



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

**“DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO PARA**  
**AVALIAÇÃO OBJETIVA DA FORÇA DOS**  
**LÁBIOS HUMANOS”**

**TATIANA VARGAS DE CASTRO PERILO**

**Belo Horizonte, 2 de Junho de 2008**

Tatiana Vargas de Castro Perilo

**“DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO PARA  
AVALIAÇÃO OBJETIVA DA FORÇA DOS  
LÁBIOS HUMANOS”**

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: Calor e Fluidos

Linha de Pesquisa: Bioengenharia

Orientador: Prof. Estevam Barbosa de Las Casas.

Departamento de Engenharia Mecânica

Belo Horizonte

Escola de Engenharia da UFMG

2008



**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 3499-5145 - Fax.: +55 31 3443-3783  
www.demec.ufmg.br - E-mail: cpgmec@demec.ufmg.br

**“DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO PARA  
AVALIAÇÃO OBJETIVA DA FORÇA DOS  
LÁBIOS HUMANOS”**

**TATIANA VARGAS DE CASTRO PERILO**

Dissertação defendida e aprovada em (dia), de (mês) de (ano da defesa), 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 "**Calor e Fluidos**".

---

**Prof. Estevam Barbosa de Las Casas, PhD. – UFMG – Orientador**

---

**Profa. Andréa Rodrigues Motta – UFMG – Examinadora**

---

**Profa. Irene Queiroz Marchesan – CEFAC – Examinadora**

---

**Prof. Márcio Falcão Santos Barroso – CETEC – Examinador**

Dedico este trabalho...

À Deus, pela possibilidade de conclusão de um sonho,

Ao Dinei, pela companhia incondicional,

Aos amigos e familiares pelo apoio.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Professor Estevam Barbosa Las Casas, pela honrosa orientação,

À equipe do CETEC MG, Jorge, Cláudio e Márcio, pelo apoio incondicional,

À Andréa Rodrigues Motta, pela grande cooperação,

À FAPEMIG e CNPq, pelo incentivo acadêmico e financeiro,

Aos colegas do Grupo de Biomecânica, pelas contribuições indispensáveis,

Aos voluntários da pesquisa, que possibilitaram a finalização deste projeto,

Meus sinceros agradecimentos.

“Os problemas significativos que enfrentamos não podem ser resolvidos no mesmo nível de pensamento em que estávamos quando os criamos”

*Albert Einstein*

# SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	07
LISTA DE TABELAS.....	09
RESUMO.....	10
1 INTRODUÇÃO.....	11
2 JUSTIFICATIVA.....	13
3 OBJETIVOS.....	14
4 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	15
4.1 Anatomo-fisiologia do mensurando .....	15
5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
5.1 Métodos para a avaliação subjetiva da força labial.....	18
5.2 Métodos para a avaliação objetiva da força labial.....	19
6 METODOLOGIA.....	24
6.1 Descrição do sistema.....	24
6.1.1 Sensor intralabial.....	25
6.1.2 Transdutor de força.....	28
6.1.3 Sistema de tratamento do sinal.....	31
6.2 Realização das medições.....	34
6.3 Validação do sistema de medida.....	36
7 RESULTADOS.....	38
8 DISCUSSÕES.....	43
9 CONCLUSÃO.....	49
10 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS.....	50
ABSTRACT.....	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
APÊNDICES.....	57

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 4.1 – Visualização externa dos lábios.....	15
FIGURA 4.2 – Visualização do frênulo do lábio superior inferior.....	16
FIGURA 5.1 – Avaliação subjetiva da força dos lábios humanos.....	18
FIGURA 6.1 – Desenho esquemático do sistema de medição das forças labiais.....	24
FIGURA 6.1.1a – Músculo orbicular da boca .....	25
FIGURA 6.1.1b – Arcadas dentárias superior e inferior.....	25
FIGURA 6.1.1c - Ensaio de tração dos primeiros insertos fabricados.....	28
FIGURA 6.1.1d - Insertos finais utilizados na realização das medições de força.....	29
FIGURA 6.1.2 – Célula de carga utilizada no protótipo.....	30
FIGURA 6.1.3a – Tela principal do <i>Software</i> FORLAB.....	30
FIGURA 6.1.3b – Relatório emitido após término do processo de avaliação objetiva da força labial (Primeira planilha).....	32
FIGURA 6.1.3c – Relatório emitido após término do processo de avaliação objetiva da força labial (Segunda planilha).....	33
FIGURA 6.2a – Suporte de cabeça para evitar movimentação cervical.....	35
FIGURA 6.2b – Realização da avaliação objetiva da força dos lábios.....	36



