



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA MECÂNICA**

**“AVALIAÇÃO DA FORÇA SOFRIDA PELOS DENTES
COM A AÇÃO DE LÁBIOS E LÍNGUA”**

AMANDA FREITAS VALENTIM

Belo Horizonte, 26 de março de 2012

Amanda Freitas Valentim

**“AVALIAÇÃO DA FORÇA SOFRIDA PELOS DENTES
COM A AÇÃO DE LÁBIOS E LÍNGUA”**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica.

Área de concentração: Bioengenharia

Orientador: Prof. Estevam Barbosa de Las Casas

Departamento de Engenharia Mecânica da UFMG

Co-orientadora: Profa. Andréa Rodrigues Motta

Departamento de Fonoaudiologia da UFMG

Belo Horizonte

Escola de Engenharia da UFMG

2012



Universidade Federal de Minas Gerais
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

Av. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha - 31.270-901 - Belo Horizonte – MG

Tel.: +55 31 3409-5145 - Fax: +55 31 3443-3783

www.demec.ufmg.br - E-mail: cpgmec@demec.ufmg.br

**“AVALIAÇÃO DA FORÇA SOFRIDA PELOS DENTES
COM A AÇÃO DE LÁBIOS E LÍNGUA”**

AMANDA FREITAS VALENTIM

Dissertação defendida e aprovada em 26 de março de 2012, pela Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Minas Gerais, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de "**Mestre em Engenharia Mecânica**", na área de concentração de Bioengenharia.

**Estevam Barbosa de Las Casas – Universidade Federal de Minas Gerais -
Departamento de Engenharia Mecânica – Orientador**

**Andréa Rodrigues Motta – Universidade Federal de Minas Gerais -Departamento
de Fonoaudiologia – Co-orientadora**

**Eduardo José Lima II – Departamento de Engenharia Mecânica - Universidade
Federal de Minas Gerais - Examinador**

**Giédre Berretin Felix – Departamento de Fonoaudiologia – Universidade de São
Paulo – Examinador**

**Bernardo Quiroga Souki – Departamento de Odontologia – Pontifícia
Universidade Católica de Minas Gerais – Examinador**

AGRADECIMENTOS

A Deus por estar presente em todos os momentos, me dando forças;

Ao professor Estevam pelo incentivo e valiosas orientações;

À professora Andréa pelo exemplo e conhecimentos compartilhados;

Aos meus familiares e amigos pelo apoio e compreensão;

A todos do Grupo de Biomecânica, em especial Renata e Tatiana, pelo apoio e contribuições fundamentais;

Aos professores da Faculdade de Odontologia, em especial Tulimar e Guiomar, e à equipe do Núcleo Ortodôntico, por abrirem espaço para a realização da coleta de dados;

Aos membros da banca pela disponibilidade para ler e corrigir meu trabalho;

Ao professor Eduardo, ao Cláudio, à Tálita e ao Jordano, pela importante colaboração;

Aos participantes da pesquisa, pela disponibilidade;

À Capes pela concessão da bolsa de estudos;

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

Meus sinceros agradecimentos

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota.”

Madre Teresa de Calcutá

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE TABELAS E QUADROS.....	7
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	8
RESUMO.....	9
1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivos	12
1.2 Estrutura do trabalho	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1 Má oclusão.....	14
2.1.1 Etiologia da má oclusão	14
2.1.2 Relação entre oclusão e características miofuncionais orofaciais	15
2.1.3 Forças necessárias para movimentação dentária	16
2.2 Avaliação qualitativa da posição habitual de lábios e língua.....	17
2.3 Instrumentos para medição de força/pressão de língua e/ou lábios sobre os dentes.....	19
3 METODOLOGIA	27
3.1 O sistema de medição	27
3.2 Testes	30
4 RESULTADOS	35
4.1 Calibração	35
4.2 Medições de força	38
4.3 Medições de tempo	42
5 DISCUSSÃO	44
6 CONCLUSÃO E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS.....	52
ABSTRACT	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
APÊNDICES	60
ANEXOS.....	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Sistema desenvolvido para medição da força que lábios e língua exercem sobre os dentes	27
Figura 3.2 - Camadas componentes do Flexiforce	28
Figura 3.3 - Esquema do circuito conversor	28
Figura 3.4 - Interface gráfica de programa desenvolvido no <i>software</i> LabVIEW	29
Figura 3.5 - Sistema de medição com suas partes: A - Caixa com os conectores dos sensores e capacitores; B - Caixa onde se encontra o circuito amplificador	30
Figura 3.6 - Posicionamento da caixa com os conectores dos sensores, para medição ..	32
Figura 3.7- Posicionamento do sensor na face labial do dente incisivo	32
Figura 4.1 - Curva de calibração do canal 1	36
Figura 4.2 - Curva de calibração do canal 2	36
Figura 4.3 - Gráfico de força de língua no repouso com duas deglutições espontâneas.....	41
Figura 4.4 - Gráfico de força de língua por tempo durante a deglutição, em detalhe....	42
Figura A.1 - Músculos da face: Músculo orbicular da boca (A); Músculo abaixador do lábio inferior (B); Músculo mental (C)	60
Figura A.2 - Tipos de dentes, Papila incisiva (A); Palato duro (B); Palato mole (C)	61
Figura A.3 - Sobressaliência	62
Figura A.4 - Banda ortodôntica	62
Figura A.5 - Diferentes tipos de oclusão	63
Figura A.6 - Plano de Frankfurt	63
Figura A.7 - Áreas cervical (C) e incisal (I), superfícies labial (V) e lingual (L) do dente.....	64
Figura A.8 - Posição dos dentes na sobremordida e mordida aberta	65
Figura A.9 - Contenção ortodôntica	65
ANEXO A Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa	75

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 4.1 - Valores de incerteza obtidos na calibração do canal 1.....	37
Tabela 4.2 - Valores de incerteza obtidos na calibração do canal 1	37
Tabela 4.3 - Comparação entre as forças sofridas pelos dentes com a ação de lábio e língua, em Newtons (N), durante o repouso e na primeira deglutição dirigida....	38
Tabela 4.4 – Diferença das forças sofridas pelos dentes com a ação de língua e lábio, em Newtons (N), para cada indivíduo e média total, durante o repouso e a deglutição.....	39
Tabela 4.5 – Comparação entre as forças (média e máxima) aplicadas sobre os dentes, em Newtons, durante o repouso, de acordo com o posicionamento de língua e lábios no exame clínico fonoaudiológico.....	40
Tabela 4.6 – Comparação entre as forças aplicadas sobre os dentes, em Newtons, durante a deglutição (espontânea e dirigida), de acordo com o posicionamento de língua e lábios no exame clínico fonoaudiológico.....	41
Tabela 4.7 – Comparação entre o tempo de toque da língua nos dentes, em segundos, durante a deglutição dirigida e espontânea.....	42
Tabela 4.8 – Comparação entre o tempo do toque da língua nos dentes, em segundos, de acordo com a anteriorização da língua durante a deglutição (dirigida e espontânea).....	42
Tabela 4.9 – Tempo interpicos, em segundos (individual e média).....	43
APÊNDICE B Valores de pressão encontrados por alguns estudos e os correspondentes valores de força	67
APÊNDICE E Medidas de força de lábio e língua sobre os dentes, de todos os participantes no repouso, em cada trecho	71
APÊNDICE F Medidas de força de lábio e língua sobre os dentes, de todos os participantes na deglutição, em cada trecho.....	72
APÊNDICE G Dados da avaliação clínica, por sujeito	73
APÊNDICE H Tempo da deglutição por sujeito	74

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AL	anteriorização de língua
Apinh	apinhamento
CP	contração de musculatura perioral
CV	coeficiente de variação
D	dirigida
Deg	deglutição
DP	desvio padrão
E	espontânea
F Máx	força máxima
F Med	força média
F	feminino
Inf	inferiores
Interp	interpolação com o polinômio
Lin-lab	força de língua menos força de lábio
M	masculino
MAA	mordida aberta anterior
n	amostra
n*	<i>missings</i>
Pos	posição habitual
Reg alv	região alveolar
Sobrem	sobremordida
Sobres	sobressaliência
Sup	Superiores
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
u	incerteza
uc	incerteza combinada
u Re	incerteza de repetitividade
U 95%	Incerteza expandida para um nível de confiança de 95%

RESUMO

O correto alinhamento dentário está associado a diversos fatores. Dentre eles destaca-se o equilíbrio das forças exercidas por lábios e língua sobre as estruturas dentoalveolares. A avaliação da duração e intensidade destas forças, assim como da localização onde elas são aplicadas é rotineiramente realizada de forma subjetiva, levando a imprecisões no diagnóstico. Métodos objetivos para a medição das forças aplicadas sobre os dentes durante a deglutição permitiriam uma maior confiabilidade diagnóstica para fonoaudiólogos e ortodontistas. Assim, este trabalho teve como objetivo desenvolver e testar um sistema de medição que permita medir as forças sofridas por um dente durante as fases de repouso e deglutição. Vinte e oito sujeitos (10 homens e 18 mulheres), com idades variando entre 19 e 31 anos (média de 23,2 anos) foram selecionados para participar deste estudo, após a aplicação de critérios de inclusão e exclusão. Os participantes foram submetidos à avaliação fonoaudiológica de posição habitual de língua e lábios, padrão oclusal e de deglutição. Em seguida, foram realizadas medições das forças sofridas pelo dente incisivo central superior direito com a ação de lábio superior e língua. Para tal, sensores resistivos Flexiforce foram fixados nas superfícies vestibular e palatina deste dente. Os sensores estavam conectados a um circuito amplificador e a uma placa de aquisição de dados para processamento e transmissão das informações a um computador. Os dados foram visualizados em um programa desenvolvido especificamente para este estudo. Verificou-se que, no repouso, a força sofrida pelos dentes com a ação da língua foi de $0,00 \pm 0,00$ N e com a ação do lábio $0,02 \pm 0,02$ N, sendo essa diferença significativa. Durante a deglutição, estes valores foram de $0,31 \pm 0,38$ N e $0,15 \pm 0,14$ N respectivamente, sem diferença significativa. Analisou-se também o tempo de contato da língua no sensor durante a deglutição e verificou-se que a deglutição dirigida apresentou duração de 1,05 s e a espontânea 0,80 s, sem diferença significativa. Conclui-se que a distribuição das forças exercidas por lábio superior e língua sobre o incisivo central superior apresenta padrão variado, mesmo em indivíduos com oclusão normal. Entretanto, em repouso o lábio exerce uma força maior do que a língua enquanto durante a deglutição a língua aplica uma força maior sobre este dente. O método proposto representa um avanço no sentido de se obter

métodos objetivos de mensuração da deglutição, entretanto mais pesquisas são necessárias para o aprimoramento da técnica.

Palavras Chave: Biomecânica, Instrumentação, Fonoaudiologia, Avaliação, Força muscular, Língua, Lábio, Dente, Deglutição

1 INTRODUÇÃO

Os dentes estão submetidos a inúmeras forças que se equilibram. Quando uma dessas forças se sobressai, ocorre a movimentação dentária. A duração da força é mais importante que sua magnitude, por isso, forças leves exercidas pelos lábios, bochechas e língua em repouso são determinantes na movimentação dentária, sendo mais importantes do que forças intermitentes, como as que ocorrem na fala, deglutição e mastigação (PROFFIT et al. 2007).

Bochechas, lábios e língua exercem grande influência na ocorrência e persistência de más-oclusões. Quando existe alguma disfunção nessas estruturas, é difícil realizar a correção ortodôntica, e são pequenas as chances de sucesso no tratamento sem que ocorra a remoção dessas disfunções (ANGLE, 1907). A posição inadequada da língua é uma das principais causas da ocorrência de recidivas¹ orais, gerando quebras na estabilidade oclusal (CHENG et al., 2002; MENDES et al., 2005).

Os músculos orbicular da boca², bucinadores³ e faríngeos⁴ atuam como uma cinta muscular que orienta o crescimento da maxila e da mandíbula. Quando os lábios permanecem entreabertos, não há o equilíbrio da musculatura orofacial. Os músculos, conseqüentemente apresentarão o tônus⁵ diminuído, não havendo a ação desta cinta muscular, não sendo possível, portanto, o modelamento do crescimento da maxila, mandíbula e dos arcos dentários (GONZALEZ e LOPES, 2000).

Na rotina de um fonoaudiólogo, a posição habitual de língua é usualmente avaliada de maneira qualitativa. O avaliador observa a localização da língua do paciente na cavidade oral e pergunta ao mesmo onde a ponta da língua toca quando ele está em repouso. Ou seja, muitas vezes o resultado depende da percepção do próprio paciente (TESSITORE, CRESPO, 2002; JUNQUEIRA, 2005). A avaliação de forças dessas estruturas também é realizada de maneira qualitativa. O avaliador solicita contração do músculo contra-resistência e, de acordo com sua experiência, classifica a força como adequada ou não (PERILO et al., 2007). Essas avaliações, por serem subjetivas, dificultam a precisão do diagnóstico de alteração.

Na tentativa de quantificar essas forças, pesquisadores de outros países desenvolveram alguns instrumentos, baseados em sensores ou transdutores de força/pressão para medir força de lábios (LAPATKI et al., 2002; DI FAZIO et al.,

*As palavras ou expressões seguidas por números sobrescritos apresentam sua definição no glossário (Anexo A)

2011), de língua (TAKAHASHI et al., 1999; TASLAN et al., 2010), ou ainda ambos (KYDD et al., 1963; RUAN et al., 2005; KIESER et al. 2008); baseados em sistemas de infusão para medir força de lábios (OGUSHI et al., 2008) ou de língua (FROHLICH, 1990) sobre os dentes e outros utilizaram placas palatais com sensores de pressão ou folha de sensores fixada no palato para medir força de língua (ONO et al., 2004; HORI et al. 2005; TAMINE et al., 2010).

Foi proposto o desenvolvimento de um sistema de medição com o apoio do Grupo de Engenharia Biomecânica da Universidade Federal de Minas Gerais para que fosse possível realizar pesquisas semelhantes no Brasil, já que essas tecnologias ainda não são comercializáveis. Este método permitirá aos fonoaudiólogos realizarem um diagnóstico mais preciso de força de língua e lábios em repouso e deglutição, permitindo a inferência do posicionamento destas estruturas e, conseqüentemente, elaborar um plano terapêutico mais efetivo.

1.1 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho foi desenvolver e testar um sistema de medição que permita medir a força que os dentes sofrem com a ação da língua e do lábio em posição habitual e durante a deglutição. Estando construído e testado um protótipo, foram desenvolvidos estudos preliminares para a quantificação e caracterização destas forças.

Os objetivos específicos são:

- Desenvolver e construir um método para quantificar a força sofrida pelos dentes com a ação de lábio e língua;
- Medir a força sofrida pelos dentes com a ação da língua em repouso e deglutição;
- Mensurar a força sofrida pelos dentes com a ação do lábio em repouso e deglutição;
- Verificar se existe relação entre os achados da avaliação clínica fonoaudiológica e as medidas de força;
- Averiguar se existe equilíbrio entre as forças de lábio e língua;

- Comparar o tempo de contato da língua com o sensor durante a deglutição dirigida e a espontânea;
- Verificar se existe relação entre o tempo de contato da língua no sensor durante a deglutição e a avaliação clínica da deglutição.
- Medir o tempo entre pico de lábio e língua na deglutição

1.2 Estrutura do trabalho

Este trabalho apresenta o desenvolvimento e testes de um método para quantificar a força que os dentes sofrem com a ação de língua e lábio em repouso e deglutição. O segundo capítulo apresenta uma revisão de literatura sobre o assunto; o terceiro descreve o sistema de medição e a metodologia dos testes; o quarto capítulo apresenta os resultados obtidos nas medições e suas correlações com avaliação clínica; no quinto é feita uma discussão dos resultados e comparação desses com os dados da literatura e, por fim, o sexto capítulo apresenta as conclusões do estudo.

Devido a este trabalho apresentar muitos termos da área da Fonoaudiologia e Odontologia, optou-se por acrescentar, como anexo (Anexo A) um glossário desses termos, para que possam ser compreendidos também por pesquisadores da área da Engenharia. Sendo assim, as palavras ou expressões que se apresentarem numeradas poderão ter sua definição consultada no Apêndice A. A numeração aparece na primeira vez em que o termo é utilizado no texto.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Má oclusão

2.1.1 Etiologia da má oclusão

As causas da má oclusão⁶ são várias, entre elas a perda prematura de dentes decíduos, perda de dentes permanentes, coroas ou obturações imperfeitas, erupção tardia de dentes permanentes, dentes supranumerários⁷, dentes transpostos, falta de uso dos dentes na mastigação, frênulo labial⁸ anormal, hábitos (incluindo sucção de dedo, chupeta e posicionamento inadequado de língua e lábios) e obstrução nasal, que causa respiração oral⁹ (ANGLE, 1907).

Existem quatro principais fatores responsáveis pelo equilíbrio dentário: forças intrínsecas da língua e dos lábios; forças extrínsecas como hábitos orais ou aparelhos ortodônticos; forças da oclusão¹⁰ dentária; forças da membrana periodontal¹¹, como a de erupção dos dentes. Entre estes, os mais determinantes são a posição de repouso de língua e lábios, além das forças periodontais, já que apresentam longa duração. As forças durante a deglutição não devem ser consideradas importantes (já que apresentam curta duração), a não ser pelo fato de que podem indicar que a posição de repouso está alterada. A alteração na deglutição em sujeitos com má oclusão é mais um efeito do que a causa da alteração dentária (PROFFIT, 1978).

As más oclusões geralmente são alterações do campo normal de crescimento e morfologia. Os fatores etiológicos mais contribuem para uma desarmonia do que a causam. Existem quatro principais estruturas que podem causar as más oclusões: o esqueleto craniofacial, os dentes (forma, número e posição), o sistema neuromuscular orofacial e outros tecidos moles. Um exemplo de como a musculatura pode gerar má oclusão é a mandíbula constantemente aberta na respiração oral levando a uma protrusão constante da língua, que pode forçar os incisivos¹² labialmente ou impedir a erupção dos incisivos mandibulares. Outro exemplo é que uma língua volumosa pode permanecer sobre os dentes posteriores, impedindo sua erupção e causando mordida aberta posterior¹³ ou sobremordida profunda¹⁴ (MOYERS, 1991).

É difícil determinar a causa específica da má oclusão, entretanto pode-se conhecer as distintas possibilidades. Uma das possíveis causas são distúrbios no desenvolvimento embrionário, principalmente devido a teratógenos¹⁵, que levam a malformações. Outra é a conformação fetal intrauterina, que pode pressionar alguma parte da face e os traumas mandibulares ao nascimento, especialmente com o uso de fórceps. Outra causa também relacionada a trauma são as fraturas dos maxilares durante a infância, que frequentemente levam à má oclusão quando ocorre fratura condilar. As disfunções musculares também podem levar a má oclusão, já que a contração excessiva da musculatura pode restringir o crescimento da face, assim como uma diminuição do tônus muscular permite que a mandíbula se desloque para baixo excessivamente. Distúrbios no crescimento e na simetria dos ossos, assim como os distúrbios do desenvolvimento dentário (ausências dentárias, dentes supranumerários e malformados ou perda precoce dos dentes decíduos) também são fatores causais da má oclusão. Existem ainda as influências genéticas, nas quais desproporções entre o tamanho dos dentes e dos ossos, ou entre maxila e mandíbula, seriam herdadas dos pais. Por último, existem as influências ambientais, que compreendem os hábitos orais e o equilíbrio entre a musculatura orofacial e os dentes, tanto em repouso como nas funções (PROFFIT et al., 2007).

Para os dentes anteriores, as forças que se equilibram na direção horizontal são exercidas por lábios, língua e pelo periodonto, incluindo o contato dos dentes adjacentes, sendo no sentido vertical exercidas pelo ligamento periodontal e pela mastigação (FERREIRA, 2008).

Sendo assim, quanto à etiologia da má oclusão, conclui-se que esta compreende diversos fatores, sendo alguns deles relacionados à musculatura orofacial. Para a manutenção do correto posicionamento dentário, o equilíbrio entre forças musculares e outras atuantes na cavidade oral é fundamental.

