2	-2,2	-0,7	0,4
63	2,2	-2,2	-0,3	0,2
80	2,2	-2,2	-0,2	0,1
100	1,7	-1,7	-0,1	0,1
125	1,7	-1,7	-0,1	0,1
160	1,7	-1,7	-0,1	0,0
200	1,7	-1,7	-0,2	0,0
250	1,7	-1,7	-0,4	0,0
315	1,7	-1,7	-0,4	0,0
400	1,7	-1,7	-0,3	0,0
500	1,7	-1,7	-0,3	0,0
630	1,7	-1,7	-0,2	0,0
800	1,7	-1,7	-0,2	0,0
1000	1,7	-1,7	0,0	0,0
1250	1,7	-1,7	0,1	0,0
1600	2,2	-2,2	0,2	0,1
2000	2,2	-2,2	0,4	0,1
2500	2,7	-2,7	0,5	0,1
3150	2,7	-2,7	0,6	0,2
4000	3,2	-3,2	0,7	0,2
5000	3,7	-3,7	1,0	0,4
6300	4,7	-4,7	1,1	0,6
8000	5,2	-5,2	1,4	0,8
10000	5,2	-Inf	---	---
12500	5,2	-Inf	---	---
16000	5,2	-Inf	---	---
20000	5,2	-Inf	---	---

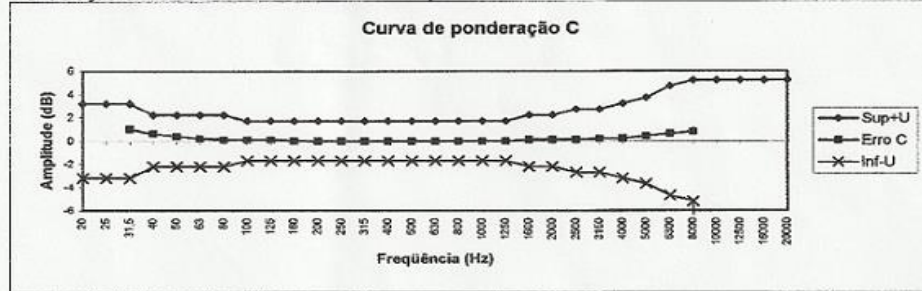
Ponderação A: de acordo com as tolerâncias especificadas



Página: 2/3

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC3-7653-497

Ponderação C: de acordo com as tolerâncias especificadas



RESUMO DOS RESULTADOS:

Teste	Resultado	Observações	Tolerância+U (dB)	+/-U (dB)	k
Linearidade (Externa)	de acordo	de 31 a 130 dB	[1,7 ; -1,7]	0,2	2,04
Ponderação A	de acordo	ver gráfico	Tabela pág.2	0,2	2,37
Ponderação C	de acordo	ver gráfico	Tabela pág.2	0,2	2,37
RMS (FC=3)	de acordo	tolerância atendida:	[1,2 ; -1,2]	0,2	2,08
RMS (FC=5)	de acordo	tolerância atendida:	[1,2 ; -1,2]	0,2	2,08
RMS (FC=10)	---	---	---	---	---
Ponderação Fast	de acordo	tolerância atendida:	[1,4 ; -2,4]	0,4	2,00
Ponderação Slow	de acordo	tolerância atendida:	[2,2 ; -2,2]	0,2	2,05
Pond. Impulse (20 ms)	em desacordo	tolerância excedida:	[2,5 ; -2,5]	0,5	2,00
Pond. Impulse (5 ms)	em desacordo	tolerância excedida:	[3,5 ; -3,5]	0,5	2,00
Pond. Impulse (2 ms)	---	---	---	---	---
Integrador (Leq)	de acordo	tolerância atendida:	(1 e 1,5) + U *	0,2	2,00
Detetor Peak	---	---	---	---	---

* As tolerâncias previstas na norma variam conforme cada um dos testes aplicáveis ao Integrador

MNS = Medidor de Nível Sonoro

Opiniões e Interpretações (não fazem parte do escopo de acreditação do laboratório):

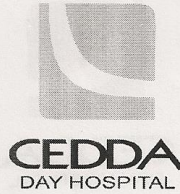
Os testes de ponderação em frequência foram realizados na faixa de 31,5 Hz a 8 kHz, em atendimento as especificações do manual de instruções do fabricante.//

David Bello
Solicitado Autorizado

Data da emissão: 15/12/10

Página: 3/3

ANEXO E – FICHA DE AVALIAÇÃO CLÍNICA



FICHA CLÍNICA

Paciente:	
Nascimento: ____/____/____	Natural de: _____ Sexo: _____ Est.Civil: _____
Endereço: _____ Nº _____	
Complemento (Andar, Apto): _____	Bairro: _____
Cidade: _____	Estado: _____ CEP: _____
Telefone: (____) _____	Telefone p/ rec.: (____) _____
E-mail: _____	
Profissão: _____	Local de Trabalho: _____