FIGURA 7.1 – Coeficiente de variação entre as médias dos três testes realizados com cada sujeito.....	39
FIGURA 7.2 – Coeficiente de variação entre as médias dos Testes 1, 2 e 3, respectivamente.....	41
FIGURA 7.3 – Distribuição das médias obtidas nos Testes 1, 2 e 3, respectivamente.....	41
FIGURA 7.4 – Comportamento das medidas analisadas ao longo do Testes 1, 2 e 3 .....	42

## LISTA DE TABELAS

TABELA 6.1.1 – Dados obtidos na pesquisa em campo para avaliação da medida intercantal.....	27
TABELA 7.1 - Medidas de tendência central e dispersão das médias dos três testes realizados com cada sujeito.....	38
TABELA 7.2 - Medidas de tendência central e dispersão dos valores de força obtidos no Teste 1.....	39
TABELA 7.3 - Medidas de tendência central e dispersão dos valores de força obtidos no Teste 2.....	40
TABELA 7.4 - Medidas de tendência central e dispersão dos valores de força obtidos no Teste 3.....	40
TABELA 7.5 - Medidas de tendência central e dispersão na análise comparativa intersujeitos.....	42

## RESUMO

A avaliação da força dos lábios humanos é realizada de modo rotineiro na clínica fonoaudiológica. Atualmente é realizada de forma subjetiva, ou seja, é dependente da experiência clínica do profissional avaliador, pois não há métodos objetivos para se quantificar esta força. A importância de conhecer esta força está no fato que alterações na estrutura labial geram modificações nos padrões corretos de diversas funções, como a fala, a mastigação e a deglutição, bem como no correto alinhamento dentário. O objetivo deste estudo foi desenvolver um protótipo para medição objetiva da força labial que possa complementar a avaliação subjetiva realizada atualmente por fonoaudiólogos. Para isto foi desenvolvido um sistema de medida composto por um sensor intralabial, acoplado mecanicamente a um transdutor de força, do tipo célula de carga, que gera um sinal analógico em tensão, que devidamente tratado, é transmitido, processado e armazenado em meio digital. Foram avaliadas 20 mulheres, de 20 a 28 anos, que apresentaram tensão adequada de lábios na avaliação clínica subjetiva e não possuíam história pregressa de alterações nas estruturas e funções do sistema sensorio motor oral, bem como qualquer alteração dentária. Realizou-se três medições para cada sujeito, com tempo de 10 segundos para cada teste e intervalo de dois minutos entre as medições. Os resultados encontrados mostraram alto coeficiente de variação na análise dos valores médios obtidos nos três testes de cada participante. Esta variação foi significativamente menor quando a análise se restringiu os valores obtidos apenas no teste 2, o que sugere a interferência do fator aprendizado no primeiro momento de medição e o cansaço muscular no terceiro. Mediante a análise intersujeitos, novamente observou-se grande dispersão dos valores medidos. Neste estudo foi apresentado o desenvolvimento de um sistema de medição que conseguiu representar a avaliação da força dos lábios do modo como pode ser realizada atualmente, porém com dados quantitativos. Observou-se também um perfil de força que apresenta pequena variação ao longo do tempo de medição e ausência de pontos notáveis que possam definir uma configuração única para a curva força x tempo, tais como pico de explosão de força ou decaimento. Enfatiza-se a importância do desenvolvimento de métodos quantitativos para medição das forças orais, os quais auxiliarão o profissional fonoaudiólogo a mensurar a evolução terapêutica, bem como facilitar a comunicação dos diversos profissionais que possam estar envolvidos no tratamento de um mesmo paciente.