2.1.2 Relação entre oclusão e características miofuncionais orofaciais

STAHL et al. (2007) realizaram um estudo com 3041 crianças e verificaram que os indivíduos sem alterações miofuncionais¹⁶ apresentavam significativamente menos más oclusões. Além disso, observou-se um número expressivamente maior de crianças com mordida aberta anterior entre aquelas com alterações funcionais e também o contrário, crianças com mordida aberta apresentavam mais alterações.

Outro trabalho, realizado por GRABOWSKI et al. (2007b), encontrou que crianças com mordida aberta anterior, mordida cruzada, sobressaliência aumentada¹⁷ apresentaram mais alterações miofuncionais estáticas¹⁸, como postura de boca aberta e posição habitual de língua alterada, do que crianças com oclusão normal. Com isso, pode-se inferir que alterações posturais orofaciais podem influenciar significativamente o desenvolvimento da oclusão nas dimensões vertical, horizontal e transversal, mesmo considerando-se os fatores genéticos.

JALALY et al. (2009) encontraram que crianças com projeção de língua na deglutição apresentaram significativamente mais sobressaliência do que crianças com deglutição normal. Entretanto, não encontrou diferença significativa para mordida aberta e inclinação dos dentes incisivos superiores e inferiores.

SMITHPETER e COVELL JR (2010) avaliaram 49 sujeitos com mordida aberta anterior que fizeram apenas tratamento ortodôntico e outros 27 que realizaram este tratamento além de terapia miofuncional orofacial. Verificou-se os participantes que realizaram apenas tratamento ortodôntico apresentaram recidiva de 1 a 7 mm, com média 3,38 mm de e os que realizaram também a terapia, apresentaram 0 a 4 mm (média 0,48 mm) de recidiva, sendo esta diferença significativa. Isso indica que quando a forma está alterada, muitas vezes a função também estará e que, não necessariamente a correção da primeira levará à adequação da segunda. O trabalho conjunto traz resultados mais efetivos.

SEEMAN et al. (2011) avaliaram crianças com dentição mista e verificaram que a posição habitual de lábios abertos foi mais frequente em crianças com apinhamento dentário e compressão anterior da maxila do que nas sem estas alterações. Por outro lado, a projeção de língua na deglutição e as alterações articulatórias foram mais frequentes nas crianças sem apinhamento.

Dessa forma, verifica-se que alterações miofuncionais e dento-oclusais estão bastante relacionadas.

2.1.3 Forças necessárias para movimentação dentária

Um estudo de 1974 (LEAR et al., 1974) teve como objetivo verificar o limiar de força que provoca deslocamento dos dentes incisivos centrais superiores. Para isso, foram avaliados uma mulher e cinco homens, de 22 a 32 anos, sem alterações oclusais. Foram aplicadas forças em um ângulo reto em relação ao eixo axial longo do dente, na

região central do esmalte labial. Foram realizadas cinco séries de aplicação de cada intensidade de força com duração de 100 ms e intervalo de 8 ms. As forças variavam de 0,5 gf a 6,5 gf. Os ensaios foram realizados durante seis ocasiões diferentes, sendo três para o incisivo central superior esquerdo e três para o direito. Quando 50% ou mais das aplicações de uma intensidade produziam deslocamento superior a 0,25 micrômetros, a intensidade era considerada supraliminar. Verificou-se que a força média do limiar foi em torno de 0,9 gf, variando de 0,7 a 1,2 gf. De acordo com os autores, isso indica que as forças provocadas pelos órgãos orofaciais podem iniciar um deslocamento dentário dos incisivos.

A força ótima para o movimento dentário ortodôntico, segundo PROFFIT et al., (2007) é da ordem de 35 a 60 gf para inclinar um dente.

2.2 Avaliação qualitativa da posição habitual de lábios e língua

A postura dos lábios deve ser observada em relação aos dentes, à maxila e mandíbula, aos ângulos nasolabial¹⁹ e mentolabial²⁰, ao frênulo labial e ao tamanho do terço inferior da face²¹; todos fatores que podem interferir no vedamento labial²². O lábio superior em posição de repouso deve cobrir dois terços dos incisivos superiores (PIEROTTI, 2003).

O posicionamento habitual da língua, quando os lábios se encontram em contato, sempre foi difícil de ser determinado, devido à impossibilidade de se observar tal estrutura diretamente, sendo difícil padronizar uma metodologia para esta avaliação. Em sua evolução histórica, a Fonoaudiologia frequentemente baseia-se em análises subjetivas, não padronizadas, para a avaliação da posição da língua (TESSITORE, CRESPO, 2002).

Ao solicitar que o paciente abra a boca para que se observe o posicionamento de sua língua, esta necessariamente permanece no assoalho oral²³. Para não se avaliar a postura erroneamente, pergunta-se ao paciente o local que a mesma ocupa na cavidade oral. Caso o paciente não saiba informar, apontam-se os locais de possível permanência da língua. Isso pode colaborar tanto no diagnóstico da posição em si, quanto informar o grau de percepção e autoconhecimento que o paciente possui das suas estruturas orais (JUNQUEIRA, 2005).

Um estudo desenvolvido por CARDOSO et al. (2011) teve como objetivo de verificar a confiabilidade da informação fornecida por adultos e crianças a respeito da

posição habitual de língua. Para isto, 30 adultos e 30 crianças foram questionados quanto a sua posição habitual de língua no início do estudo, após estimulação da língua com espátula de madeira e após 7 a 21 dias, tendo sido orientados a observar sua essa posição neste intervalo de tempo. Verificou-se baixa confiabilidade tanto em adultos como em crianças, indicando que questionar o paciente, quanto a sua posição habitual de língua ou mesmo estimular a região buscando aumentar a percepção da estrutura, podem não ser bons procedimentos, já que a confiabilidade das respostas é baixa.

MARCHESAN (2005) propôs que, quando se acha necessário olhar dentro da cavidade oral para verificar se há ou não interposição da língua na deglutição, deve-se usar a prova descrita a seguir. Primeiramente, pede-se para o paciente colocar um gole de água na boca e não engolir. O examinador deverá colocar o dedo indicador sob o queixo do paciente e o polegar apoiado sob o lábio inferior, sem pressão na musculatura. Então, deverá dar o comando para o paciente engolir e quando sentir o movimento da língua com o dedo indicador, sugerindo que a água passou para a orofaringe²⁴, traciona-se o lábio inferior para baixo, para que se possa observar a posição da língua. Ao final, deve-se também questionar ao paciente como ele sentiu o posicionamento de sua língua.

Os pontos de apoio lingual durante a deglutição podem ser registrados colocando-se corante comestível na superfície da língua, solicitando-se ao paciente que engula e observando-se os pontos das superfícies dentárias e do palato que ficaram marcados (GARRETO, 2005).

A Técnica de Payne, descrita por GARLINER et al. (1981, apud GARRETO, 2005), é um método que mostra de maneira exata a posição da língua no momento da deglutição, utilizando-se de uma substância reveladora fluorescente e uma lâmpada de luz negra. Deve-se secar a língua, colocar a substância reveladora na ponta e nas laterais e pedir ao paciente para engolir. Com a luz negra, visualiza-se onde a língua foi posicionada por meio das marcas deixadas pela substância nos dentes ou palato.

Outra prova descrita por MATOS, SEKITO (2009) para se avaliar a posição habitual de língua é aplicar creme dental infantil de coloração azul no ápice da língua e orientar o sujeito a permanecer em repouso, de boca fechada, por 10 segundo cronometrados. Em seguida, solicita-se que o sujeito abra a boca e verifica-se qual região recebeu o contato da pasta.

Sendo assim, verifica-se que a avaliação fonoaudiológica de posição habitual baseia-se na observação das estruturas, percepção do paciente e utilização de algumas provas que tornem a observação mais evidente.

2.3 Instrumentos para medição de força/pressão de língua e/ou lábios sobre os dentes

Um estudo precursor (KYDD et al., 1963) mediu pressões de língua utilizando transdutores de pressão desenvolvidos a partir de extensômetros de resistência. *Brackets* especiais foram soldados às bandas ortodônticas²⁵ para receber os transdutores, que protruíam menos de 2 mm dos dentes. Foi medida pressão de língua e lábio superior sobre os dentes incisivos centrais de dois grupos: um composto por cinco sujeitos que passaram por tratamento ortodôntico há mais de um ano e mantiveram boa oclusão (grupo controle) e outro grupo com seis pacientes que realizaram tratamento ortodôntico e apresentaram recidiva de mordida aberta anterior. Foram registradas a deglutição de 2 mL de água, deglutição de saliva sob comando e espontânea. Além disso, mediu-se o tempo de aplicação da pressão de lábio e língua. As medições foram realizadas em três sessões, sendo cada uma com sete repetições das tarefas. Durante a maioria das medições, os sujeitos estavam sentados, lendo revistas e com música de fundo. Para o grupo controle, obteve-se 123 g/cm² para pressão de língua e 70 g/cm² para lábios, enquanto no grupo com a má oclusão estes valores foram de 285 e 45 g/cm² respectivamente, sendo estas diferenças significantes. Assim, o grupo com mordida aberta não só apresentou maior força de língua, como também menor força de lábios. Verificou-se também, diferenças significantes na duração da pressão, sendo maiores no grupo com má oclusão. Em relação às diferentes tarefas, observou-se que a deglutição sob comando obteve os maiores resultados de pressão, seguida da deglutição espontânea e por último a deglutição de água. Foi pesquisado também o tempo do intervalo entre a contração de lábios e língua, que foi de 0,372 s para a deglutição sob comando.

Um estudo (LINDEMAN, MOORE, 1990) comparou três sistemas de medição para verificar qual era o mais adequado para medir força de lábios em função. Foram comparados um extensômetro de 11,2 por 9,8 mm, uma célula de carga com área sensível de 6,4 mm de diâmetro e um transdutor de pressão com área sensível de 3,05 mm de diâmetro. Estes foram aplicados em um *stent* na arcada superior ou em um *lip*

*bumper*²⁶, na região alveolar²⁷ inferior de cinco sujeitos adultos com oclusão normal. Foram realizadas provas de fala, sucção, sopro, mastigação e deglutição de água. Verificou-se que o melhor instrumento segundo as características de tamanho, sensibilidade, exatidão, entre outros, foi o transdutor de pressão e o mais susceptível a erros experimentais foi o extensômetro. Os valores obtidos para deglutição foram de $16,95 \pm 14,34 \text{ N/m}^2$ para o extensômetro; $14,34 \pm 8,64 \text{ N/m}^2$ para a célula de carga e $54,18 \pm 36,04 \text{ N/m}^2$ para o transdutor de pressão.

Outro trabalho (FROHLICH, 1990) que mediu apenas a força de língua foi realizado com 25 estudantes de Odontologia de ambos os sexos com oclusão normal em dentes anteriores. Esses foram submetidos à medição das forças da língua nos dentes incisivos e molares²⁸ superiores e inferiores. Para isso, foi utilizado um sistema baseado em um transdutor de pressão extraoral incorporado a um sistema preenchido por água. Uma cânula de 0,7 mm de diâmetro interno foi fixada em cada um dos locais de medição, sendo esta incorporada em uma pequena peça de acrílico fixada aos dentes. A cânula foi conectada a um tubo que passava por trás dos dentes posteriores e saía da cavidade oral pelas comissuras, para se ligar ao transdutor. O sistema extraoral continha uma garrafa de água com ar comprimido, que liberava um fluxo contínuo pela cânula. Quando esta era coberta pela língua, causava uma resistência ao fluxo de água, que era registrada pelo transdutor. O sistema se projetava 2 a 3 mm dos dentes. As medições foram realizadas com a cabeça dos participantes em posição natural. Nesta posição, projetou-se uma luz horizontal na bochecha dos mesmos e realizou-se marcações. Quando os sujeitos assentaram na cadeira de dentista, projetou-se a mesma luz para alinhar a cabeça na posição natural. Realizou-se medições em repouso, durante a mastigação de pão torrado, durante a deglutição de água e novamente em repouso, sendo a sequência realizada três vezes, em diferentes sessões. Verificou-se que os valores médios obtidos no repouso foram de $-1,7 \text{ g/cm}^2$ para incisivos superiores e $-0,1 \text{ g/cm}^2$ para os inferiores. Já para a deglutição, obteve-se $200,4$ e $332,9 \text{ g/cm}^2$ respectivamente.

Com o mesmo objetivo do estudo anterior, foram realizados testes com nove adultos com oclusão do tipo Classe I²⁹ (TAKAHASHI et al., 1999). A pressão da língua nos dentes anteriores inferiores foi avaliada por meio de um sensor de pressão (PS-A type, Kyowa Co.) incorporado em uma placa lingual personalizada, feita de borracha de silicone. Além disso, foram registrados os movimentos respiratórios de cada sujeito. Os participantes assentaram em uma cadeira reclinável e após 5 minutos de acomodação,

iniciou-se a gravação da pressão de língua durante 20 ciclos respiratórios de respiração nasal, com a boca fechada. Posteriormente as gravações foram repetidas colocando-se um clipe nasal para que a respiração fosse oral. Em seguida, a cadeira foi totalmente reclinada e repetiu-se o protocolo de medição. Observou-se forte correlação entre o pico inspiratório e o aumento da pressão de língua nos dentes. Além disso, verificou-se pressão de língua significativamente maior na respiração oral sentado (aproximadamente 5 g/cm^2) do que na nasal sentado ($0,35 \text{ g/cm}^2$), o mesmo ocorreu para a posição deitado, sendo o valor da respiração oral nessa posição ($8,88 \text{ g/cm}^2$) maior do que sentado.

O mesmo grupo, em outro trabalho (TAKAHASHI et al., 2000), mediu a pressão da língua nos dentes anteriores inferiores em sete homens saudáveis com idade média de 26 anos, utilizando um sensor de pressão incorporado a um aparelho intraoral³⁰ de silicone feito sob medida. Além disso, utilizou-se um par de eletrodos de superfície posicionado na região submentoniana³¹ para registro da atividade eletromiográfica e um equipamento para registrar os movimentos respiratórios na caixa torácica. Os sujeitos foram instruídos a ficar quietos, mantendo respiração nasal³², com cabeça posicionada de forma que o plano de Frankfurt³³ ficasse paralelo ao chão. A gravação foi iniciada 3 minutos após a colocação dos instrumentos, e teve duração de 3 minutos. Posteriormente foi colocado um aparelho extraoral com tração cervical³⁴ nos participantes e realizou-se as mesmas medidas com carga de tração de 500 g e 1200 g no aparelho. Verificou-se que a pressão da língua nos dentes muda com a respiração, sendo maior na expiração do que na inspiração. Sem o uso do aparelho extraoral, encontrou-se pressão de $1,6 \pm 1,29 \text{ g/cm}^2$; com carga de 500 g, observou-se $3,46 \pm 1,93 \text{ g/cm}^2$ e com carga de 1200 g, $5,61 \pm 2,04 \text{ g/cm}^2$, sendo as diferenças entre as três condições estatisticamente significantes. Verificou-se ainda, relação significativa entre o aumento da pressão da língua nos dentes e da atividade eletromiográfica de musculatura supra hióidea.

LAPATKI et al. (2002) avaliaram apenas pressão de lábios em 42 sujeitos, sendo 21 com oclusão do tipo Classe I (grupo controle) e 21 do tipo Classe II Divisão 2³⁵. Para isso, quatro sensores de pressão em miniatura (GISMA GmbH, Buggingen), com medidas de 4,5 mm por 5,5 mm foram fixados à superfície labial dos incisivos³⁶ centrais superiores, sendo dois em cada dente, com o auxílio de um pequeno *stent*. O conjunto apresentava espessura de 1,3 mm. Além disso, foi realizada eletromiografia de superfície dos músculos orbicular da boca, porção superior e inferior, abaixador do lábio

inferior³⁷ e mental³⁸. Foram realizados registros do sujeito em repouso, sendo este procedimento repetido sete vezes. Verificou-se que os sujeitos com oclusão Classe II apresentaram pressão na área incisal³⁹ dos dentes positiva ($0,0305 \text{ N/cm}^2$) e a pressão na área cervical⁴⁰ foi negativa ($-0,0124 \text{ N/cm}^2$), enquanto no grupo controle a distribuição foi inversa ($-0,0125 \text{ N/cm}^2$ e $0,0134 \text{ N/cm}^2$, respectivamente). Além disso, os valores positivos do grupo com má oclusão foram maiores do que o dobro observado no grupo controle. Não foi encontrada diferença na atividade eletromiográfica entre os grupos.

ONO et al. (2004) avaliaram a pressão da língua no palato durante a deglutição em dez sujeitos, sendo oito homens e duas mulheres, de 24 a 30 anos sem alteração dentária ou funcional. Desenvolveu-se duas placas palatais para cada sujeito, com espessura de 1,2mm, que abrangia a área da papila incisiva até a junção entre o palato duro⁴¹ e o palato mole⁴². Uma delas foi utilizada por duas semanas antes do estudo, para adaptação. A outra foi utilizada para medição, na qual foram instalados sete sensores de pressão em formato de disco, do tipo PS-2KA (Kyowa Electric Instruments) de 6 mm de diâmetro. Os sensores foram colocados em uma base metálica e posicionados em toda a placa, sendo um na região da papila incisiva⁴³, três na região de pré-molares⁴⁴ (um na linha média e um em cada lateral) e três na região de molares (idem anterior). Os fios do sensor foram colocados em um tubo de vinil, que passava pelo vestibulo oral, até sair da boca. A gravação foi realizada durante a deglutição de 15 mL de água com os sujeitos sentados. Analisou-se o tempo para início da pressão, tempo até atingir o valor máximo, o tempo do final da pressão, pressão máxima e duração total da aplicação da pressão. Realizou-se oito gravações por sujeito. O tempo para início da pressão foi menor para os sensores anteriores e maior para os posteriores, sendo essa diferença significativa. Já o tempo do final foi semelhante para todos os sensores. A duração da pressão no sensor mais anterior ($0,90 \pm 0,17 \text{ s}$) foi significativamente maior do que nos outros sensores, sendo que no sensor central mais posterior foi significativamente menor ($0,6 \pm 0,11 \text{ s}$). O tempo entre o início e o ponto máximo de pressão foi significativamente menor do que entre o ponto máximo e o final da pressão para todos os sensores. Em relação à magnitude, o sensor anterior registrou uma pressão significativamente maior do que os demais ($25,6 \pm 6,6 \text{ kPa}$).

HORI et al. (2005) também avaliaram a pressão de língua no palato durante a deglutição em dois grupos de indivíduos: um com dez sujeitos que haviam sofrido acidente vascular encefálico (AVE) e apresentavam hemiplegia, sendo cinco homens e cinco mulheres de 61 a 81 anos de idade e outro com cinco sujeitos saudáveis de 26 a

31 anos, sendo três homens e duas mulheres. Para as medições, foi utilizada uma folha de sensores (I-Scan, Nitta Co.) de 0,1 mm de espessura, especialmente desenvolvida para o estudo. A folha tem cinco pontos de medição e apresenta formato de T (um sensor na linha média da região anterior do palato, um na região média e três na posterior), para se adaptar facilmente ao palato. A folha de sensores foi fixada ao palato por meio de adesivo odontológico para próteses dentárias (Touch Correct II). O fio dos sensores passava pelo vestibulo oral para sair da cavidade oral. Foram registradas cinco deglutições de saliva para cada sujeito. Verificou-se que a pressão na região média e anterior do palato foi significativamente maior nos sujeitos saudáveis, sendo de aproximadamente 6 kPa na região anterior para os sujeitos que sofreram AVE e 10 kPa para os saudáveis. A pressão na região lateral posterior do lado paralisado foi significativamente menor do que do lado normal para o grupo que sofreu AVE, enquanto no grupo saudável não houve diferença significativa entre as medidas dos sensores laterais. Observou-se ainda, que os indivíduos sem suporte oclusal (sem dentes ou próteses dentárias) apresentaram pressões menores do que os que apresentavam esse suporte.