Indicação	
Doutor(a): _____	
Endereço: _____ Nº _____	
Complemento (Andar, Apto.) _____	Bairro: _____
Cidade: _____	Estado: _____ CEP: _____
Telefone (consultório): (____) _____	Telefone (outros): (____) _____

HISTÓRIA CLÍNICA

Queixa Principal: _____

História da Doença Atual: _____

História Patológica Progressiva: _____

História Fisiológica: _____

História Familiar: _____

História Social: _____

História Médico Odontológica (Tratamentos Anteriores): _____

QUESTIONARIO DIRECIONADO:

- | | | | |
|---|--|---|---|
| ☐ Dor de Cabeça | ☐ Dor no Pescoço | ☐ Dor na ATM | ☐ Dor no ombro |
| ☐ Sintomas Posturais | ☐ Dor facial | ☐ Dor retro-orbita I | ☐ Sintomas visuais |
| ☐ Sintomas Auriculares | ☐ Congestão no ouvido | ☐ Vertigem | ☐ Zumbidos |
| ☐ Sintomas Articulares | ☐ Estralos na ATM | ☐ Crepitação na ATM | ☐ Hiper mobilidade |
| ☐ Sintomas Musculares | ☐ Fadiga Musculares | ☐ Dificuldade de Alim. | ☐ Hipomobibilidade |
| ☐ Sintomas Oclusais | ☐ Bruxismo | ☐ Biquismo | ☐ Trauma |

Qual tipo de trauma? _____

Tipo de dor: _____

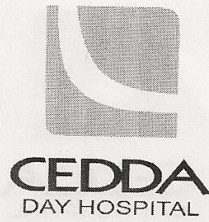
() Aguda ou () Crônica / () Profunda ou () Superficial / () Localizada ou () Difusa

Período da dor: _____

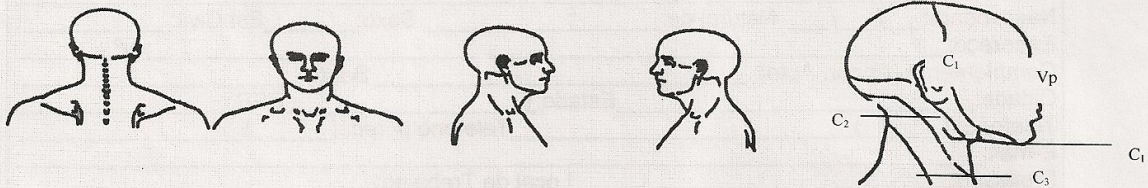
() Constante ou () Intermitente / () Manhã () Durante o dia () Noite

Prevalência do Quadro: _____

_____ anos _____ meses



Áreas de dores orofaciais e cervicais:



Área de sintomatologia dolorosa ☐

Área de gatilho *

Reflexo →

Palpação Muscular

1. MASSETER ESQUERDO:	()	MASSETER DIREITO:	()
2. TEMPORAL ESQUERDO: A	()	TEMPORAL DIREITO: A	()
3. TEMPORAL ESQUERDO: M	()	TEMPORAL DIREITO: M	()
4. TEMPORAL ESQUERDO: P	()	TEMPORAL DIREITO: P	()
5. TRAPEZIO ESQUERDO:	()	TRAPEZIO DIREITO:	()
6. PT. MEDIAL ESQUERDO:	()	PT. MEDIAL DIREITO:	()
7. PT. LATERAL ESQUERDO:	()	PT. LATERAL DIREITO:	()
8. EST. CL. MAST. ESQUERDO:	()	EST. CL. MAST. DIREITO:	()
9. SUPRA HIOÍDEOS	()	INFRA HIOÍDEOS	()

Palpação da Articulação Temporomandibular:

ATM esquerda: ()

ATM direita: ()

Auscultação da Articulação Temporomandibular:

() Clicking/Estalido

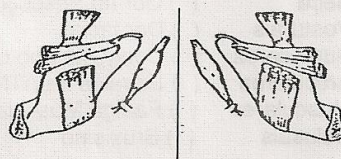
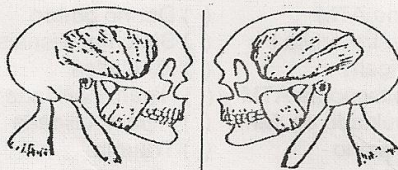
Lado: Esquerdo ()
Direito ()

() Popping/Estalo

Esquerdo ()
Direito ()

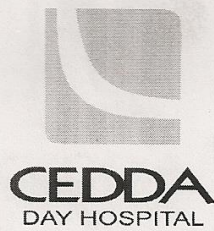
() Crepitus/Creptação

Esquerdo ()
Direito ()



1 vermelho, 2 verde claro, 3 verde médio, 4 verde escuro, 5 azul, 6 marrom, 7 laranja, 8 amarelo

Análise da Movimentação Mandibular:



Máxima abertura / de incisal a incisal: _____ cm
 Transpasse vertical: + _____ cm
 Total: _____ cm

Desconforto () Dor () Lado: Esquerdo ()
 Direito ()
 Sons () Lado: Esquerdo ()
 Direito ()