**Palavras chaves:** Biomecânica / Lábio / Instrumentação / Sistema Estomatognático.

# 1 INTRODUÇÃO

A Fonoaudiologia consiste na ciência que tem por objeto o estudo da comunicação e seus distúrbios. Para tanto, focaliza os processos e aspectos participantes das ações do organismo em ambiente que requeira a comunicação, quais sejam, a linguagem oral e escrita, a articulação dos sons da fala, a voz, a fluência da fala e a audição (CFFa, 1997).

O desenvolvimento do processo comunicativo eficiente, bem como das demais funções desempenhadas pelo sistema sensório motor oral, é o objeto principal de estudo dos profissionais da Fonoaudiologia. A correta execução das funções de fala, mastigação e deglutição necessitam que as estruturas constituintes desse sistema apresentem-se de forma íntegra, eficiente e harmoniosa (DOUGLAS, 2002).

As características das estruturas orais, com especial destaque para os lábios, devem apresentar aspectos de força, mobilidade, sensibilidade e postura adequados. Em situações onde há uma diminuição da força do músculo orbicular da boca, é possível observar postura inadequada de lábios, estando estes com ausência de selamento, e conseqüente alterações nas funções de fala, mastigação e deglutição (GONZALEZ; LOPES, 2000).

Uma avaliação precisa da força dos lábios permite que a intervenção fonoaudiológica para reabilitação deste aspecto alterado seja traçada de maneira precisa e eficiente.

É certo, então, que a avaliação da força labial é de extrema importância para a conduta fonoaudiológica, uma vez que irá direcionar e avaliar os ganhos terapêuticos. O grande problema é que atualmente esta avaliação, realizada de modo rotineiro na clínica fonoaudiológica, é feita de maneira subjetiva, ou seja, não há meios para se medir quantitativamente a força dos lábios (JUNQUEIRA, 2005). A classificação feita baseia-se apenas na experiência clínica do profissional, o que dificulta o diagnóstico, prognóstico e andamento da terapia, além da comunicação entre a equipe multiprofissional envolvida com estes pacientes.

Atualmente alguns métodos e aparelhos estão sendo propostos como complementos à avaliação clínica (LIMONGI; IDERIHA, 2007; PELÁEZ et al, 2006; FRONZA et al; 2004;

ANDRADE; SASSI, 2003; TOME; MARCHIORI, 1999; TOME; MARCHIORI, 1998; MARCHIORI; VITTI, 1996; GENARO et al; 1994). No entanto, nenhuma destas propostas avalia realmente os valores de força da estrutura labial.

Na tentativa de apresentar uma solução para objetivar a avaliação da força dos lábios serão utilizados os conceitos da Biomecânica, que trata-se de uma ciência que combina o campo da Engenharia Mecânica com os campos da Biologia e da Fisiologia, utilizando princípios da mecânica para a concepção, modelagem, desenvolvimento e análise de equipamentos e sistemas na Biologia e Medicina (OZKAYA; NORDIN, 1998).

Este trabalho propõe apresentar as etapas de planejamento, construção e testagem de um sistema que possibilite aos profissionais da Fonoaudiologia avaliar de forma quantitativa a força dos lábios humanos, favorecendo o acompanhamento mais preciso e eficiente da intervenção fonoaudiológica.

É válido ressaltar que diferentes vocabulários são utilizados para referenciar características de força muscular como hipertonia, hipertensão, hipotonia e hipotensão. Segundo o DeCS (Descritores em Ciências da Saúde), os termos tensão e tônus são considerados sinônimos. O presente estudo seguirá as sugestões propostas pelo Comitê de Motricidade Orofacial da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia, utilizando o termo tensão, por se referir às alterações de força não associadas a problemas neurológicos (SBFa, 2007).

Para melhor entendimento deste trabalho, serão apresentados conceitos sobre a anatomia e função da estrutura labial, seguidos por uma revisão de literatura abordando os métodos já descritos para avaliação da força dos lábios humanos.

## 2 JUSTIFICATIVA

Sabendo que a força labial é fundamental para o desenvolvimento das funções do sistema sensorio motor oral e que a avaliação desta força ainda é realizada de forma subjetiva, o conhecimento destes valores permitirá que o fonoaudiólogo realize uma avaliação miofuncional orofacial objetiva, bem como trace planos de terapia específicos para cada situação. Com valores quantitativos o profissional poderá acompanhar a evolução de cada terapia, observando o ganho de força que o paciente obteve, mesmo que este valor seja imperceptível à avaliação subjetiva. Estas condutas trarão benefícios diretos aos pacientes, uma vez que a alteração de força dos lábios é um fator predisponente para várias disfunções do sistema sensorio motor oral.