RUAN et al. (2005) mediram pressão de lábios e língua utilizando, um aparelho composto por um extensômetro auxiliado por computador com transdutor de medidas 5 mm por 3 mm e espessura 0,7 mm. O transdutor foi cimentado com adesivo de esmalte em seis posições diferentes: na superfície labial do incisivo central superior e inferior, superfície lingual do incisivo central inferior, superfície bucal e lingual do molar. Foram avaliadas 39 crianças de ambos os sexos com dentição decídua completa e oclusão normal. Os sujeitos estavam sentados, com cabeça em posição habitual. Primeiramente foi realizada medição no repouso e depois em deglutição de 3 mL de água, sendo este procedimento repetido três vezes para cada posição. Calculou-se a média das três medições para se obter o valor de força de cada indivíduo. Foram obtidos os seguintes valores de mediana de força para superfície labial do incisivo superior, superfície labial do incisivo inferior e superfície lingual⁴⁵ do incisivo inferior respectivamente: em repouso 148, 93 e 37 N/m²; em deglutição 1009, 1253 e 1679 N/m². Os valores indicam que para a dentição decídua, não existe um equilíbrio de forças de língua e lábios sobre os dentes anteriores. Verificou-se também que os meninos apresentaram força de lábios nos incisivos maior do que as meninas durante a deglutição.

O mesmo grupo (RUAN et al., 2007), utilizando o instrumento descrito acima, analisou 31 crianças com dentição decídua e má oclusão do tipo Classe III⁴⁶, seguindo

os mesmos procedimentos do estudo anterior, porém com o posicionamento do transdutor nos seguintes locais: superfície labial do incisivo superior, superfície palatal do incisivo superior, superfície labial do incisivo inferior e superfície lingual do incisivo inferior. Os valores obtidos foram 0; 0; 0,52 e 0,35 g/cm² para o repouso e 2,84; 5,30; 4,24 e 8,30 g/cm² para a deglutição respectivamente para os locais supracitados. Todos os valores foram inferiores aos obtidos em crianças com oclusão normal medidas em estudo prévio.

KIESER et al. (2008) desenvolveram um método para medir pressão da língua nos dentes e no palato, além de pressão dos lábios e das bochechas nos dentes. O instrumento era composto por uma placa palatal feita de liga metálica, na qual foram colocados oito transdutores de pressão em miniatura, do tipo 105S (Precision Measurement Company). Os transdutores apresentavam espessura de 0,50 mm e diâmetro de 2,67 mm e foram posicionados da seguinte forma: um par foi colocado na região anterior, para medir o contato lingual e labial no incisivo central superior esquerdo; dois pares foram colocados na lateral esquerda, para medir a pressão da lateral da língua e das bochechas no canino⁴⁷ e primeiro molar; um par foi colocado na linha média do palato, sendo um na região de pré-molares e outro no final do palato duro, para medir a pressão da língua no palato. Os sensores eram conectados a um ML785 PowerLab via um amplificador de oito canais e os sinais eram transmitidos a um computador. O sistema era capaz de gravar sinais com até 200 amostras por segundo. Esse foi testado com cinco adultos (três homens e duas mulheres) saudáveis de 25 a 27 anos. Posicionou-se a placa na cavidade oral dos sujeitos e após 15 a 30 minutos de acomodação, os sujeitos foram solicitados a deglutir 10 mL de água por três vezes em cada uma das cinco sessões (totalizando 15 deglutições por sujeito). Verificou-se valores aproximados de 0,3 kPa para a face labial do incisivo e de 30 kPa para a face lingual do mesmo. Os coeficientes de variação entre os sujeitos foram de 51,28% para a superfície lingual e de 518,93% para a labial no incisivo.

OGUSHI et al. (2008) realizaram uma pesquisa com instrumento semelhante ao de Frohlich (1990), utilizando transdutor de pressão (Infusion Kit, Medtronic Inc.). Avaliou 19 homens e 19 mulheres com oclusão normal e idades de 26,9±2,8 anos, para verificar as pressões geradas pelo lábio superior nos dentes durante o repouso. Para medição, foi utilizado um sistema de infusão hidráulico capilar. Neste sistema, a água flui constantemente de um cateter e quando a abertura deste é coberta pelo lábio, a pressão muscular gera uma resistência ao fluxo do líquido no cateter e a perfusão muda.

O transdutor converte as mudanças de perfusão no cateter em pressão. O transdutor está ligado a um polígrafo e a um computador, que registra os dados. Foi realizado um molde da maxila para fabricação de *stent* para cada sujeito e os cateteres foram inseridos na região de incisivo central, canino e molares. O diâmetro externo do cateter era de 1 mm, o interno, 0,5 mm e a espessura do *stent*, aproximadamente 0,6 mm. Os sujeitos estavam sentados e foram realizadas medições com duração de 60 s, com taxa de amostragem de 100 Hz. Na região de incisivos centrais, a pressão foi de $1,96 \pm 1,27$ g/cm², sem diferença significativa entre os sexos. A região de caninos apresentou pressão significativamente maior.

TAMINE et al. (2010) avaliaram a deglutição de um grupo de 37 jovens adultos saudáveis (21 homens e 16 mulheres) com idade de $26,9 \pm 3,6$ anos e outro grupo de 35 idosos saudáveis (17 homens e 18 mulheres) com média de idade de $66,6 \pm 5$ anos. Para as medições, foi utilizada a mesma folha de sensores em formato de T empregada por Hori et al. (2005). A folha de sensores foi fixada ao palato por meio de adesivo odontológico para próteses dentárias (Touch Correct II). Os sujeitos estavam sentados, com o plano de Frankfurt paralelo ao chão. Os participantes foram instruídos a deglutir 15 mL de água quando indicados pelo avaliador, realizando este procedimento por três vezes. A frequência de amostragem foi de 100 Hz. Analisou-se a ordem de aplicação das pressões, duração, magnitude máxima e valor integrado de pressão da língua (pressão/tempo). A pressão foi registrada primeiro no ponto médio anterior, depois nos pontos laterais posteriores e por último no médio posterior. A duração da pressão foi significativamente maior no grupo dos idosos, em todos os pontos medidos, sendo de $0,72 \pm 0,17$ s na região anterior para o grupo dos jovens e $1,00 \pm 0,52$ para os idosos. A magnitude da pressão na região anterior foi maior para os jovens na região anterior, porém foi maior para os idosos nas laterais. O valor integrado de pressão da língua foi significativamente maior para os idosos.

TASLAN et al. (2010) tiveram como objetivo descrever a pressão de língua antes e após a utilização de grade palatina⁴⁸ em casos de mordida aberta anterior⁴⁹ em dentição mista. Foram avaliados 19 sujeitos com idades entre 7 a 12 anos, sendo 13 selecionados para o grupo de estudo e seis para o controle. Foram realizadas medições de pressão da língua na posição de repouso e durante a deglutição de 10 mL de água, utilizando-se um transdutor de pressão do tipo diagrama, colocado nos incisivos centrais e nos primeiros molares inferiores e superiores. No caso dos incisivos, o transdutor era fixado a uma capa de acrílico, que era colocada nos dentes, e para os molares, o

transdutor era fixado à banda. Os participantes do grupo de estudo utilizaram a grade por 10 meses. As medições foram realizadas no início do estudo, após 10 meses e após 12 meses. Para o repouso, as pressões iniciais médias foram de 17,96 g/cm² e para a deglutição, de 151,33 g/cm² no incisivo superior e 15,93 g/cm² e 135,11 g/cm² no incisivo inferior. Houve diferença estatisticamente significativa na pressão de língua nos incisivos durante o repouso entre o grupo controle e o grupo de estudo. Esta diferença foi verificada após 10 meses para os incisivos centrais superior e inferior e após 12 meses apenas para o superior. Não houve diferença na deglutição entre os dois grupos.

Foi encontrado na literatura um estudo que utilizou o mesmo sensor empregado nesta pesquisa, porém apenas com medições de lábio (DI FAZIO et al., 2011). Avaliou-se a pressão de lábio em repouso e deglutição em 25 indivíduos Classe I e 25 Classe II de Angle, com idades entre 9 e 35 anos e com boa competência labial. Para as medições, foi utilizado o sensor de força *Flexiforce low type*, que foi fixado na linha média entre os incisivos centrais superiores utilizando uma camada fina de cera macia. Os sujeitos estavam sentados, com cabeça em posição natural. Foram realizadas três medições de repouso e deglutição de saliva, com duração de 4 minutos cada, com 5 minutos de intervalo. Durante a medição, os sujeitos foram orientados a deglutir nos instantes 1, 2, 3 e 4 minutos. Os sujeitos Classe I obtiveram valores de 24,33±2,69 g/cm² para o repouso e 24,59±2,60 g/cm² para deglutição, enquanto os sujeitos Classe II apresentaram medidas de 24,61±2,46 e 24,94 ±2,40 g/cm² respectivamente. Não foram encontradas diferenças significantes entre os grupos nem entre repouso e deglutição, indicando que o lábio superior não apresenta atividade durante a deglutição de saliva. Entretanto, verificou-se que as medidas de indivíduos jovens (menores de 18 anos) foram significativamente menores do que as de adultos (maiores de 18 anos).

Os resultados dos estudos que apresentaram área do sensor em sua metodologia encontram-se compilados no Apêndice B, com seus respectivos valores em força.

3 METODOLOGIA

3.1 O sistema de medição

As medições da força da língua e do lábio sobre os dentes foram realizadas por meio de um método desenvolvido com o apoio do Grupo de Engenharia Biomecânica da UFMG (FIG 3.1). O sistema de medição contém dois sensores intraorais Flexiforce A201 (Tekscan), com diâmetro de 9,53 mm, espessura de 0,2 mm e faixa de medição de 0 a 4,4 N. Estes sensores foram escolhidos por serem flexíveis, impermeáveis, fáceis de higienizar e principalmente por apresentarem tamanho e espessura pequenos, influenciando o mínimo possível nas funções orofaciais do sujeito.

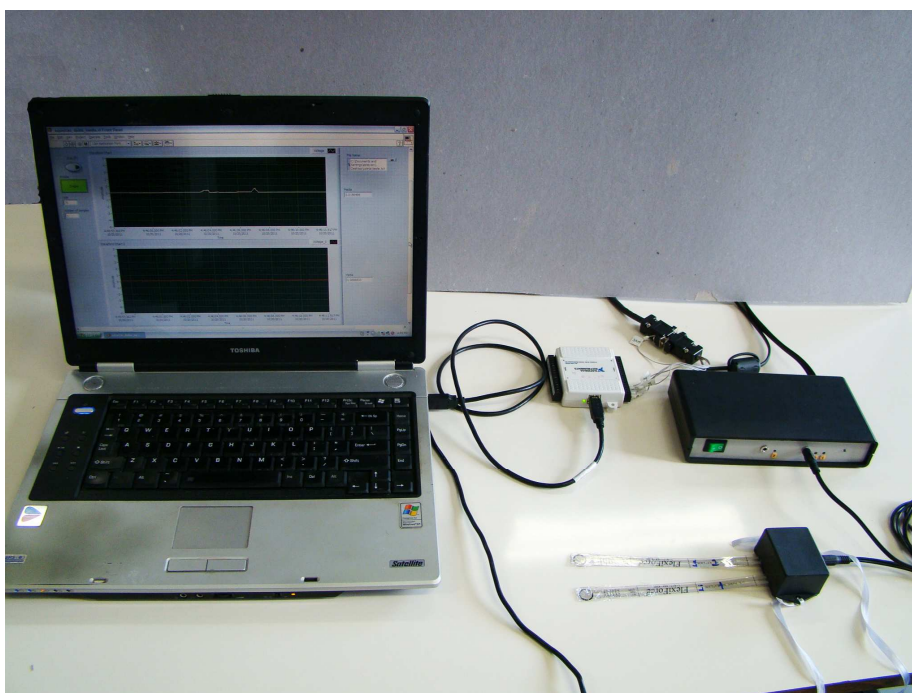


Figura 3.1 – Sistema desenvolvido para medição da força que lábio e língua exercem sobre os dentes.

Os sensores são do tipo resistivo, ou seja, apresentam variação da resistência dependente da força aplicada. Quando estão sem carga, apresentam resistência muito alta. Quando uma força é aplicada ao sensor, o elemento resistor é deformado contra o substrato, o ar é expelido e o material condutivo entra em contato com a área ativa, diminuindo a resistência. Quanto maior a área ativa em contato com o material condutivo, menor se torna a resistência (BALBINOT, BRUSAMARELLO, 2007).

Esses sensores são compostos por duas camadas de poliéster, que ficam nas extremidades superior e inferior, seguidas, em direção ao centro, por uma camada de prata (material condutivo), uma de tinta sensível à pressão (área ativa) e uma de adesivo, que sela o sensor (FIG 3.2). Sendo assim, o Flexiforce apresenta áreas sensíveis dos dois lados.

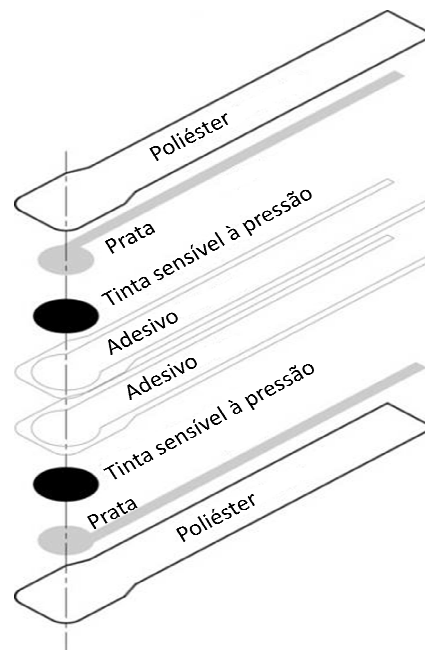


Figura 3.2 – Camadas que compõem o Flexiforce (adaptado de <http://www.tekscan.com/flexible-force-sensors>).

Em cada sensor, foram colocados dois capacitores para filtrar o sinal. Os sensores foram conectados a um circuito conversor (FIG 3.3), que amplifica, retifica o sinal e converte os valores de resistência para tensão elétrica.

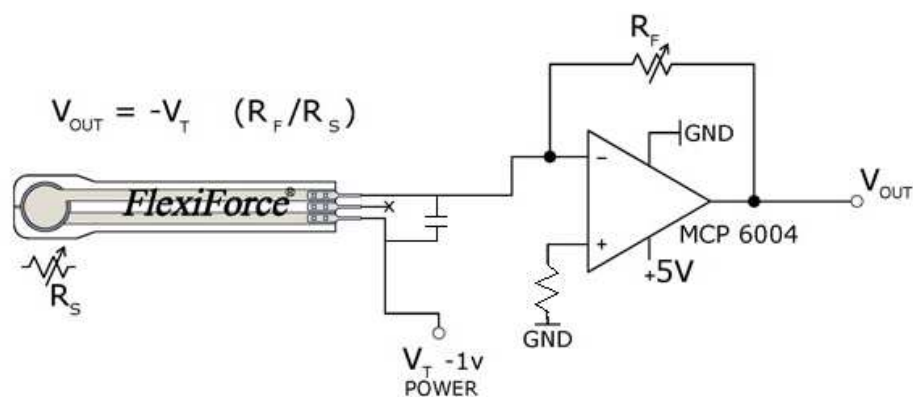


Figura 3.3 – Esquema do circuito conversor (adaptado de <http://www.tekscan.com/flexible-force-sensors>).

Este circuito gera um sinal analógico e uma placa de aquisição de dados NI USB 6008 (*National Instruments, Austin, TX*) processa o sinal elétrico e o transforma em digital. A frequência de amostragem foi de 70 Hz e os dados foram visualizados em um programa desenvolvido no *software* LabVIEW, que mostra na janela A o gráfico de força x tempo do canal 1 (sensor que mede a força exercida pela língua) e na janela B o gráfico de força x tempo do canal 2 (sensor que mede a força exercida pelo lábio) (FIG 3.4).

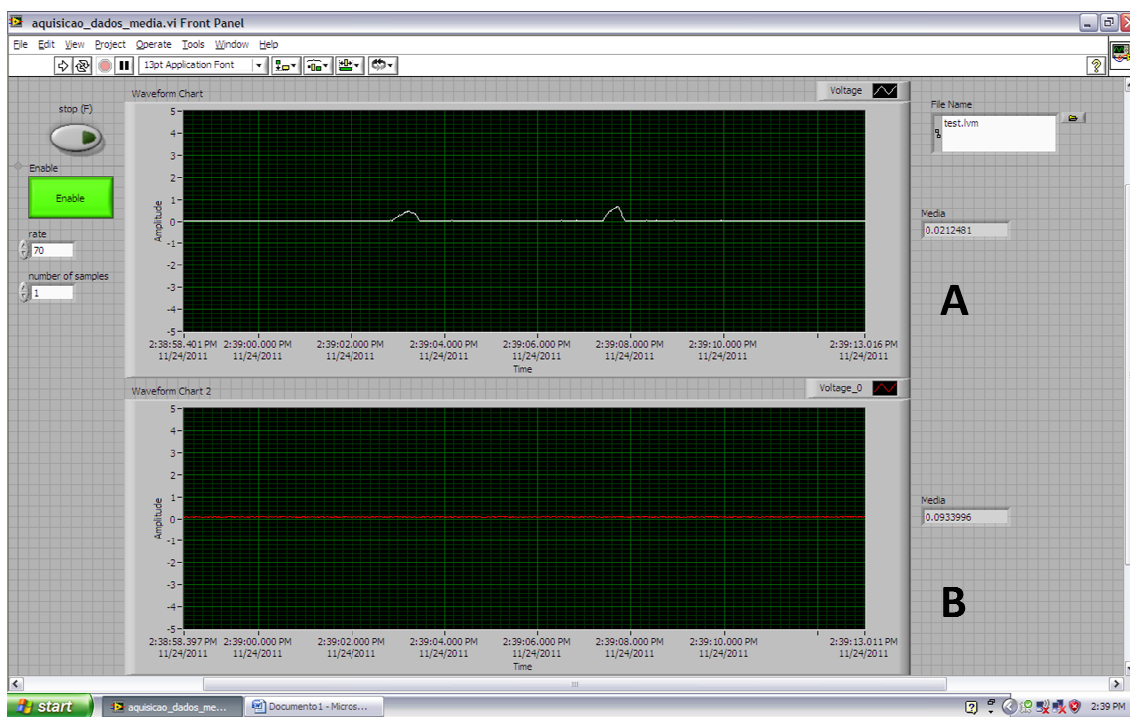


Figura 3.4 – Interface gráfica de programa desenvolvido no *software* LabVIEW.

O sistema pode ser dividido em duas partes. Uma delas é uma caixa com os conectores dos sensores e os capacitores (FIG 3.4 A) e a outra é onde se encontra o circuito amplificador (FIG 3.4 B). Ambas são conectadas por um cabo.

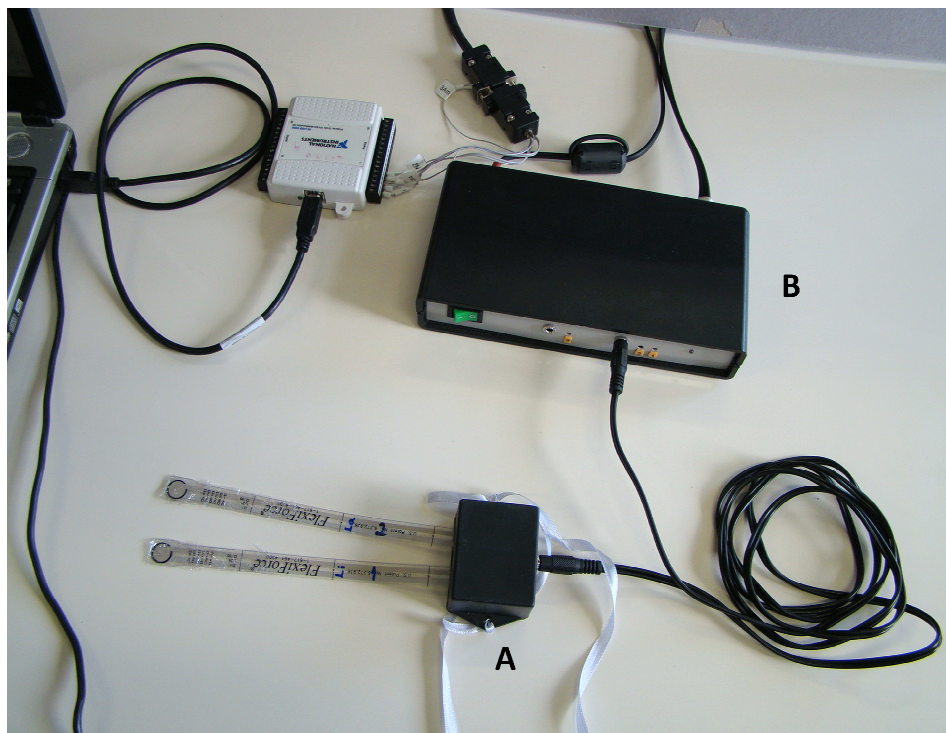


Figura 3.5 – Sistema de medição com suas partes. A - Caixa com os conectores dos sensores e capacitores. B - Caixa onde se encontra o circuito amplificador.