Máxima Protrusiva / de incisal a incisal: _____ cm
 Transpasse horizontal: + _____ cm
 Total: _____ cm

Desconforto () Dor () Lado: Esquerdo ()
 Direito ()
 Sons () Lado: Esquerdo ()
 Direito ()

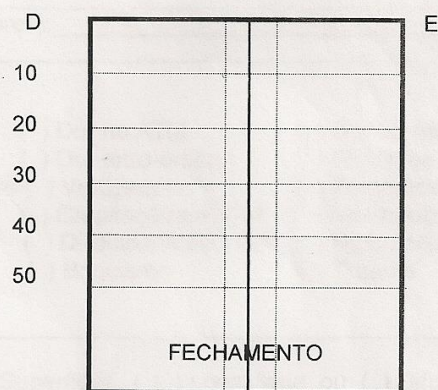
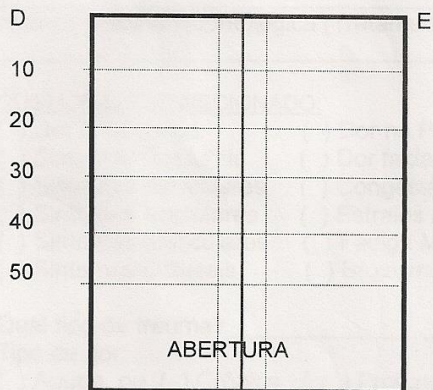
Máxima Lateralidade Esquerda: _____ cm

Desconforto () Dor () Lado: Esquerdo ()
 Direito ()
 Sons () Lado: Esquerdo ()
 Direito ()

Máxima Lateralidade Direita: _____ cm

Desconforto () Dor () Lado: Esquerdo ()
 Direito ()
 Sons () Lado: Esquerdo ()
 Direito ()

GRÁFICO DA ABERTURA E FECHAMENTO NO PLANO FRONTAL



C. D. Responsável

Responsável do CEDDA

ANEXO F - NÍVEL DE CONFORTO ACÚSTICO

Tipo de recinto	Nível de ruído ambiente L_{ra} em dB(A)
Academias de ginástica (procure pelo tipo de recinto específico da academia)	
Anfiteatros para esportes, shows, e cultos religiosos (sem ocupação)	40 – 55
Auditórios para música sinfônica e ópera (sem ocupação)	□ 25
Auditório para palestras (sem ocupação)	30-40
Auditórios (outros/sem ocupação)	25-35
Berçários e creches (sem ocupação)	30-40
Bibliotecas	35-45
Cinemas (sem ocupação)	30-40
Clínicas (procure pelo tipo de recinto da clínica)	
Clubes (procure pelo tipo de recinto do clube)	
Consultórios de fonoaudiologia (sem ocupação)	□ 30
Consultórios de psicoterapia (sem ocupação)	□ 35
Consultórios médicos e dentários (sem ocupação)	35-45
Enfermarias em hospitais	35-45
Escolas (procure pelo recinto escolar específico)	
Escritórios para projeto	40-50
Escritórios privativos (sem ocupação)	35-45
Escritórios de atividades diversas	45-55
Estúdios grandes para rádio, TV e gravação (sem ocupação)	□ 30
Estúdios pequenos para rádio, TV e gravação (sem ocupação)	□ 35
Ginásios para esporte (procure “Anfiteatros para esporte”)	
Hospitais (procure pelo recinto hospitalar específico)	
Hotéis (procure pelo tipo do recinto do hotel)	
Igrejas (sem ocupação)	□ 40
Laboratórios	45-55

Lojas de departamentos e lojas em shopping center	40-50
Lojas de promoções	50-60
Lojas de eletrodomésticos	55-65
Museus (sem ocupação)	□ 40
Quartos em apartamentos residenciais e em hotéis (sem ocupação)	30-40
Quartos em hospitais	35-45
Restaurantes intimistas	35-45
Restaurantes populares	50-60
Restaurantes (outros), refeitórios, cantinas e lanchonetes	40-50
Saguões de aeroportos, estações rodoviárias, metroviárias e ferroviárias	50-60
Saguões em geral	45-55
Salas de aula (sem ocupação)	35-45
Salas de dança e ginástica rítmica em academias (sem ocupação)	40-50
Salas de espera	40-50
Salas de estar em residências (sem ocupação)	35-45
Salas de jogos carteados	35-45
Salas de jogos (outros)	45-55
Salas de musculação em academias (sem ocupação)	35-45
Salas de treino e competição em academias (sem ocupação)	45-55
Salas de música, TV e home theater	30-40
Salas de reunião	30-40
Salas de cirurgia	30-40
Salas de computadores	45-60
Teatros	25-35

TABELA1: Intervalos apropriados para o Nível de Ruído Ambiente L_{ra} , em dB(A), num recinto de edificação, conforme a finalidade mais característica de utilização desse recinto. Fonte: <<http://www.kemperbrasil.com.br/norma10152.html>> Acesso em: 28 out. 2013, às 19:00h.