Apesar de já existirem alguns métodos para avaliar quantitativamente a força dos lábios, nenhum o faz da maneira proposta neste estudo, reproduzindo uma das formas de avaliação subjetiva existente. Deste modo, os resultados não podem ser comparados diretamente aos procedimentos realizados pelo profissional avaliador. Em sua maioria, os trabalhos apresentam respostas de força labial obtidas pelo selamento labial ou pela ação dos lábios sobre as estruturas dentárias, e neste estudo a avaliação realizada irá mensurar especialmente a força de contra resistência do músculo orbicular da boca. A proposta aqui apresentada é o desenvolvimento de um método que represente uma das avaliações clínica utilizada atualmente, porém com dados quantitativos, numéricos.

Trata-se de uma proposta inovadora no meio científico e de grande relevância para o desenvolvimento da ciência fonoaudiológica. Poucos grupos de pesquisa têm a oportunidade de trabalharem de modo transdisciplinar no desenvolvimento de projetos tão relevantes. A bioengenharia é uma ciência que têm crescido de forma surpreendente e a maior dificuldade encontrada para o desenvolvimento de projetos nesta área é a possibilidade de trabalho conjunto de profissionais de áreas tão distintas (engenharias e saúde) (OZKAYA; NORDIN, 1998).

### 3 OBJETIVOS

Este estudo teve como objetivo geral desenvolver um protótipo para medição objetiva da força labial que possa complementar a avaliação subjetiva realizada atualmente por fonoaudiólogos.

Como objetivos específicos pretende-se:

- desenvolver um método que possa simular uma das avaliações subjetivas de força dos lábios, de maneira a quantificar a reação do músculo labial ao estímulo do sistema;
- traçar o perfil da força labial;
- avaliar os pontos notáveis de prensão labial.

## 4 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

### 4.1 Anatomo-fisiologia do mensurando

Os lábios, que formam a rima da boca e parte do limite externo da cavidade oral, são revestidos externamente por tecido cutâneo (pele) e internamente por mucosa, como apresentado na FIG. (4.1).

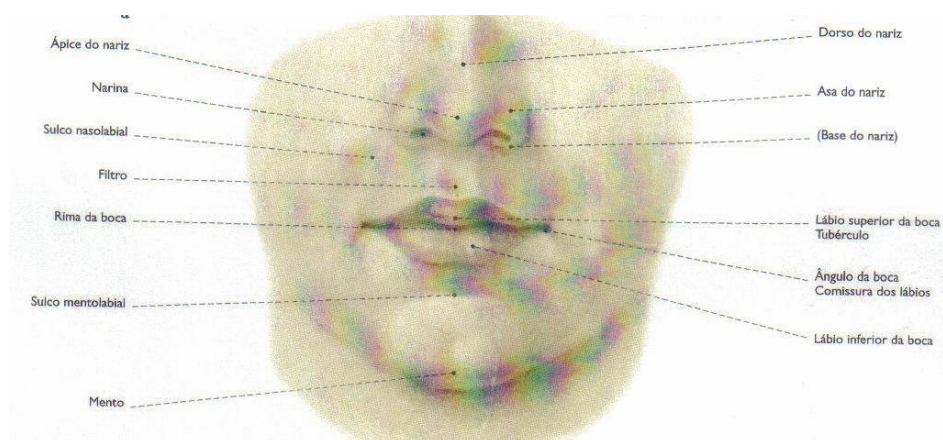


FIGURA 4.1 – Visualização externa dos lábios

FONTE – KÖPF-MAIER (2006)

Na face lingual ou interna, o lábio superior conecta-se à região alveolar (ponto mais anterior do céu da boca) na linha média, por meio do frênulo do lábio superior; uma estrutura similar, denominada frênulo do lábio inferior, une o lábio inferior à mandíbula, como apresentado na FIG. (4.2). Como a posição do lábio inferior depende dos movimentos mandibulares, este é o mais móvel dos dois, sendo também o mais rápido. Além disso, a maioria dos músculos da expressão facial insere-se nos lábios, uma característica que contribui para o grande repertório de movimentos labiais (ZEMLIN, 2000).