3.2 Testes

A testagem do método proposto foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG sob o parecer 0253/11 (Anexo A). A amostra foi constituída por 28 indivíduos (10 homens e 18 mulheres), sendo estes alunos da UFMG ou pacientes do Núcleo Ortodôntico da Faculdade de Odontologia da UFMG, com idades de 19 a 31 anos, e média de $23,2 \pm 2,9$ anos. Os critérios de inclusão foram: possuir idade superior a 18 anos, e ter assinado o termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice C) autorizando sua participação na pesquisa. Os critérios de exclusão foram: presença de glossectomias⁵⁰, paralisia ou paresia⁵¹ de língua e/ou lábios, comprometimentos cognitivos, estar em uso de aparelhos ortodônticos ou ter finalizado o tratamento ortodôntico há menos de dois anos, utilizar contenção dentária⁵² no arco superior, estar em terapia fonoaudiológica e apresentar obstrução nasal no momento do exame.

Os sujeitos da pesquisa foram convidados a fazerem parte do estudo e aqueles que se encaixaram nos critérios de inclusão, aceitaram participar e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido foram submetidos à avaliação fonoaudiológica clínica

cujos protocolos (Apêndice D) foram uma adaptação de parte do Protocolo MBGR (Genaro et al., 2009) e à medição de força de língua e lábio sofrida pelos dentes. Em ambas as avaliações, os sujeitos se encontravam sentados.

Primeiramente foi realizada a avaliação fonoaudiológica clínica, que analisou parâmetros de língua, lábios e deglutição. Na avaliação da posição habitual⁵³ de língua, realizou-se inspeção visual (quando possível) e em seguida o avaliador perguntou o local onde o ápice da língua usualmente se encontrava na boca, solicitando ao mesmo que apontasse o local. No primeiro caso, a língua foi classificada em adequada, anteriorizada, rebaixada ou não visualizada, e no segundo caso, entre os dentes, nos dentes inferiores, nos dentes superiores, na região alveolar superior ou na região alveolar inferior. Os casos com posição habitual de língua entre os dentes e nos dentes superiores foram considerados como com toque nos dentes superiores e os demais foram considerados sem toque em dentes superiores.

Quanto aos lábios, a posição habitual foi observada pelo avaliador, sendo considerada como lábios abertos, entreabertos, fechados ou oscilando entre abertos e fechados. Em seguida, o paciente foi questionado se costumava ficar com os lábios abertos ou fechados e a resposta foi assinalada. A posição habitual de lábios foi considerada adequada quando o observador e o sujeito a consideravam fechados. Quando havia avaliação diferente disso, na opinião de pelo menos um deles, a posição era considerada alterada.

A mordida em dentes anteriores foi visualizada com o auxílio de espátula e poderia ser considerada normal, com presença de sobressaliência excessiva, mordida aberta, sobremordida excessiva, mordida em topo⁵⁴, mordida cruzada⁵⁵, apinhamento⁵⁶ ou diastemas⁵⁷. Também foi realizada a classificação da oclusão de acordo com Angle: normal⁵⁸, Classe I, Classe II subdivisão 1⁵⁹, Classe II subdivisão 2 e Classe III.

Ainda em relação à avaliação clínica fonoaudiológica, a deglutição foi avaliada por meio de duas provas: solicitou-se que o paciente deglutisse saliva e observou-se a presença de movimentos nos lábios, em seguida, foi avaliada também a deglutição de pequenos goles de água realizando-se a prova descrita por MARCHESAN (2005), na qual se abaixa o lábio inferior do sujeito imediatamente após a deglutição para observar se houve interposição ou anteriorização de língua. A deglutição poderia ser considerada normal, com contração de musculatura perioral⁶⁰, com anteriorização de língua ou com outras alterações.

Para realizar a avaliação quantitativa, a caixa com os conectores dos sensores foi

pendurada ao pescoço do paciente por meio de uma fita (FIG 3.6), para evitar que o peso daquela fizesse com que os sensores se descolassem dos dentes.

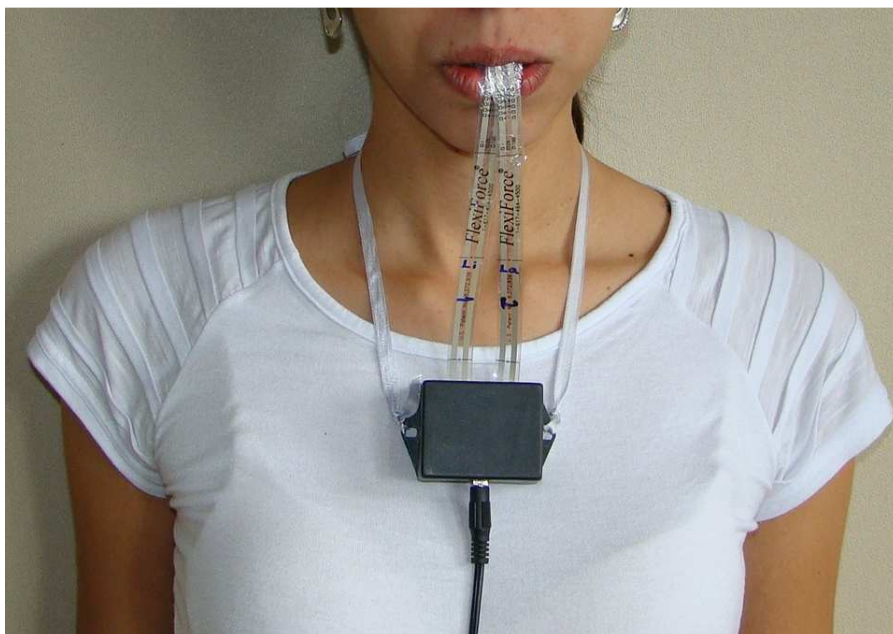


Figura 3.6 – Posicionamento da caixa com os conectores dos sensores, para medição.

Os sensores foram higienizados com álcool 70%, encapados com filme PVC e fixados com adesivo odontológico (Corega®) no dente incisivo central superior direito do sujeito, sendo um na face labial ou externa (FIG 3.7) e outro na palatal ou interna.

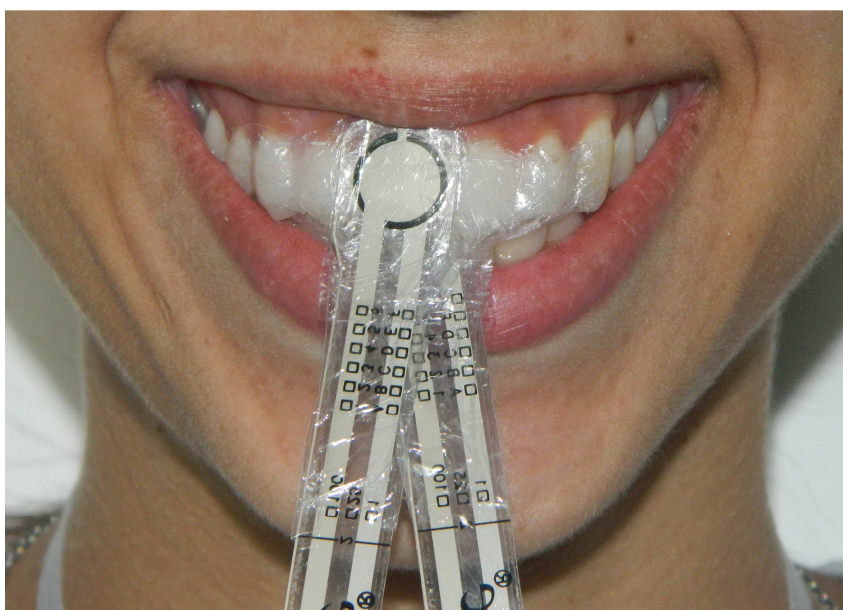


Figura 3.7 – Posicionamento do sensor na face labial do dente incisivo.

Para a medição, primeiramente, solicitou-se que o sujeito afastasse os lábios e a língua dos sensores, para que fossem registrados os ruídos da medição na cavidade oral por 5 s. Este *offset* foi descontado das demais medições.

Em seguida, aguardou-se um tempo de 30 s para acomodação do sensor na cavidade oral e após isto, os sujeitos foram orientados a realizar uma deglutição dirigida de saliva (primeira prova), que foi registrada. Esta deglutição serviu também para orientar o avaliador quanto ao perfil das forças na deglutição de cada indivíduo, para que elas pudessem ser identificadas ao longo da medição seguinte. Optou-se por avaliar deglutição de saliva já que esta ocorre de 203 a 1008 vezes por dia em adultos saudáveis (Lear et al., 1965), sendo a que todos realizam com maior frequência (em comparação com outros líquidos ou alimentos), sendo portanto a que pode causar maior impacto nos dentes.

Após isso, realizou-se nova medição, solicitando-se que os sujeitos permanecessem com a língua e os lábios na posição de costume, deglutindo quando tivessem vontade (segunda prova). Enquanto isso, os participantes realizaram atividade distrativa auditiva (Anexo B), na qual ouviram um texto gravado e tiveram que contar nos dedos quantas vezes a palavra lua/luas aparecia. A atividade distrativa foi elaborada para que os sujeitos não prestassem atenção em sua posição habitual de língua e lábios, possibilitando que essas se mantivessem o mais natural possível. Essa medição teve duração aproximada de 1 min e 30 s.

Quando o sujeito não apresentava deglutições espontâneas visíveis durante a segunda prova, solicitava-se que o mesmo efetuasse mais duas deglutições dirigidas ao final da medição (terceira prova). Sendo assim, todos os sujeitos realizaram no mínimo três deglutições.

Para avaliação do repouso, selecionou-se na segunda prova, três períodos de repouso, com duração de 10 s cada, sendo um no início, um no meio e um no final da medição. Analisou-se força média e máxima sofrida pelos dentes com a ação de língua e lábio, sendo que a força média de cada sujeito foi considerada a média dos valores obtidos nos três trechos e a força máxima, a média das forças máximas obtidas nos três trechos.

Em relação às deglutições dirigidas (primeira e terceira provas) e espontâneas (segunda prova), avaliou-se a força máxima de língua e lábio, e a duração do toque da língua no sensor durante esta tarefa.

Quando o sujeito não apresentava pico de força evidente na deglutição dirigida, o valor de força máxima da deglutição foi considerado como o valor máximo encontrado na medição desta tarefa (valor máximo da primeira prova). Desta forma, esses sujeitos apresentaram apenas um valor de força de língua e um de lábio na deglutição (independente de quantas deglutições apresentaram) e não apresentaram valores de tempo.

Para analisar se houve equilíbrio entre as forças sofridas pelos dentes com a ação de lábio e de língua, subtraiu-se as forças médias de lábio das de língua de cada participante, tanto no repouso como na deglutição.

Nos sujeitos que apresentaram pico de força de lábio e língua na primeira deglutição dirigida (primeira prova), calculou-se também a diferença de tempo entre os dois picos, denominada tempo interpicos.

Nas análises relacionadas à deglutição, foram considerados *missings* (excluídos da análise) os casos em que o sujeito só apresentou deglutição dirigida ou, na avaliação do tempo, quando o sujeito não apresentou pico de força e, portanto, o tempo não foi medido.

Para comparação das medidas de força da língua com força de lábio, em repouso e em deglutição, e para comparar os tempos da deglutição dirigida e espontânea, utilizou-se o teste não-paramétrico de Wilcoxon (analisa dois grupos de comparação e assume que existe independência entre as observações dos grupos). Para verificar se existe diferença de forças entre os grupos classificados de acordo com a avaliação fonoaudiológica de posição habitual de língua (com toque em dentes superiores x sem toque), lábios (alterada x normal), movimentação de língua na deglutição (anteriorizada x normal) e movimentação de lábios na deglutição (contração de periorais x normal), utilizou-se o teste não-paramétrico de Mann-Whitney (assume que as observações são dependentes). Foram considerados significantes os valores de p menores que 0,05.

4 RESULTADOS

Após a etapa de desenvolvimento e construção do sistema de medição, este foi calibrado e foram realizadas medições da força de língua e lábio em repouso e deglutição.

Os apêndices E, F, G e H mostram todos os dados coletados.

Os resultados serão apresentados divididos em três categorias: calibração do sistema, medições de força e medições de tempo.

4.1 Calibração do sistema

Para calibração, utilizou-se um pino aplicador, feito por meio de prototipagem rápida, cuja área inferior era do tamanho da área sensível do sensor. Realizou-se uma primeira calibração, colocando-se manualmente o pino sobre o sensor e os pesos sobre o pino. Inicialmente, realizou-se condicionamento dos sensores, aplicando-se 110% da força máxima a ser utilizada na calibração e, após isso, cada força era aplicada por 10 segundos sobre o sensor, sendo este procedimento repetido por seis vezes.

As curvas obtidas na calibração, com suas respectivas equações, são mostradas na FIG 4.1 (Canal 1) e FIG 4.2 (Canal 2). Optou-se por utilizar a curva polinomial de grau 2, já que esta forneceu uma melhor qualidade de ajuste, sendo $R^2 = 0,9992$ para o Canal 1 e $R^2 = 0,9977$ para o Canal 2. Sendo assim, a equação que descreve o valor de força a que cada leitura em tensão elétrica corresponde, é a EQ (4.1) para o Canal 1 e a EQ (4.2) para o Canal 2, sendo y a força em Newtons (N) e x a tensão elétrica em Volts (V). Essas equações foram inseridas no programa previamente à coleta de dados.

$$y = 0,0066 x^2 + 0,5496 x + 0,0215 \quad (4.1)$$

$$y = -0,0562 x^2 + 0,9269 x + 0,0821 \quad (4.2)$$

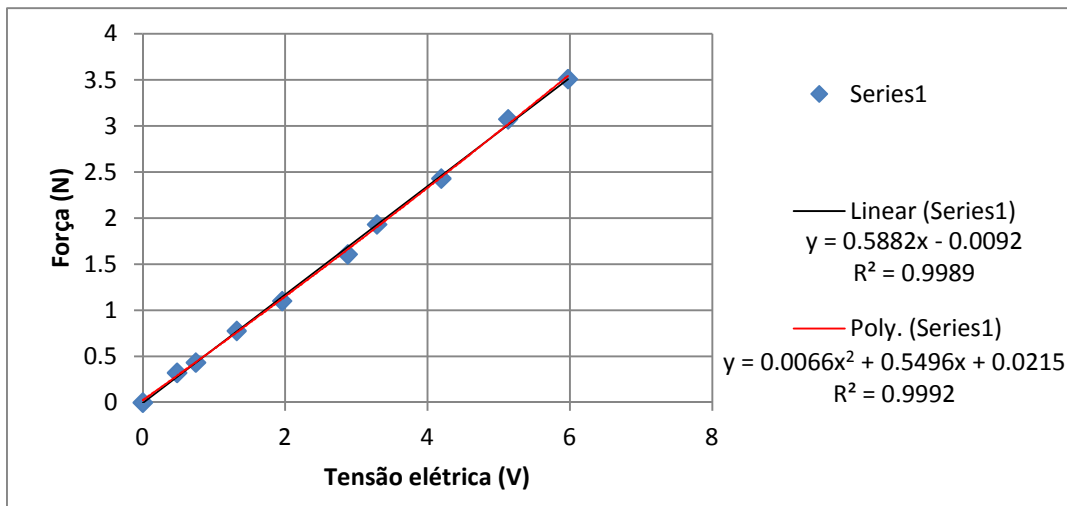


Figura 4.1- Curva de calibração do canal 1.

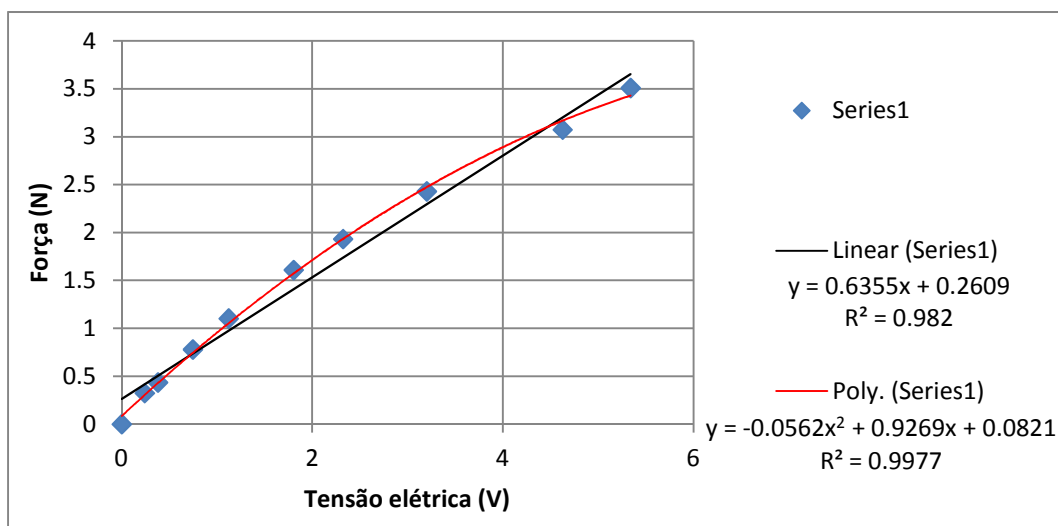


Figura 4.2 - Curva de calibração do canal 2.

Para o cálculo da incerteza expandida, considerou-se as incertezas padrão, de resolução, de histerese, de repetitividade e de interpolação com o polinômio. Foram verificadas incertezas expandidas altas. Então, optou-se por criar um suporte para o pino aplicador, de modo que o orifício do suporte tivesse praticamente o mesmo diâmetro do pino. Fixou-se o sensor ao suporte e ambos à superfície de calibração, garantindo-se assim que o pino aplicador estivesse sempre na mesma posição em relação ao sensor. Nesta segunda calibração, obteve-se incertezas expandidas menores, variando de 5 a 24%, como mostrados na TAB 4.1 (Canal 1) e TAB 4.2 (Canal 2).

Tabela 4.1 – Valores de incerteza obtidos na calibração do canal 1.

Força (N)	Saída média (V)	u padrão (N)	u resolução (N)	u histerese (N)	u Re (N)	u interp (N)	uc (N)	U95% (%)
0,32	0,48	0,002	0,002	-0,014	0,016	0,030	0,037	23
0,44	0,75	0,002	0,002	0,014	0,034	0,037	0,052	24
0,78	1,32	0,004	0,002	0,013	0,038	0,033	0,052	13
1,1	1,96	0,006	0,002	-0,004	0,048	0,041	0,064	12
1,61	2,88	0,008	0,002	-0,085	0,108	0,047	0,145	18
1,93	3,29	0,010	0,002	0,000	0,137	0,031	0,141	15
2,43	4,19	0,012	0,002	-0,042	0,101	0,039	0,117	10
3,07	5,13	0,015	0,002	-0,006	0,167	0,025	0,170	11
3,51	5,97	0,018	0,002	0,001	0,082	0,043	0,094	5

N= Newtons; V= volts; u= incerteza; u Re= incerteza de repetitividade; interp= interpolação com o polinômio; uc= incerteza combinada; U95%= Incerteza expandida

Tabela 4.2 - Valores de incerteza obtidos na calibração do canal 2.

Força (N)	Saída média (V)	u (N)	u resolução (N)	u histerese (N)	u Re (N)	u interp (N)	uc (N)	U95% (%)
0,32	0,24	0,002	0,003	-0,008	0,021	-0,004	0,026	14
0,44	0,38	0,002	0,003	0,002	0,029	-0,001	0,030	14
0,78	0,75	0,004	0,002	0,008	0,044	-0,007	0,046	12
1,1	1,12	0,006	0,002	0,011	0,071	-0,010	0,073	13
1,61	1,81	0,008	0,002	0,004	0,101	-0,007	0,102	13
1,93	2,32	0,010	0,002	-0,027	0,098	0,000	0,102	11
2,43	3,2	0,012	0,002	-0,032	0,099	0,009	0,105	9
3,07	4,63	0,015	0,001	-0,015	0,100	0,019	0,104	7
3,51	5,34	0,018	0,001	-0,038	0,091	-0,016	0,102	6

N= Newtons; V= volts; u= incerteza; u Re= incerteza de repetitividade; interp= interpolação com o polinômio; uc= incerteza combinada; U95%= Incerteza expandida

4.2 Medições de força

A TAB 4.3 mostra as médias de todos os participantes de forças de língua e lábio sobre os dentes em repouso e em deglutição dirigida.

Tabela 4.3- Comparação entre as forças sofridas pelos dentes com a ação de lábio e língua, em Newtons (N), durante o repouso e na primeira deglutição dirigida.

		Média	Desvio padrão	CV(%)	Mínimo	Máximo	Mediana	valor-p ¹
Repouso								
Força Média	Língua	0,00	0,00	0	0,00	0,01	0,00	<0,001
	Lábio	0,02	0,02	100	0,00	0,09	0,02	
Força Máxima	Língua	0,03	0,01	33	0,00	0,08	0,03	0,001
	Lábio	0,05	0,04	80	0,00	0,15	0,04	
Deglutição								
Força Máxima	Língua	0,31	0,38	123	0,02	1,67	0,14	0,216
	Lábio	0,15	0,14	93	0,01	0,67	0,12	

CV= coeficiente de variação; ¹= Teste não-paramétrico de Wilcoxon.

A TAB 4.4 mostra a resultante entre as forças de lábio e língua para cada sujeito em repouso e deglutição, obtida por meio da subtração força de língua menos força de lábio.

Tabela 4.4 – Diferença das forças sofridas pelos dentes com a ação de língua e lábio, em Newtons (N), para cada indivíduo e média total, durante o repouso e a deglutição.

Sujeito	Oclusão	Repouso	Deglutição
		Lin-Lab (N)	Lin-Lab (N)
1	Normal	-0,04	0,36
2	Normal	-0,06	0,90
3	Normal	0,00	-0,09
4	Alterada	-0,04	-0,05
5	Normal	-0,09	-0,19
6	Normal	0,00	0,18
7	Normal	0,00	-0,60
8	Alterada	-0,04	0,06
9	Alterada	-0,02	-0,01
10	Alterada	0,01	-0,02
11	Normal	-0,03	0,00
12	Normal	-0,01	0,41
13	Normal	0,00	0,30
14	Normal	-0,01	-0,14
15	Normal	0,00	0,93
16	Normal	-0,02	0,04
17	Alterada	-0,02	0,46
18	Alterada	0,00	0,02
19	Normal	0,00	-0,06
20	Normal	0,00	0,10
21	Normal	0,00	-0,01
22	Normal	-0,02	0,32
23	Normal	0,00	0,03
24	Normal	-0,02	1,35
25	Normal	-0,04	-0,03
26	Alterada	-0,08	0,35
27	Normal	-0,02	-0,10
28	Normal	-0,02	0,05
Média		-0,02	0,16

Lin-Lab = força de língua – força de lábio; N= Newtons

A relação entre as medidas obtidas no repouso e a avaliação clínica de posição habitual de língua e lábio é apresentada na TAB 4.5.

Tabela 4.5 – Comparação entre as forças (média e máxima) aplicadas sobre os dentes, em Newtons, durante o repouso, de acordo com o posicionamento de língua e lábios no exame clínico fonoaudiológico.

		n	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	Mediana	valor-p ²
Posição de língua em dentes sup								
Força Média	Sem toque	17	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,576
	Tocando	11	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	
Força Máxima	Sem toque	17	0,03	0,02	0,01	0,08	0,03	0,327
	Tocando	11	0,02	0,01	0,00	0,04	0,02	
Posição dos lábios								
Força Média	Normal	21	0,02	0,02	0,00	0,08	0,01	0,097
	Alterada	7	0,04	0,03	0,00	0,09	0,04	
Força Máxima	Normal	21	0,05	0,03	0,01	0,12	0,04	0,167
	Alterada	7	0,07	0,05	0,00	0,15	0,07	

sup= superiores; n= amostra; ²= Teste não-paramétrico de Mann-Whitney.

Na TAB 4.6, pode-se observar a comparação entre as forças obtidas durante a deglutição dirigida e a avaliação clínica de deglutição.

Tabela 4.6 – Comparação entre as forças aplicadas sobre os dentes, em Newtons, durante a deglutição (espontânea e dirigida), de acordo com o posicionamento de língua e lábios no exame clínico fonoaudiológico.

		n	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	Mediana	valor-p ²
Língua								
Deg. Dirigida	Normal	12	0,17	0,27	0,02	0,96	0,08	0,004
	Ant língua	16	0,47	0,44	0,02	1,67	0,34	
Deg. Espontânea	Normal	6	0,25	0,31	0,08	0,87	0,13	0,960
	Ant língua	11	0,66	1,11	0,02	3,12	0,12	
Lábio								
Deg. Dirigida	Normal	26	0,15	0,14	0,01	0,67	0,12	0,623
	C periorais	2	0,14	0,02	0,12	0,15	0,14	
Deg. Espontânea	Normal	16	0,16	0,17	0,02	0,60	0,08	-
	C periorais	1	0,37	-	0,37	0,37	0,37	

Deg.= deglutição; Ant= anteriorização; C= contração; n= amostra; ²=Teste não-paramétrico de Mann-Whitney.

A média das forças na deglutição dirigida para todos os sujeitos foi de 0,34 N para língua e 0,15 N para lábio e os valores da espontânea foram de 0,52 N e 0,17 N respectivamente.

A FIG 4.3 mostra um gráfico exemplificando a medição de força de língua na segunda prova (repouso com deglutições espontâneas) e a FIG 4.4 mostra um pico de força da língua durante a deglutição.

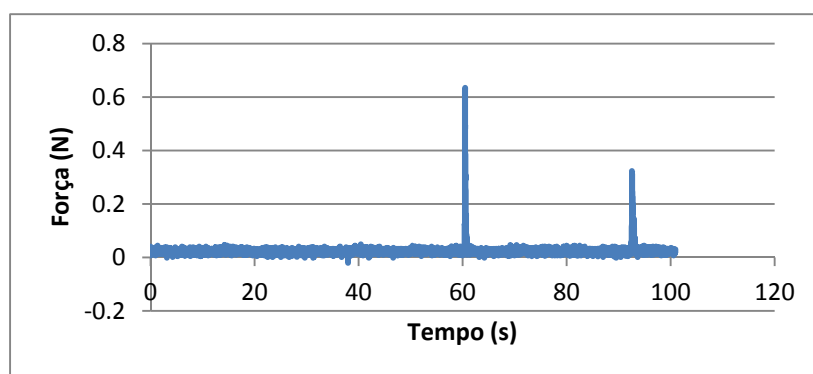


FIG 4.3 – Gráfico de força de língua por tempo durante o repouso com duas deglutições espontâneas.

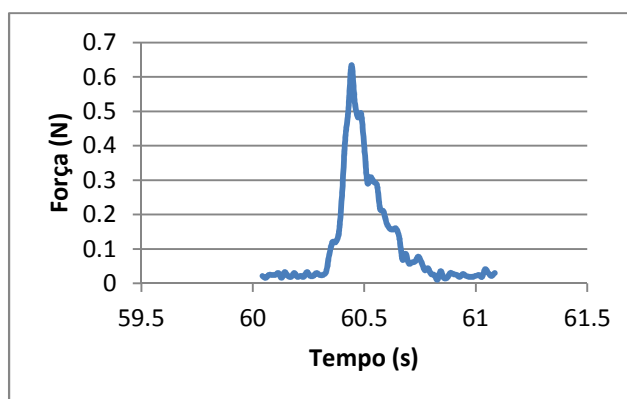


Figura 4.4 – Gráfico de força de língua por tempo durante a deglutição, em detalhe.

4.3 Medição do tempo

Analisou-se o tempo de duração do contato da língua com o sensor durante a deglutição, naqueles sujeitos que apresentaram pico visível de força de língua. A TAB 4.7 mostra esses resultados.

Tabela 4.7 – Comparação entre o tempo de toque da língua nos dentes, em segundos, durante a deglutição dirigida e espontânea.

	n	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	Mediana	valor-p¹
Dirigida	15	1,05	0,58	0,39	2,33	1,00	0,207
Espontânea	15	0,80	0,47	0,22	2,04	0,80	

n= amostra; ¹= Teste não-paramétrico de Wilcoxon.

Ainda analisando-se o tempo, comparou-se o tempo do toque da língua no sensor na deglutição dirigida e espontânea nos participantes com e sem anteriorização de língua na deglutição, como pode ser visto na TAB 4.8.

Tabela 4.8 – Comparação entre o tempo do toque da língua nos dentes, em segundos, de acordo com a anteriorização da língua durante a deglutição (dirigida e espontânea).

		n	n*	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	Mediana	valor-p²
Dirigida	Normal	6	6	1,33	0,71	0,48	2,33	1,14	0,391
	Alterada	15	1	0,98	0,37	0,39	1,59	1,00	
Espontânea	Normal	4	8	0,63	0,45	0,22	1,25	0,52	0,296
	Alterada	11	5	0,87	0,48	0,36	2,04	0,82	

n*= missings; ²= Teste não-paramétrico de Mann-Whitney.

Dos 11 sujeitos que apresentaram deglutição normal na avaliação clínica, somente cinco apresentaram pico de força na deglutição, enquanto dos 16 sujeitos que apresentaram deglutição com anteriorização de língua, 15 apresentaram pico.

Nos sujeitos que apresentaram pico de força de lábio e língua em deglutição, foi calculado o tempo interpícos, que pode ser verificado na TAB 4.9.

Tabela 4.9 – Tempo interpícos, em segundos (individual e média).

Sujeito	Tempo interpícos (s)
1	0,50
2	-
3	-
4	0,22
5	-
6	0,34
7	0,33
8	1,50
9	-
10	-
11	-
12	-
13	0,20
14	-
15	-0,56
16	-
17	0,48
18	-
19	0,57
20	-
21	-
22	0,23
23	0,36
24	0,09
25	0,83
26	-
27	-
28	-
Média*	0,39

s= segundos; *sujeitos com valores diferentes de zero

O sujeito 15 obteve valor de tempo negativo, pois teve pico de força de língua antes do pico de lábio.

5 DISCUSSÃO

O método proposto foi elaborado baseado em estudos anteriores e de forma que interferisse o mínimo possível nas funções orofaciais. A escolha dos sensores resistivos, equivalentes a sensores de pressão, foi baseada no trabalho de LINDEMAN, MOORE (1990) que verificaram que o transdutor de pressão foi o melhor instrumento para se medir força de lábios. Outro pré-requisito para os sensores, era que fossem de material flexível e biocompatível, sendo escolhido o mesmo utilizado por DI FAZIO et al. (2011). Diferente de alguns estudos (TAKAHASHI et al., 1999; TAKAHASHI et al., 2000; ONO et al., 2004; KIESER et al., 2008), optou-se por não utilizar placas palatais, já que estas, quando são rígidas, necessitam ser customizadas para cada indivíduo, o que seria inviável para este estudo, e quando são flexíveis, a deformação do material que cobre os sensores pode absorver parte da força, interferindo na medição. A taxa de amostragem foi de 70 Hz, inferior à utilizada por OGUSHI et al. (2008) e TAMINE et al. (2010) por ser a maior possível para as configurações do *notebook* e da placa de aquisição de dados.

Optou-se por avaliar forças sofridas pelos dentes superiores com a ação de língua e lábio, assim como KYDD et al. (1963); RUAN et al. (2005); RUAN et al., (2007) e KIESER et al. (2008), para que fosse possível analisar se há equilíbrio de forças. O tempo de coleta da segunda prova (repouso) foi de 1 min e 30 s, intermediário aos citados por TAKAHASHI et al. (2000) e OGUSHI et al. (2008). Foram avaliadas deglutições espontâneas e dirigidas, já que, de acordo com KYDD et al. (1963) elas apresentam forças diferentes.

Depois do desenvolvimento e construção do sistema de medição, foi realizada a calibração. Encontrou-se dificuldade nesta etapa, devido ao sensor ser muito sensível à forma como o pino aplicador era posicionado sobre ele e à forma como o peso era posicionado sobre o pino. Mesmo quando foi utilizado o suporte para o pino, diversas medições realizadas utilizando-se o mesmo peso produziam resultados diferentes quando esse não estava posicionado exatamente da mesma maneira sobre o pino aplicador, o que gerou incertezas de medição altas. Outro motivo que pode ter levado às elevadas incertezas é que a medição de força ou pressão é realizada de maneira indireta, a partir da medida da deflexão de uma superfície (ROSÁRIO, 2005), ou seja o resultado precisa ser convertido, o que aumenta a possibilidade de erros.

Cabe ressaltar que nenhum dos outros estudos pesquisados apresenta análise de incertezas de seus métodos, o que impossibilita definir se o presente sistema de medição é mais ou menos preciso do que os demais.

Essa sensibilidade relacionada com a área de contato é uma desvantagem do sensor, que pode ter influenciado nas medições. Além dos erros gerados na calibração, não é possível dizer se a língua e o lábio pressionaram o sensor de maneira uniforme.

Por meio dos testes, verificou-se que o método proposto foi capaz de medir as forças sofridas pelos dentes anteriores durante o repouso e a deglutição, adaptando-se bem aos diferentes tipos de oclusão.

Optou-se por usar o termo “força sofrida pelos dentes” já que o instrumento não capta toda a força exercida pela língua ou pelo lábio, pois não apresenta um aplicador que guia toda a força para a área sensível do sensor. Contudo, para descobrir se uma força pode causar movimentação dentária, o importante é verificar qual é a força sofrida pelos dentes, o que foi abordado neste estudo. Para evitar consecutivas repetições do termo citado acima, em alguns momentos este é substituído por força da língua ou força de lábio nos dentes, porém o sentido deve ser entendido como o mesmo.

A grande maioria dos estudos da revisão bibliográfica apresentou seus resultados em valores de pressão. Entretanto, não é possível comparar medidas de pressão obtidas com instrumentos diferentes, pois estes apresentam áreas diversas e como a pressão é calculada dividindo-se a força pela área, os resultados serão distintos mesmo que a força seja igual. Sendo assim, nos casos em que os estudos apresentaram a área do sensor/transdutor na metodologia, os valores foram convertidos em força e encontram-se expostos no Apêndice B.

Em relação às forças durante o repouso (TAB 4.3), verificou-se que tanto a força média quanto a máxima de lábio foram significativamente maiores do que as de língua, sendo os valores de p menores que 0,001 e 0,001 respectivamente. Isso indica que, na maior parte do tempo, os dentes anteriores foram mais pressionados na face labial. Muitos sujeitos apresentaram força média da língua nos dentes igual a zero (Apêndice E), sendo este também o valor da força média entre todos os participantes (TAB 4.3), o que pode ser indicativo de que apresentam posição habitual de língua sem toque nos dentes, ou de que as forças foram tão pequenas que o sensor não foi capaz de detectá-las. Sabe-se que os sensores funcionam melhor com forças a partir de 10% de sua faixa de medição. Como a faixa do sensor empregado varia de 0 a 4,4 N, acredita-se que forças até 0,4 N podem não ter sido medidas com tanta precisão. Não se encontrou outro

sensor disponível comercialmente com características semelhantes de tamanho, flexibilidade e atoxidade e melhor precisão dentro da faixa de trabalho. Esses resultados de força de língua no repouso corroboram RUAN et al. (2005) e RUAN et al. (2007), que verificaram forças de 0,0005 N e 0 N respectivamente. Valores de força de lábio iguais a zero também foram encontrados em alguns sujeitos (Apêndice E), porém a média dos participantes foi igual a 0,02 N (TAB 4.1), o que foi maior do que o encontrado por LAPAKTI et al. (2002), que verificou 0,0033 N na área incisal dos dentes; RUAN et al. (2005), que encontrou 0,0022 N; RUAN et al. (2007), 0 N e OGUSHI et al. (2008), 0,00003 N; e menor do que o observado por DI FAZIO et al. (2011), 0,17 N. O coeficiente de variação foi bastante alto, provavelmente devido à magnitude das forças ser muito pequena, sendo que qualquer variação nos valores significou grande aumento percentual.

Quanto à média das forças dos participantes na deglutição (TAB 4.3), verificou-se que não houve diferença entre as forças exercidas por lábio e língua. Os resultados de força de língua deste trabalho, nessa tarefa, foram inferiores aos encontrados por ONO et al. (2004), que mediu força na região anterior do palato e encontrou 0,72 N, e superiores aos observados por FROHLICH (1990), que verificou 0,0075 N; RUAN et al. (2005), 0,025 N; RUAN et al. (2007), 0,008 N e KIESER et al. (2008), 0,0168 N. Quanto à força de lábio na mesma tarefa, os valores encontrados foram semelhantes aos de DI FAZIO et al. (2011), 0,172 N, que utilizaram o mesmo sensor desta pesquisa e deglutição de saliva, e superiores aos verificados por LINDEMAN, MOORE (1990), 0,00039 N; RUAN et al. (2005), 0,015 N; RUAN et al. (2007), 0,004 N e KIESER et al. (2008), 0,00168 N. Entretanto, todos esses últimos trabalhos utilizaram deglutição de água em vez de saliva, impossibilitando, portanto, comparações.

Os coeficientes de variação na deglutição (TAB 4.3) foram bastante altos, assim como relatado por KIESER et al. (2008) e KENNEDY et al. (2010), o que pode ter ocorrido devido à variação na quantidade de saliva deglutida em cada vez, além do motivo já citado previamente.

Verificou-se que os desvios-padrão foram bastante altos nesta pesquisa, tanto para o repouso como para a deglutição o que indica que as medidas variaram bastante entre os sujeitos. FROHLICH (1990) também encontrou grande variação das medidas e afirmou que esses erros são biológicos e inevitáveis. Além disso, desvios-padrão altos também foram encontrados por OGUSHI et al. (2008) no repouso ($0,00003 \pm 0,00002$ N) e por LINDEMAN, MOORE (1990) na deglutição ($0,0018 \pm 0,0015$ N e

0,00039±0,00026 N), sendo que ambos avaliaram somente sujeitos com oclusão normal. Isso sugere que medidas dessas tarefas realmente apresentam grande variação entre os sujeitos.

Ao contrário do relatado por DI FAZIO et al. (2011), as medidas de força de lábio sobre os dentes em deglutição foram maiores que as do repouso. O mesmo aconteceu com as medidas de força de língua nos dentes, de forma ainda mais evidente. Em relação à fisiologia da deglutição normal, não existe consenso na literatura. Alguns autores afirmam que os lábios devem apenas permanecer vedados enquanto o ápice da língua toca no palato ou nos dentes (MARCHESAN, 2001; FURKIM, 2010). Outros relatam que os lábios contraem contra os incisivos e o ápice da língua toca apenas no palato (MARCHESAN, 2003; ZEMLIN, 2005). Um terceiro autor não especifica o movimento/contração de lábios, relatando apenas que ocorre uma projeção do ápice da língua para cima e para trás (DOUGLAS, 2006). Há ainda outro que diz que os lábios contraem levemente e a língua exerce uma pressão muito maior nos dentes (PROFFIT et al., 1964). Os resultados desse trabalho corroboram PROFFIT et al. (1964).

Para verificar se existe equilíbrio entre as forças de lábio e língua sobre os dentes, subtraiu-se a primeira força da última (TAB 4.4) e verificou-se que para a maior parte dos sujeitos, não houve equilíbrio de forças (resultado da subtração diferente de zero) no repouso, o que corrobora LEAR, MOORREES (1969), que avaliaram força de língua e bochechas nos dentes posteriores e também verificaram ausência de equilíbrio. Observou-se que a maioria dos sujeitos apresentou força sofrida pelos dentes com a ação de lábio maior do que a de língua. Dos dez sujeitos que apresentaram equilíbrio no repouso, nove apresentavam oclusão normal e um, alterada (presença de diastema). Provavelmente este participante apresentava má oclusão por outras causas que não sejam a alteração da musculatura orofacial, como as citadas por PROFFIT (1978) e PROFFIT et al. (2007).

Em relação à resultante de forças na deglutição (TAB 4.4), apenas um sujeito apresentou equilíbrio entre lábio e língua, e esse apresentava oclusão normal. Entre os demais, 16 apresentaram força de língua maior, o que concorda com LEAR, MOORREES (1969) e com GORBACH (1972 apud PROFFIT, 1978), e 11 apresentaram força de lábio maior. Acredita-se que a alta frequência da força de lábio mais intensa possa ter ocorrido devido ao fato de o sensor dificultar o vedamento labial. Dessa forma, os sujeitos podem ter pressionado o sensor como consequência do selamento labial forçado, o que pode ter introduzido um viés no estudo.

Por meio da análise dessa resultante de forças, pode-se verificar que a falta de equilíbrio entre forças de lábio e língua sobre os dentes não determina a ocorrência de má oclusão, já que vários sujeitos com oclusão normal não apresentaram equilíbrio em repouso, em deglutição, nem se analisando a resultante final de repouso e deglutição. Sendo assim, acredita-se que, para que essas forças possam afetar o posicionamento dos dentes, é necessário que haja um desequilíbrio maior, e que a resultante seja da ordem de, no mínimo 0,1 N, que é a menor força ortodôntica citada por PROFFIT et al. (2007). LEAR et al. (1974) relatou que forças de 0,01 N já podem causar movimentação dentária, mas esse deslocamento foi avaliado apenas no momento, sendo assim não se sabe se forças tão pequenas conseguem causar movimentações permanentes nos dentes. Nos sujeitos que apresentaram oclusão normal e resultante das forças de lábio e língua diferente de zero, provavelmente existem outras forças atuando nos dentes, que os mantém em equilíbrio. Essas outras forças podem ser a do ligamento periodontal e/ou força de oclusão e/ou mastigação, como citado por PROFFIT (1978) e FERREIRA (2008).

Outra forma de raciocínio seria pensar que as forças maiores e intermitentes da deglutição balanceiam as forças pequenas e constantes do repouso. Ou seja, se fosse analisada a resultante final das forças de um dia inteiro, poder-se-ia encontrar um equilíbrio.

A amostra deste estudo apresentou poucos sujeitos com má oclusão devido à dificuldade em encontrar sujeitos adultos com alteração oclusal que não estivessem em tratamento ortodôntico, na população estudada. Como esses participantes apresentaram tipos diversificados de alteração dentária, não foi possível estabelecer relação das forças com o tipo de má oclusão.

Relacionando-se os valores encontrados na medição das forças no repouso, com a avaliação clínica da língua (TAB 4.5), ao contrário do esperado, sujeitos que relataram posição habitual de língua com toque nos dentes superiores não apresentaram diferença de força média e força máxima em relação aos sujeitos que apresentaram posição habitual sem toque nos dentes. Isso provavelmente ocorreu devido à presença do sensor na cavidade oral funcionar como um objeto estranho, que pode ter modificado a posição habitual dos sujeitos. FRY (1960) relatou que quando um instrumento é introduzido na boca, existe a possibilidade de que a atividade fisiológica habitual seja alterada pela presença deste. A língua pode evitar tocar no sensor, principalmente se este causar algum desconforto (PROFFIT, 1975).

Outra possível explicação é que, em sujeitos com dentes pequenos, o sensor foi posicionado de forma que cobrisse uma pequena parte da região alveolar, além da superfície do dente, para que ficasse bem aderido, registrando também forças que não foram exercidas sobre os dentes e sim sobre a região alveolar. Existe ainda a possibilidade de os sujeitos não terem percebido corretamente o local de sua posição habitual de língua, já que, como foi verificado por CARDOSO et al. (2011), essa informação apresenta confiabilidade baixa.

Quanto à relação entre a posição habitual de lábios com as medidas de força (TAB 4.5), verificou-se que sujeitos que a apresentaram alterada (lábios abertos, entreabertos ou oscilando entre entreabertos e fechados) não obtiveram diferença de força quando comparados aos que apresentaram posição habitual de lábios adequada (fechados). Acredita-se que isso tenha ocorrido devido ao fato da musculatura dos sujeitos que apresentaram lábios abertos ou entreabertos ser mais fraca o que fez com que eles tivessem que empregar mais força para realizar o vedamento labial com o sensor na boca do que os que usualmente ficam de lábios fechados. Além disso, a diferença no número de participantes em cada categoria também pode ter influenciado esses resultados.

A relação com a avaliação clínica foi realizada também com as medidas de deglutição (TAB 4.6) e verificou-se que sujeitos com anteriorização de língua nessa tarefa obtiveram valores maiores do que os que apresentaram posicionamento de língua normal, tanto na deglutição dirigida, como na espontânea, porém de forma significativa apenas para a dirigida. A princípio poder-se-ia pensar que os sujeitos que já apresentavam maior força de língua no repouso deveriam também apresentar forças maiores na deglutição. Entretanto, observando-se os resultados individuais (Apêndices E e F), verifica-se que isso não acontece. Sendo assim, acredita-se que a presença de relação entre avaliação clínica e medidas de força de língua na deglutição pode ser sugestiva de que os participantes apresentam melhor percepção de sua posição de língua na deglutição do que no repouso. Verificou-se que mesmo a avaliação quantitativa tendo sido realizada apenas com saliva, essa apresentou boa concordância com a avaliação clínica que utilizou também a água.

O mesmo não ocorreu na relação com o posicionamento de lábios (TAB 4.6). Os sujeitos que apresentaram contração de musculatura perioral durante a deglutição apresentaram força média semelhante na deglutição dirigida e espontânea aos sujeitos que apresentaram posicionamento de lábios normal. Cabe ressaltar que esses resultados

de lábio não são relevantes devido à grande diferença no número de participantes nas duas categorias, sendo que apenas dois sujeitos apresentaram contração de musculatura perioral e somente um deles apresentou deglutição espontânea.

Comparando-se as forças nas deglutições dirigida e espontânea, ao contrário do encontrado por KYDD et al. (1963), verificou-se forças de lábio discretamente maiores na deglutição espontânea. As maiores forças de língua também foram encontradas na deglutição espontânea. Uma possível explicação para esse fato é que os participantes podem ter monitorado a força das estruturas na deglutição dirigida, ou seja, prestaram atenção para controlar a força quando eram orientados a engolir, mas não o fizeram quando deglutiram naturalmente.

Ainda comparando-se as formas de deglutição, analisou-se também o tempo de toque da língua no sensor durante essa tarefa nos sujeitos que apresentaram pico visível de força (TAB 4.7). Verificou-se que não houve diferença entre os tempos de deglutição dirigida e espontânea, o que era esperado, já que não foram modificadas características do conteúdo deglutido (saliva). O tempo de deglutição dirigida encontrado no presente estudo (1,05 s) concorda com o relatado por ONO et al. (2004), que foi de 0,90 s, e foi ligeiramente superior ao encontrado por TAMINE et al. (2010) que relatou 0,72 s em jovens, porém ambos utilizaram sensores fixados no palato e avaliaram deglutição de água.

Analisou-se também a relação do tempo de toque da língua no sensor com a avaliação do posicionamento de língua na deglutição (TAB 4.8). Verificou-se que não houve diferença na duração da deglutição entre sujeitos com anteriorização de língua e sujeitos sem alteração da deglutição, tanto para a dirigida, como para a espontânea. Entretanto, a maioria dos sujeitos que apresentaram deglutição normal (54,5%), não apresentaram toque no sensor, portanto o tempo de poucos pôde ser medido. Por outro lado, nos sujeitos com deglutição alterada (anteriorização de língua), praticamente todos (93,7%) apresentaram toque no sensor. Portanto, de forma qualitativa, pode-se afirmar que sujeitos com anteriorização de língua na deglutição realmente apresentam maior pressão/força sobre os dentes.

O tempo de toque de lábio no sensor não foi analisado, já que esse pico não é tão nítido quanto o da língua, sendo possível verificar seu ponto máximo, mas difícil determinar seu início e término.

Verificou-se que 13 sujeitos apresentaram pico de força em língua e lábio. Nestes casos, mediu-se o tempo interpicos (TAB 4.9) e verificou-se que em 92% dos

casos, ocorre primeiro um pico de força em lábio e depois em língua, o que indica que durante a deglutição, primeiro ocorre um toque de lábios nos dentes e em média 0,39 s depois, ocorre o toque da língua nos dentes. Esse tempo entre os picos foi semelhante ao encontrado por KYDD et al. (1963).

Cabe ressaltar que a amostra deste estudo foi bastante heterogênea, apresentando sujeitos com e sem alterações oclusais e musculares. Sendo assim, os resultados podem ter sido influenciados por estas variáveis.

O sistema proposto quantifica forças da musculatura orofacial auxiliando o fonoaudiólogo a realizar um diagnóstico mais preciso e também permitindo o avanço científico, já que possibilitará o conhecimento da magnitude das forças e suas possíveis implicações. As limitações verificadas neste estudo servirão como base para o aprimoramento do método.

6 CONCLUSÃO E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Como conclusões do trabalho, tem-se:

- O método desenvolvido foi capaz de medir as forças sofridas pelos dentes com a ação de língua e lábio, se caracterizando como uma importante ferramenta para a Fonoaudiologia.
- As forças médias sofridas pelos dentes com a ação da língua no repouso foram de $0,00 \pm 0,00$ N e na deglutição $0,31 \pm 0,38$ N.
- As forças médias sofridas pelos dentes com a ação do lábio no repouso foram de $0,02 \pm 0,02$ N e na deglutição $0,15 \pm 0,13$ N. Observou-se diferença significativa entre as forças médias e máximas de lábio e língua durante o repouso.
- Não foi verificada relação entre posição habitual de lábios e língua e medidas de força no repouso, porém verificou-se relação entre posicionamento da língua e medidas de força na deglutição dirigida.
- Para a maior parte dos sujeitos, não houve equilíbrio entre forças sofridas pelos dentes com a ação de língua e lábio tanto no repouso quanto na deglutição.
- Verificou-se que tempo de toque da língua no sensor foi de 1,05 s para a deglutição dirigida e 0,72 s para a espontânea.
- Não houve relação entre o posicionamento de língua na deglutição e o tempo de contato com o sensor.
- O tempo entre pico de lábio e língua na deglutição foi de 0,39 s.

Sugere-se que trabalhos futuros utilizem sensores sem fio, para que não ocorra interferência no vedamento labial dos sujeitos e, se possível, os sensores devem apresentar faixa de medição menor, para que as forças próximas de zero possam ser percebidas com mais exatidão. Além disso, deve-se utilizar sensores posicionados na região alveolar e em dentes superiores e inferiores, que possibilitarão um mapeamento do local onde as forças são exercidas. É importante também, que sejam realizados estudos com amostras maiores, incluindo mais sujeitos com má oclusão (principalmente mordida aberta anterior, sobressaliência excessiva e diastemas) e que avaliem um número maior de deglutições dirigidas e espontâneas. Sugere-se também a realização de estudos longitudinais, pré e pós tratamento ortodôntico e/ou fonoaudiológico.

ABSTRACT

The correct tooth alignment is associated with several factors. Among them, the balance of forces exerted by the lips and tongue on the dentoalveolar structures stands out. Evaluation of the duration and intensity of these forces as well as the location where they are applied is routinely carried out in a subjective way, leading to inaccuracies in the diagnosis. Objective methods for measuring the forces applied on the teeth during swallowing would provide greater diagnostic reliability for speech-language pathologists and orthodontists. This study aims to develop and test a system to measure the forces experienced by a tooth during rest and swallowing. Twenty-eight subjects (10 men and 18 women), aged between 19 and 31 years (mean 23.2) were selected to participate in this study after inclusion and exclusion criteria have been applied. Participants underwent clinical assessment of habitual position of the tongue and lips, occlusal pattern and swallowing. Then, measurement of the forces experienced by the upper right central incisor tooth due to the action of upper lip and tongue were made. For that, Flexiforce resistive sensors were fixed on the labial and lingual surfaces of the tooth. The sensors were connected to an amplifier circuit and a data acquisition board for processing and transmitting information to a computer. Data was displayed on a program developed specifically for this study. Results showed that, at rest, the force experienced by the tooth with the tongue's action was 0.00 ± 0.00 N and with the lip's action was 0.02 ± 0.02 N and the difference between them was significant. During swallowing, these values were 0.31 ± 0.38 N and 0.15 ± 0.14 N respectively, without significant difference. The contact time of the tongue and the sensor during swallowing was also analyzed and results showed that it was 1.05 s for directed swallowing and 0.80 s for spontaneous one, without significant difference between them. The conclusion was that the distribution of forces exerted by the upper lip and tongue on the upper central incisor presents varying pattern, even in individuals with normal occlusion. However, at rest, lip exerts a greater force than tongue and during swallowing, the tongue applies the greater force on the tooth. This system represents an advance because allows objective measurement of rest and swallowing, although more research is needed to improve the technique.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGLE, E. H. **Treatment of malocclusion of the teeth**: Angle's system. Philadelphia: S.S. White Dental, 1907.
- BALBINOT, A.; BRUSAMARELLO, V. J. **Instrumentação e Fundamentos de Medidas**. v. 2. Rio de Janeiro: LTC, 2007.
- CARDOSO, A. F. R. ; BOMMARITO, S. ; CHIARI, B. M. ; MOTTA, A.R. A confiabilidade da informação fornecida pelo indivíduo a respeito de seu posicionamento habitual de língua. **Revista Cefac**, v. 13, n. 2, p. 236-244, 2011.
- CHENG, C. F.; PENG, C. L.; CHIOU, H. Y.; TSAI, C. Y. Dentofacial morphology and tongue function during swallowing. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.122, n.5, p. 491-499, 2002.
- DI FAZIO, D.; LOMBARDO, L.; GRACCO, A.; D'AMICO, P.; SICILIANI, G. Lip pressure at rest and during function in 2 groups of patients with different occlusions. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 139, n. 1, p. e1-e6, 2011.
- DICIONÁRIO Brasileiro de Odontologia. v. 1, São Paulo: EBO editora, 1986.
- DOUGLAS C. R. Fisiologia da deglutição. In: _____. **Fisiologia aplicada à fonoaudiologia**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006, p. 351-369.
- FERREIRA, F. V. Oclusão e equilíbrio dos dentes. In: _____ **Ortodontia**: diagnóstico e planejamento clínico. São Paulo: Artes Médicas, 2008, p.75-96.
- FILGUEIRAS, J. **Dicionário de termos técnicos de odontologia**. Ministério da Educação e Cultura: departamento de Ensino Médio, 1970.
- FROHLICH, K.; THUER, U.; INGERVALL, B. Pressure from the tongue on the teeth in young adults. **Angle Orthodontics**, v.61, n.1, p. 17-24, 1990.
- FRY, D. L. Physiologic recording by modern instruments with particular reference to pressure recording. **Physiological Reviews**, v. 40, n. 4, p. 753-787, 1960.

FURKIM, A. M. Fisiologia da deglutição orofaríngea. In: FERNANDES, F. D. M.; MENDES, B. C. A.; NAVAS, A. P. G. P. **Tratado de Fonoaudiologia**. 2ª Ed, São Paulo: Roca, 2010, p. 28-33.

GARRETO A. L. Experiência fonoaudiológica no atendimento odontopediátrico e ortodôntico. In: MARCHESAN, I. Q. (org.) **Tratamento da deglutição: a atuação do fonoaudiólogo em diferentes países**. São José dos Campos: Pulso, 2005. p. 35-39.

GENARO, K. F.; BERRETIN-FELIX, G.; REHDER, M. I. B. C.; MARCHESAN, I. Q. Avaliação miofuncional orofacial: protocolo MBGR. **Revista Cefac**, v. 11, n. 2, p. 237-255, 2009.

GRABOWSKI, R.; STAHL, F.; GAEBEL, M.; KUNDT, G. Relationship between occlusal findings and orofacial myofunctional status in primary and mixed dentition. Part I: prevalence of malocclusions. **Journal of Orofacial Orthopedics**, v. 68, n. 1, p. 26-37, 2007.

GRABOWSKI, R.; KUNDT, G.; STAHL, F. Interrelation between occlusal findings and orofacial myofunctional status in primary and mixed dentition part III: interrelation between malocclusions and orofacial dysfunctions. **Journal of Orofacial Orthopedics**, v. 68, n. 6, p. 462-476, 2007.

GONZALEZ, N. Z. T.; LOPES, L. D. **Fonoaudiologia e ortopedia maxilar na reabilitação orofacial**: tratamento precoce e preventivo – terapia miofuncional. São Paulo: Santos, 2000.

HORI, K.; ONO, T.; IWATA, H.; NOKUBI, T.; KUMAKURA, I. Tongue pressure against hard palate during swallowing in post-stroke patients. **Gerodontology**, v. 22, n. 4, p. 227-233, 2005.

JALALY, T.; AHRARI, F.; AMINI, F.; Effect of tongue thrust swallowing on position of anterior teeth. **Journal of Dental Research, Dental Clinic, Dental Prospects**, v. 3, n.3, p. 73-77, 2009.

JUNQUEIRA, P. Avaliação miofuncional. In: MARCHESAN, I. Q. (Org.) **Fundamentos em Fonoaudiologia**: aspectos clínicos na motricidade oral. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005. p.13-21.

KENNEDY, D.; KIESER, J.; BOLTER, C.; SWAIN, M.; SINGH, B.; WADDELL, J. N. Tongue pressure patterns during water swallowing. **Dysphagia**, v. 25, n.1, p. 11-19, 2010.

KIESER, J.; SINGH, B.; SWAIN, M.; ICHIM, I.; WADDELL, J. N.; KENNEDY, D.; FOSTER, K.; LIVINGSTONE, V. Measuring intraoral pressure: adaptation of a dental appliance allows measurement during function. **Dysphagia**, v. 23, n. 3, p. 237-343, 2008.

KNOBEL, K. A. B.; NASCIMENTO, L. C. R. **Habilidades auditivas e consciência fonológica**: da teoria à prática. São Paulo: Pró Fono, 2009.

KYDD, W. L.; AKAMINE, J. S.; MENDEL, R. A.; KRAUS, B. S. Tongue and lip forces exerted during deglutition in subjects with and without an anterior open bite. **Journal of Dental Research**, v. 42, n. 3, p. 1-9, 1963.

LAPAKTI, B. G. MAGER, A. S.; SCHULTE-MOENTING, J.; JONAS, I. E. The importance of the level of the lip line and resting lip pressure on Class II Division 2 malocclusion. **Journal of Dental Research**, v. 81, n. 5, p. 323-328, 2002.

LEAR, C. S. C.; FLANAGAN, J. B.; MOORREES, C. F. A. The frequency of deglutition in man. **Archives of Oral Biology**, v. 10, n. 1, p. 83-99, 1965.

LEAR CSC, MORREESS CFA. Bucco-lingual muscle force and dental arch form. **American Journal of Orthodontics**, v. 56, n.4, p. 379-393, 1969.

LEAR, C. S. C.; DECOU, R. E.; NG, D. H. Threshold levels for displacement of human maxillary central incisors in response to lingually directed forces. **Journal of Dental Research**, v. 53, n. 4, p. 942, 1974.

LINDEMAN, D. E.; MOORE, R. N. Measurement of intraoral muscle forces during functional exercises. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 97, n. 4, p. 289-300, 1990.

MARCHESAN, I. Q. Deglutição - normalidade. In: FURQUIM, A. M.; SANTINI, C. S. (ORG). **Disfagias orofaríngeas**. V1. Carapicuíba: Pró-fono, 2001, p. 3-18.

MARCHESAN, I. Q. O que se considera normal na deglutição. In: JACOBI, J. S.; LEVY, D. S.; SILVA, L. M. C. **Disfagia**: avaliação e tratamento. Rio de Janeiro: Revinter, 2003, p. 3-17.

MARCHESAN, I. Q. Como avalio e trato as alterações da deglutição. In: _____. (Org.). **Tratamento da deglutição: a atuação do fonoaudiólogo em diferentes países**. São José dos Campos: Pulso, 2005. p. 149-98.

MATOS, V. F.; SEKITO, F. M. Estudo do posicionamento de língua e lábios em sujeitos com disfunção temporomandibular e dor orofacial. **Revista Cefac**, v.11, supl. 3, p. 370-377, 2009.

MENDES, A. C. S.; COSTA, A. A.; NEMR, K. O papel da fonoaudiologia na ortodontia e na odontopediatria: avaliação do conhecimento dos odontólogos especialistas. **Revista Cefac**, v. 7, n. 1, p.60-67, 2005.

MOYERS, R. E. Etiologia da má oclusão. In: _____. **Ortodontia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991, p. 127-140.

OGUSHI, S.; HISANAGA, Y.; HASEGAWA, A.; KAWANABE, H.; ISHIKAWA, H. Lip and cheek resting pressure on the maxillary dentition in adults with normal occlusion. **Orthodontic waves**, n.67, p. 54-59, 2008.

ONO, T.; HORI, K.; NOKUBI, T. Pattern of tongue pressure on hard palate during swallowing. **Dysphagia**, v. 19, n. 4, p. 259-264, 2004.

PERILO, T. V. C.; MOTTA, A. R.; LAS CASAS, E. B.; SAFFAR, J. M. A.; COSTA, C. G. Avaliação das forças axiais produzidas pela língua de crianças respiradoras orais. **Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, v. 12, n. 3, p. 184-190, 2007.

PIEROTTI, S. Entrevista e exame em fonoaudiologia. In: KRAKAUER, L. H.; DI FRANCESCO, R. C.; MARCHESAN, I. Q. (Org.). **Respiração oral: abordagem interdisciplinar**. São José dos Campos: Pulso, 2003. p. 47-53.

PROFFIT, W. R.; KYDD, W. L.; WILSKIE, G. H.; TAYLOR, D. T. Intraoral pressures in a young adult group. **Journal of Dental Research**, v. 43, n. 4, p. 555-562, 1964.

PROFFIT, W. R. Muscle pressures and tooth position: north american whites and australian aborigines. **Angle orthodontics**, v. 45, n. 1, p. 1-11, 1975.

PROFFIT, W. R. Equilibrium theory revisited: factors influencing position of the teeth. **Angle orthodontics**, v.48, n. 3, p. 175-186, 1978.

PROFFIT, W. R.; FIELDS JR, H. W.; SARVER, D. M. A Etiologia dos problemas ortodônticos. In:_____. (Org.). **Ortodontia Contemporânea**. 4ª Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. p. 121 – 153.

PUTZ, R.; PABST, R (Ed.). Sobotta. **Atlas de Anatomia Humana: Cabeça, pescoço e extremidade superior**. 22ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. v. 2, p. 70; 102. II.

ROSÁRIO, J. M. **Princípios de mecatrônica**. São Paulo: Pearson, 2005, p. 80-81.

RUAN, W.; CHEN, M.; GU, Z.; LU, Y.; SU, J.; GUO, Q. Muscular forces exerted on the normal deciduous dentition. **Angle Orthodontics**, v. 75, n. 5, p. 785-790, 2005.

RUAN, W. H.; SU, J. M.; YE, X. W. Pressure from the lips and the tongue in children with class III malocclusion. **Journal of Zhejiang University Science B**, v. 8, p. 296-301, 2007.

SEEMAN, J.; KUNDT, G.; CASTRILLON, F. S. Relationship between occlusal findings and orofacial myofunctional status in primary and mixed dentition. Part IV: Interrelation between space conditions and orofacial dysfunctions. **Journal of Orofacial Orthopedics**, v.1, p. 21-32, 2011.

SMITHPETER J, COVELL Jr D. Relapse of anterior open bites treated with orthodontic appliances with and without orofacial myofunctional therapy. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 137, p. 605-614, 2010.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FONOAUDIOLOGIA (SBFa) – Comitê de Motricidade Orofacial. **Vocabulário técnico-científico em Motricidade Orofacial**. São Paulo, 2003.

STAHL, F.; GRABOWSKI, R.; GAEBEL, M.; KUNDT, G. Relationship between occlusal findings and orofacial myofunctional status in primary and mixed dentition. Part II: Prevalence of Orofacial Dysfunctions. **Journal of Orofacial Orthopedics**, v. 68, n. 2, p. 74-90, 2007.

TAKAHASHI, S.; ONO, T.; ISHIWATA, Y.; KURODA, T. Effect of changes in the breathing mode and body position on tongue pressure with respiratory-related oscillations. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 115, n. 3, p. 239-246, 1999.

TAKAHASHI, S.; ONO, T.; ISHIWATA, Y.; KURODA, T. Effect of wearing cervical headgear on tongue pressure. **Journal of orthodontics**, v. 27, n. 2, p. 163-167, 2000.

TAMINE, K.; ONO, T.; HORI, K.; KONDOH, J.; HAMANAKA, S.; MAEDA, Y. Age-related changes in tongue pressure during swallowing. **Journal of Dental Research**, v.89, n. 10, p. 1097-1101, 2010.

TASLAN, S.; BIREN, S.; CEYLANOGLU, C. Tongue pressure changes before, during and after crib appliance therapy. **Angle orthodontics**, v. 80, n. 3, p. 533-539, 2010.

TEIXEIRA, L. M. S.; REHER, O.; REHER, V. G. S. **Anatomia aplicada à odontologia**. 2 ed. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 2008.

TESSITORE, A.; CRESPO, A.N. Análise radiográfica da posição habitual de repouso da língua. **Pró-Fono Revista de Atualização Científica**, v. 14, n. 1, p. 7-16, 2002.

ZEMPLIN, W. R. Articulação. In: _____. **Princípios de anatomia e fisiologia em fonoaudiologia**. 4ª Ed. São Paulo: Artmed, 2005, p. 298-299.

APÊNDICE A

Glossário

Abaixo se encontram os termos das áreas da Fonoaudiologia e Odontologia que apareceram ao longo de todo o trabalho. Para os termos que apresentavam explicações complexas na literatura, optou-se por utilizar palavras da própria autora para defini-los.

1 Recidiva: É a volta da má oclusão que existia previamente ao tratamento ortodôntico (DICIONÁRIO, 1986)

2 Orbicular da boca: Músculo que comprime e protraí os lábios (SBFa, 2003), visualizado na FIG A.1

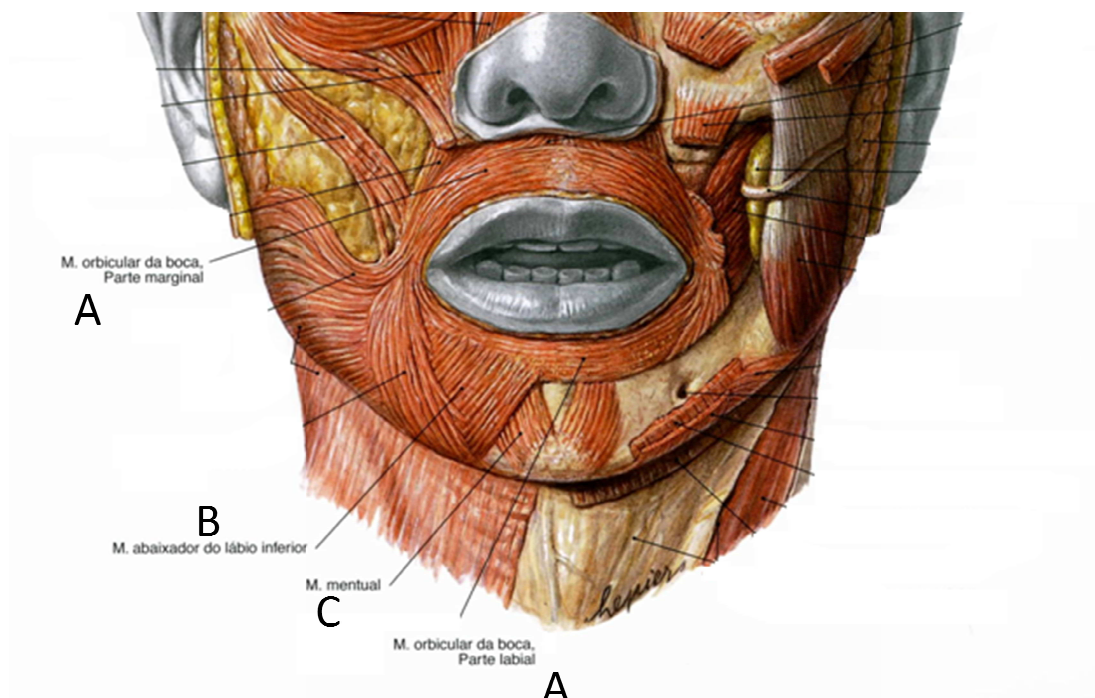


Figura A.1- Músculos da face: Músculo orbicular da boca (A); Músculo abaixador do lábio inferior (B); Músculo mental (C)

Fonte: PUTZ, PABST, 2008, p. 70

3 Bucinadores: Músculos da bochecha

4 Músculos faríngeos: Músculos que compõem a faringe e ajudam a direcionar o alimento para o esôfago.

5 Tônus: Estado natural de contração do músculo (SBFa, 2003)

6 Má oclusão: Irregularidade no posicionamento dos dentes, ou uma má relação entre os arcos dentários (SBFa, 2003)

7 Dentes supranumerários: Anomalia que consiste na existência de um ou mais dentes que não fazem parte dos 32 da dentição normal. (FILGUEIRAS, 1970)

8 Frênulo labial: Prega de membrana que conecta o lábio com a gengiva (SBFa, 2003)

9 Respiração oral: Respiração realizada predominantemente pela boca (SBFa, 2003)

10 Oclusão: Contato dos dentes maxilares e mandibulares quando fechados (SBFa, 2003)

11 Periodontal: Que se localiza ao redor de um dente (FILGUEIRAS, 1970)

12 Incisivos: Dentes anteriores mostrados na FIG A.2

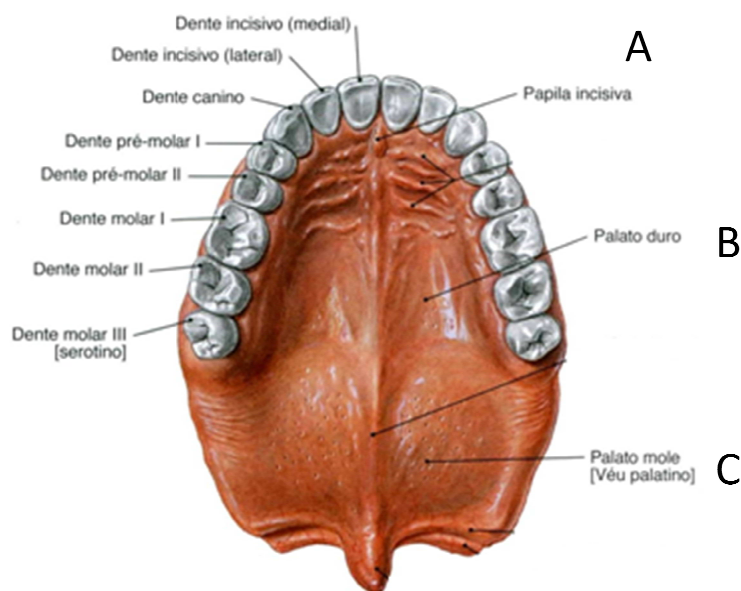


Figura A.2 – Tipos de dentes, Papila incisiva (A); Palato duro (B); Palato mole (C)

Fonte: PUTZ, PABST, 2008, p. 102

13 Mordida aberta posterior: Oclusão em que os dentes posteriores não se tocam.

14 Sobremordida profunda/excessiva: Trespasse vertical dos incisivos superiores em relação aos inferiores, superior a um terço (SBFa, 2003)

15 Teratógenos: Agentes que podem induzir malformações fetais.

16 Alterações miofuncionais: Alterações nas funções e nos músculos da cavidade oral e face.

17 Sobressaliência excessiva (overjet): Trespasse horizontal dos incisivos superiores em relação aos inferiores, superior a 3 mm (SBFa, 2003), como mostrado na FIG A.3.

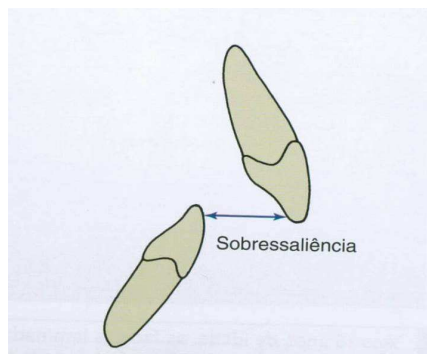


Figura A.3 – Sobressaliência.

Fonte: Proffit et al., 2007

18 Alterações miofuncionais estáticas: Alterações nos músculos da cavidade oral e face.

19 Ângulo nasolabial: Ângulo entre o nariz o lábio superior

20 Ângulo mentolabial: Ângulo entre o queixo e o lábio inferior

21 Terço inferior da face: região que vai da parte inferior do nariz até o queixo

22 Vedamento labial: Ato de manter os lábios fechados.

23 Assoalho oral: Parte inferior da boca, que fica debaixo da língua (FILGUEIRAS, 1970)

24 Orofaringe: Extensão posterior da cavidade oral (SBFa, 2003)

25 Banda ortodôntica: Faixa metálica que envolve as quatro faces laterais dos dentes (FIG A.4) servindo de ancoragem dos arcos, na correção de más oclusões dentárias. (DICIONÁRIO, 1986)



Figura A.4 – Banda ortodôntica

Fonte: Proffit et al., 2007

26 Lip bumper: Aparelho ortodôntico que afasta o lábio inferior dos dentes

27 Região alveolar: Região da gengiva onde fica a raiz dos dentes

28 Molares: Dentes posteriores mostrados na FIG A.2

29 Oclusão do tipo Classe I: Relação entre os molares que indica que existe uma relação normal entre a maxila e a mandíbula, porém existem anomalias de posição dentária, como pode ser visto na FIG A.5.

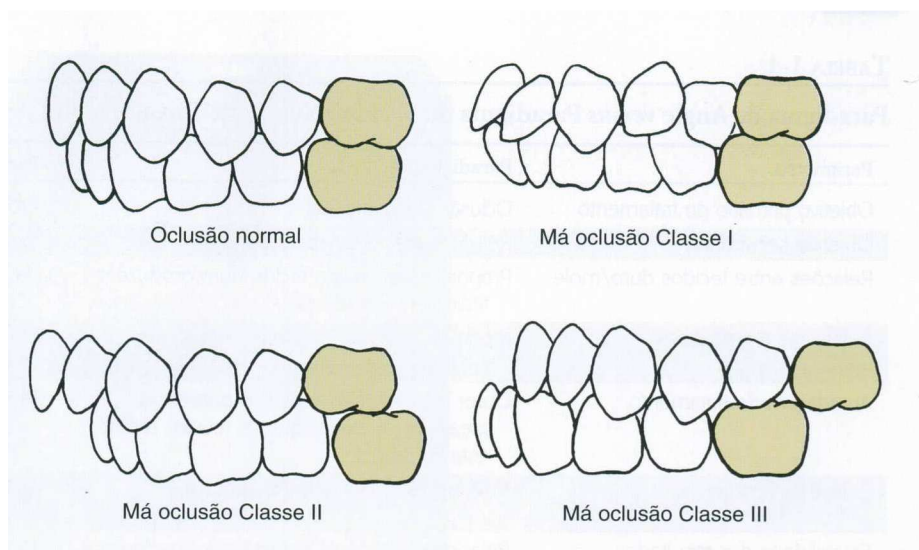


Figura A.5- Diferentes tipos de oclusão

Fonte: Proffit et al., 2007

30 Intraoral: que se localiza ou ocorre dentro da boca (DICIONÁRIO, 1986)

31 Região submentoniana: Região abaixo do queixo

32 Respiração nasal: Respiração realizada pelo nariz. (SBFa, 2003)

33 Plano de Frankfurt: Plano horizontal formado por uma linha que vai da parte mais superior do canal auditivo até inferior da órbita (DICIONÁRIO, 1986), como pode ser visto na FIG A.6.

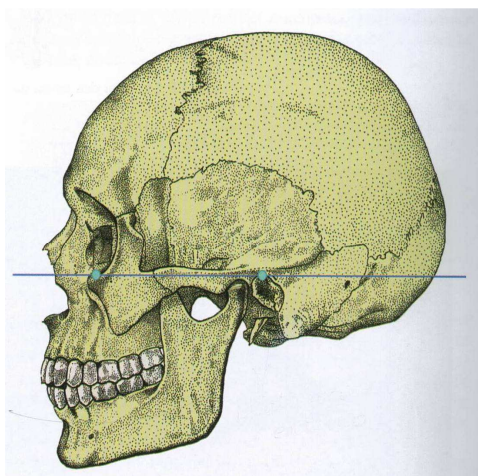


Figura A.6 – Plano de Frankfurt

Fonte: Teixeira et al., 2008

34 Aparelho extraoral com tração cervical: Aparelho conhecido popularmente como freio de burro.

35 Oclusão do tipo Classe II Divisão 2: Relação entre os molares que indica que a maxila está mais anteriorizada do que a mandíbula, os incisivos centrais inclinados para dentro e os laterais para fora. (FIG A.5).

36 Superfície labial do incisivo: Face dos dentes que está em contato com os lábios. O mesmo que superfície vestibular (FILGUEIRAS, 1970), como pode ser visto na FIG A.7 V.

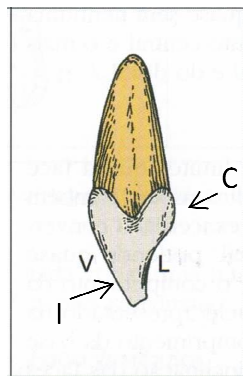


Figura A.7- Áreas cervical (C) e incisal (I), superfícies labial (V) e lingual (L) do dente.

Fonte: Teixeira et al., 2008

37 Abaixador do lábio inferior: Músculo que abaixa o lábio inferior. (SBFA, 2003), visualizado na FIG A.1 B.

38 Mental: Músculo que eleva e protraí o lábio inferior (SBFa, 2003), mostrado na figura A.1 C

39 Área incisal dos dentes: Região da borda dos dentes incisivos, verificada na FIG A.1 I (FILGUEIRAS, 1970)

40 Área cervical dos dentes: Região do colo de um dente (Filgueiras, 1970), mostrada na FIG A.1 C

41 Palato duro: Parte óssea do céu da boca (SBFa, 2003; FILGUEIRAS, 1970)

42 Palato mole: Parte muscular do céu da boca (SBFa, 2003; FILGUEIRAS, 1970)

43 Papila incisiva: Pequena saliência no palato, situada entre os incisivos centrais superiores. (FILGUEIRAS, 1970), visualizada na FIG A.2 A.

44 Pré-molar: Dente visualizado na FIG A.2

45 Superfície lingual do incisivo: Face dos dentes que está em contato com a língua. O mesmo que superfície palatal (FILGUEIRAS, 1970), como pode ser visto na FIG A.7 L.

46 Oclusão do tipo Classe III: Relação entre os molares que indica que a mandíbula está mais anteriorizada do que a maxila (FIG A.5).

47 Canino: Dente mostrado na FIG A.2

48 Grade palatina: Aparelho ortodôntico em forma de grade colocado atrás dos dentes anteriores superiores para impedir a sucção de dedo e chupeta, além de manter a língua mais posteriorizada.

49 Mordida aberta anterior: Oclusão em que os dentes anteriores não entram em contato (DICIONÁRIO, 1986) (FIG A.8)

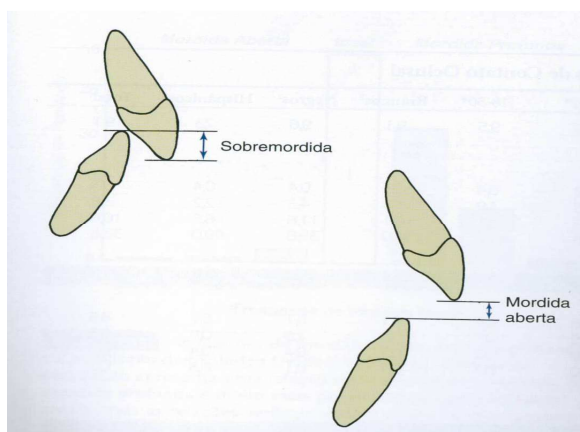


Figura A.8 – Posição dos dentes na sobremordida e mordida aberta.

Fonte: Proffit et al., 2007

50 Glossectomia: Excisão cirúrgica parcial ou total da língua (SBFa, 2003).

51 Paresia: Diminuição do movimento.

52 Contenção dentária: Aparelho ortodôntico que tem por objetivo manter as posições dentárias conseguidas durante o tratamento (DICIONÁRIO, 1986), mostrado na FIG A.9. Pode ser móvel ou fixa.

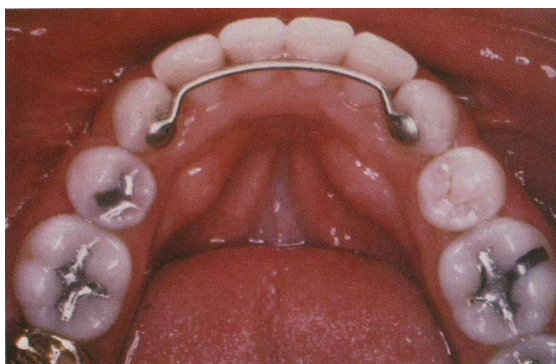


Figura A.9 – Contenção ortodôntica

Fonte: Proffit et al., 2007

- 53 Posição habitual: Posição que ocorre durante o repouso
- 54 Mordida em topo: Aquela em que os incisivos superiores se encontram de topo com os inferiores (JUNQUEIRA, 2005).
- 55 Mordida cruzada: Aquela em que os dentes superiores ocluem por dentro dos inferiores (DICIONÁRIO, 1986).
- 56 Apinhamento: Acavalamento dos dentes que ocorre por falta de espaço (DICIONÁRIO, 1986)
- 57 Diastema: Espaço entre dois dentes adjacentes no mesmo arco (SBFa, 2003)
- 58 Oclusão normal: Relação entre os molares que indica que existe uma relação normal entre a maxila e a mandíbula, e não existem outras anomalias de posição dentária (FIG A.5).
- 59 Oclusão do tipo Classe II Divisão 1: Relação entre os molares que indica que a maxila está mais anteriorizada do que a mandíbula e os dentes anteriores projetados para fora (FIG A.5).
- 60 Perioral: Que se localiza ao redor da boca (DICIONÁRIO, 1986).

APÊNDICE B

Valores de pressão encontrados por alguns estudos e os correspondentes valores de força.

Referência	Área do sensor	Tarefa	Pressão encontrada	Força correspondente (N)
Lear et al., 1974	-	Movimentação dentária	*0,7 a 1,2 gf	0,0068 a 0,0117
Proffit et al., 2007	-	Forças ortodônticas	*35 a 60 gf, para inclinar	0,34 a 0,49
Frohlich, 1990	0,0038 cm ²	Repouso Deglutição	-1,7 g/cm ² e 0,1 g/cm ² (língua nos dentes) 200,4 g/cm ² e 332,9 g/cm ² (língua nos dentes)	-0,00006 e 0,000003 0,0075 e 0,0124
Lindeman e Moore, 1990	1,097 cm ² 0,321 cm ² 0,073 cm ²	Deglutição	16,95±14,34 N/m ² 14,34±8,64 N/m ² 54,18±36,04 N/m ² (lábios)	0,0018±0,0015 0,00046±0,000027 0,00039±0,00026
Lapakti et al., 2002	0,2475 cm ²	Repouso	GC: -0,0125 N/cm ² e 0,0134 N/cm ² (lábios) GII: 0,0305 N/cm ² e -0,0124 N/cm ² (lábios)	-0,0030 e 0,0033 0,0075 e -0,0030
Ono et al., 2004	0,2826 cm ²	Deglutição	25,6± 6,6 Kpa (língua no palato)	0,72±0,19
Ruan et al., 2005	0,15 cm ²	Repouso Deglutição	148 N/m ² (lábios); 93 N/m ² (lábios) e 37 N/m ² (língua nos dentes) 1009 N/m ² (lábios); 1253 N/m ² (lábios) e 1679 N/m ² (língua nos dentes)	0,0022; 0,0014 e 0,0005 0,015; 0,019 e 0,025
Ruan et al., 2007	0,15 cm ²	Repouso Deglutição	0 g/cm ² (lábios); 0 g/cm ² (língua nos dentes); 0,52 g/cm ² (lábios) e 0,35 g/cm ² (língua nos dentes) 2,84 g/cm ² (lábios); 5,30 g/cm ² (língua nos dentes); 4,24 g/cm ² (lábios) e 8,30 g/cm ² (língua nos dentes)	0,00; 0,00; 0,0008 e 0,0005 0,004; 0,008; 0,0062 e 0,012

Referência	Área do sensor	Tarefa	Pressão encontrada	Força correspondente (N)
Kieser et al., 2008	0,05596 cm ²	Deglutição	0,3 kpa (lábio); 30 kpa (língua nos dentes).	0,00168 e 0,168
Ogushi et al., 2008	0,00196 cm ²	Repouso	1,96+-1,27 g/cm ² (lábios)	0,00003±0,00002
Di Fazio et al., 2011	0,713 cm ²	Repouso	24,33 ±2,69 g/cm ² e 24,61±2,46 g/cm ² (lábios)	0,170±0,019 e 0,172±0,017
		Deglutição	24,59±2,60 g/cm ² e 24,94±2,40 g/cm ² (lábios)	0,172±0,018 e 0,174±0,017

*Valores em força

APÊNDICE C

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Prezado(a) participante,

Por meio desta carta queremos convidá-lo(a) a participar da pesquisa “Avaliação da força que língua e lábios exercem sobre os dentes em posição habitual e deglutição”, desenvolvida pelas fonoaudiólogas Amanda Valentim e Andréa Motta. O objetivo deste estudo é verificar se existe correlação entre a força que língua e lábios exercem sobre os dentes e a oclusão e características miofuncionais orofaciais.

Primeiramente, será realizada uma avaliação clínica, em que você deverá colocar a língua para fora para que seja observada pelo avaliador, empurrá-la contra uma espátula, mover a língua nas direções direita, esquerda, para cima e para baixo. Depois, você deverá fazer alguns movimentos com os lábios, utilizá-los para puxar uma espátula contra os dentes e permitir que o avaliador realize uma palpação dos seus lábios. O avaliador também observará como seus dentes de encaixam. Além disso, você será solicitado a engolir saliva e respirar normalmente enquanto é observado.

Depois, será colado um sensor em seus dentes, facilmente removido após o uso. Esse sensor registrará a pressão que sua língua e seus lábios fazem sobre os dentes enquanto você está parado e quando você engole. O sensor não dá choque, porém poderá lhe causar um pequeno desconforto, por ser um objeto estranho dentro de sua boca.

Informamos que você tem a garantia de acesso, em qualquer etapa do estudo, sobre esclarecimentos de eventuais dúvidas. Também lhe é garantida a liberdade da retirada do consentimento a qualquer momento, lhe sendo permitido deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo à sua integridade. Garantimos que as informações obtidas serão analisadas em conjunto com as de outros participantes, não sendo divulgadas identificações em momento algum da pesquisa.

Caso queira desistir da pesquisa ou obter mais informações sobre a mesma, você poderá entrar em contato com as pesquisadoras pelos telefones 9653-2740 (Amanda) ou 3409-9117 (Andréa). Em caso de dúvidas sobre a ética do estudo, você poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG pelo telefone (31) 3409-4592, localizado na Avenida Antônio Carlos, 6627; Unidade Administrativa II, 2º andar, sala 2005 – Campus Pampulha, Belo Horizonte - MG. Você não terá despesas ou compensações financeiras e/ou pessoais em qualquer fase do estudo. Caso haja qualquer despesa adicional, a mesma será absorvida pelo orçamento da pesquisa. Comprometemo-nos a utilizar os dados coletados somente para esta pesquisa, sendo os resultados veiculados por meio de artigos científicos em revistas especializadas e/ou em encontros científicos e congressos, sem tornar possível sua identificação.

Eu, _____, RG _____, concordo com a participação na pesquisa “Avaliação da força que língua e lábios exercem sobre os dentes em posição habitual e deglutição” e dou meu consentimento para que minhas respostas sejam utilizadas para fins científicos, uma vez que meu anonimato foi garantido. Fui informado dos objetivos e procedimentos a serem realizados nesta pesquisa e concordo com a divulgação dos dados encontrados.

Assinatura do participante

Data ____/____/____

Desde já, agradecemos sua colaboração e disponibilidade.

Amanda Valentim
Pesquisadora

Andréa Motta
Pesquisadora

APÊNDICE D

PROTOCOLO PARA AVALIAÇÃO FONOAUDIOLÓGICA MIOFUNCIONAL

Nome: _____

Idade: _____ Data de nascimento __/__/__ Data da avaliação __/__/__

LÍNGUA

1 - Posição habitual observada:

- adequada
- anteriorizada
- rebaixada
- não visualizada

2 –Posição habitual relatada pelo paciente:

- entre os dentes
- nos dentes inferiores
- nos dentes superiores
- região alveolar inferior
- região alveolar superior

LÁBIOS

3 - Posição habitual observada:

- abertos
- entreabertos
- fechados
- oscilando entreabertos e fechados

4 – Posição habitual relatada pelo paciente:

- abertos
- fechados
- oscilando entre abertos e fechados

OCLUSÃO

5- Oclusão em dentes anteriores:

- normal
- sobressaliência excessiva
- mordida aberta
- mordida em topo
- sobremordida excessiva
- mordida cruzada
- apinhamento
- diastemas

6- Classificação da oclusão (segundo Angle):

- normal
- Classe I
- Classe II subdivisão 1
- Classe II subdivisão 2
- Classe III

FUNÇÕES

7 – Deglutição:

- normal
- contração de musculatura perioral
- anteriorização de língua
- outro

APÊNDICE E –Medidas de força de lábios e língua sobre os dentes, de todos os participantes no repouso, em cada trecho.

Sujeito	LÍNGUA (N)						LÁBIOS (N)					
	F Med 1	F Med 2	F Med 3	F Max 1	F Max 2	F Max 3	F Med 1	F Med 2	F Med 3	F Max 1	F Max 2	F Max 3
1	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,08	0,09	0,09
2	0,01	0,00	0,00	0,03	0,02	0,02	0,06	0,05	0,06	0,08	0,07	0,08
3	0,01	0,01	0,00	0,04	0,04	0,04	0,00	0,00	0,03	0,03	0,03	0,06
4	0,01	0,00	0,00	0,03	0,02	0,02	0,05	0,04	0,03	0,13	0,10	0,08
5	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,03	0,11	0,07	0,09	0,17	0,14	0,14
6	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,02
7	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,02
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,05	0,04	0,11	0,10	0,10
9	0,00	0,01	0,00	0,07	0,12	0,05	0,04	0,02	0,01	0,11	0,06	0,05
10	0,01	0,01	0,00	0,02	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01
11	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,06	0,07	0,06
12	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,03	0,02	0,01	0,00	0,10	0,04	0,02
13	0,00	0,00	0,01	0,04	0,03	0,04	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,03
14	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,04	0,03	0,03
15	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,01
16	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,11	0,02	0,02	0,01	0,04	0,07	0,05
17	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04
18	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,04
19	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	0,00	0,00	0,01	0,05	0,03	0,05	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,02
21	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,02
22	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,03	0,04	0,03	0,00	0,08	0,09	0,03
23	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,04	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,07
24	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	0,03	0,00	0,02	0,05	0,03	0,04
25	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,07	0,07	0,07
26	0,00	0,00	0,00	0,04	0,03	0,03	0,06	0,09	0,09	0,11	0,13	0,13
27	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,00	0,06	0,06	0,03
28	0,00	0,00	0,00	0,05	0,02	0,02	0,00	0,03	0,02	0,01	0,05	0,04

F Med x= Força média no trecho x; F Max x= Força máxima no trecho x

APÊNDICE F – Medidas de força de lábios e língua sobre os dentes, de todos os participantes na deglutição, em cada trecho.

Sujeito	LÍNGUA						LÁBIOS					
	Deg D 1	Deg D 2	Deg D 3	Deg E 1	Deg E 2	Deg E 3	Deg D 1	Deg D 2	Deg D 3	Deg E 1	Deg E 2	Deg E 3
1	0,33	1,05		0,61	0,30		0,05	0,61		0,06	0,08	
2	0,52	1,39		0,13	0,33		0,02	0,09		0,07	0,25	
3	0,12	0,04	0,04				0,01	0,43	0,04			
4	0,07	0,14		0,20	0,10		0,27	0,03		0,60	0,14	
5	0,03						0,23					
6	0,38	0,06		0,19	0,19		0,08	0,01		0,01	0,04	
7	0,90			0,07	0,10	0,03	0,67			0,29	0,20	0,34
8	0,19			0,02	0,01	0,02	0,13			0,25	0,90	0,27
9	0,15			1,39	0,70	0,51	0,17			0,14	0,10	0,02
10	0,02						0,04					
11	0,02						0,03					
12	0,43	0,35	0,55				0,06	0,03	0,02			
13	0,31	0,47	0,45				0,07	0,10	0,18			
14	0,02			0,02	0,13		0,15			0,12	0,41	
15	0,68	1,43		3,12			0,05	0,19		0,60		
16	0,12			0,11	0,11	0,06	0,09			0,04	0,03	0,04
17	0,67	0,69	0,38				0,22	0,09	0,06			
18	0,18	0,01		0,11			0,04	0,11		0,06		
19	0,16	0,22	0,26	0,09			0,51	0,10	0,17	0,02		
20	0,11			0,14	0,09		0,01			0,02	0,01	
21	0,02						0,03					
22	0,37	0,50	0,44				0,14	0,16	0,03			
23	0,09			0,09	0,09		0,06			0,03	0,06	
24	0,73	2,61		2,63			0,37	0,25		0,12		
25	0,21	0,28	0,30				0,20	0,48	0,20			
26	0,53			0,45	0,31	0,61	0,17			0,20	0,33	0,10
27	0,02						0,12					
28	0,12	0,09		0,07	0,07		0,05	0,04		0,05	0,05	

Deg D= deglutição dirigida; Deg E= deglutição espontânea

APÊNDICE G – Dados da avaliação clínica por sujeito

Sujeito	Sexo	Idade	Pos. lábios	Pos. língua	Oclusão anterior	Oclusão Angle	Deglutição
1	F	26	Fechados	Entre dentes	Normal	Normal	AL
2	F	21	Fechados	Dentes inf	Normal	Normal	Normal
3	F	25	Fechados	Reg alv	Normal	Normal	Normal
4	F	24	Oscila	Dentes inf	Apinh.	Classe I	CP
5	F	23	Oscila	Dentes sup	Normal	Normal	Normal
6	M	21	Fechados	Reg alv	Normal	Normal	AL
7	F	28	Oscila	Entre dentes	MAA	Classe II Sub 1	AL
8	F	23	Oscila	Dentes sup	Sobres. Apinh	Classe I	AL
9	M	25	Fechados	Reg alv	Sobres. Sobrem	Classe II Sub 2	Normal
10	F	24	Fechados	dentes sup	Sobres.	Classe I	Normal
11	F	22	Oscila	Reg alv	Normal	Normal	Normal
12	F	24	Fechados	Dentes sup	Normal	Normal	AL
13	F	23	Fechados	dentes sup inf	Normal	Normal	AL
14	F	28	Fechados	Reg alv	Normal	Normal	Normal
15	M	19	Fechados	Dentes inf	Normal	Normal	AL
16	M	29	Fechados	Dentes inf	Normal	Normal	AL
17	F	20	Fechados	dentes sup inf	Sobres.	Classe I	AL CP
18	M	31	Fechados	dentes sup	Diastema	Classe I	Normal
19	M	21	Oscila	Dentes inf	Normal	Normal	AL
20	F	21	Fechados	Reg alv	Normal	Normal	AL
21	F	21	Fechados	Reg alv	Normal	Normal	AL
22	F	25	Fechados	Dentes inf	Normal	Normal	Normal
23	M	21	Fechados	dentes sup	Normal	Normal	Normal
24	M	19	Fechados	dentes sup	Sobrem.	Classe I	AL
25	M	21	Oscila	Dentes inf	Normal	Normal	AL
26	F	24	Fechados	Reg alv	MAA	Classe I	AL
27	M	23	Fechados	Reg alv	Normal	Normal	Normal
28	F	21	Fechados	Reg alv	Normal	Normal	AL

F= feminino; M= masculino; Pos.= posição habitual; Reg alv= região alveolar; inf= inferiores; sup= superiores; Apinh= apinhamento; MAA= mordida aberta anterior; Sobres= sobressaliência; Sobrem= sobremordida; Sub= subdivisão AL= anteriorização de língua; CP= contração de musculatura perioral.

APÊNDICE H – Tempo da deglutição por sujeito

Sujeito	Tempo 1 (s)	Tempo 2 (s)	Tempo 3 (s)	Tempo 4 (s)
1	2,00	0,53	0,77	0,88
2	3,46	1,19	0,33	0,40
3	-	-	-	-
4	0,56	0,40	0,26	0,18
5	-	-	-	-
6	0,34	0,43	0,31	0,40
7	0,57	0,96	0,81	0,64
8	1,59	0,93	0,28	0,54
9	1,00	0,67	0,93	0,44
10	-	-	-	-
11	-	-	-	-
12	1,10	1,42	1,35	-
13	1,00	1,50	1,51	-
14	-	-	-	-
15	0,56	0,76	2,04	-
16	0,51	0,49	0,34	0,30
17	0,91	1,01	0,71	-
18	0,13	1,65	SP	-
19	0,90	0,87	0,90	1,13
20	1,00	0,58	1,27	-
21	-	-	-	-
22	0,69	1,42	1,70	-
23	2,03	0,90	1,59	-
24	1,57	1,27	0,51	-
25	1,30	1,33	0,98	-
26	0,60	0,79	0,98	0,70
27	-	-	-	-
28	1,30	0,87	0,90	0,77

s= segundos; ■ = Deglutição dirigida; ■ = Deglutição espontânea

ANEXO A

Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP

Projeto: CAAE - 0253.0.203.000-11

Interessado(a): **Profa. Andréa Rodrigues Motta**
Departamento de Fonoaudiologia
Faculdade de Medicina - UFMG

DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 13 de julho de 2011, após atendidas as solicitações de diligência, o projeto de pesquisa intitulado "**Avaliação da força que língua e lábios exercem sobre os dentes em posição habitual e deglutição**" bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.

Profa. Maria Teresa Marques Amaral
Coordenadora do COEP-UFMG

ANEXO B

Atividade distrativa auditiva

Instrução: Conte nos dedos quantas vezes aparece a palavra Lua ou Luas

Texto ouvido:

As luas de Luísa

A Terra tem uma lua, Saturno tem 20, mas Luísa, temperamental, imprevisível, criativa, brincalhona, chorona, risonha, generosa, carente e absurda, tinha pelo menos umas 30 luas perto de si. Cada lua representava um estado de espírito diferente. A melhor lua iluminava as brincadeiras noturnas quando Luísa ficava acordada até tarde jogando, brincando, pulando na cama, vendo TV, fazendo maluquices e olhando pro céu. Era quando a mãe chegava e dizia: “Pare com isso, amanhã você tem que acordar cedo”. O que já era o suficiente para despertar a pior das luas: a do mau humor. Nesse momento ela batia o pé, chorava, xingava, e a mãe dizia apenas: “Luísa, você é de lua!”... Luísa navegou nos bons e maus humores por alguns anos, até que um dia percebeu que o tempo, com sua velocidade, também parecia absurdo, esticando as crianças, envelhecendo os adultos, expandindo o universo e apagando e acendendo as estrelas. Olhou para seu novo corpo de menina-moça e viu alguns dos seus estados-luas de espírito se afastarem lentamente. Foi quando se deu conta do brilho da lua real, cheia e prateada, que ilumina os corações apaixonados. Alguma coisa estava mudando dentro dela, que se sentia menos absurda. Mas não muito: agora, quando olha para o céu, Luísa sonha com um lugar encantado, onde as fadas se encontram com os sapos e fazem deles... príncipes!

(KNOBEL, NASCIMENTO, 2009)