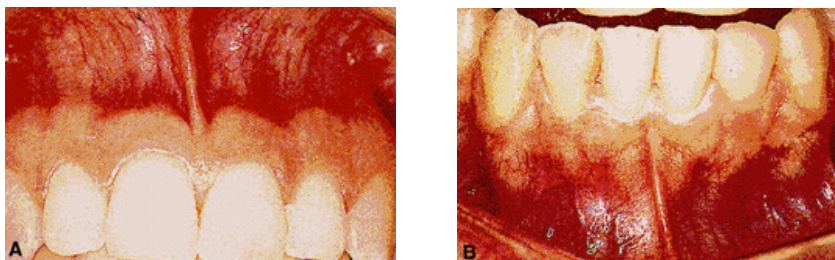


FIGURA 4.2 – Visualização do frênulo do lábio superior e inferior

FONTE – RULI et al, 1997

O músculo orbicular da boca divide-se em grupo superior e inferior, que interagem na região das comissuras labiais. Ao circundar toda a rima da boca, esse músculo se apresenta como uma elipse situada na espessura dos lábios, mais próxima do plano mucoso do que do cutâneo. Sua ação produz o fechamento da rima da boca (apreensão de alimentos e deglutição), e também atua nos atos de soprar, sugar, beijar e assobiar (FIGUN; GARINO, 2003). Desta forma, o referido músculo torna-se fundamental em várias funções do sistema sensorio motor oral e no selamento labial. Na função da sucção, é necessária a produção do selamento anterior da boca, ou línguo-labial, por convergência da língua com os lábios que se aproximam. Na deglutição, a união dos lábios favorece a depressão gerada no interior da boca para execução desta função. Na fala, os lábios funcionam como estruturas que causam interrupção do fluxo do ar, favorecendo a produção de diferentes fones como o [f], [v], [b], [p] e [m] (DOUGLAS, 2002). Em anexo (ANEXO A.1) encontram-se apresentadas figuras detalhadas do músculo orbicular da boca.

A ausência do contato labial pode levar a um desequilíbrio neuromuscular, uma vez que a força da língua se contrapõe à força de selamento labial, afetando várias funções como a deglutição, fonação, respiração, crescimento harmônico da face e posicionamento dentário correto. Os lábios ocluídos promovem o equilíbrio da musculatura facial, sendo que os músculos orbicular da boca, bucinadores e faríngeos atuam como uma cinta muscular que orienta o crescimento da maxila e da mandíbula. Quando os lábios permanecem entreabertos não existe a ação desta cinta muscular, já que os músculos ficam com tensão diminuída, não sendo possível o modelamento do crescimento ósseo (GONZALEZ; LOPES, 2000). Em

anexo (ANEXO A.2) encontram-se apresentadas figuras que demonstram a relação entre o selamento labial e a conformação das estruturas dentárias.

Por estes princípios é que a avaliação objetiva da força dos lábios apresenta-se como um fator importantíssimo na intervenção fonoaudiológica para reabilitação das alterações do sistema sensorio motor oral.

## 5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 5.1 Métodos para a avaliação subjetiva da força labial

Na avaliação das forças orais é essencial observar a característica da estrutura, no caso os lábios, na posição de repouso e durante sua ação (JUNQUEIRA, 2005). Algumas formas de verificação da força labial realizada na clínica fonoaudiológica dão-se por meio da observação da postura habitual dos lábios, da palpação dos lábios em repouso, da palpação dos lábios contraídos (postura de bico fechado), do estalo de lábios em protrusão, da força de contra resistência produzida pelos lábios em oposição ao dedo enluvado do avaliador, como demonstrado na FIG (5.1). Após estas avaliações o profissional classifica o lábio do paciente como normotenso, hipotenso, levemente hipotenso ou hipertenso. A avaliação é subjetiva, uma vez que depende da impressão diagnóstica do avaliador. Vários fatores interferem nesta classificação, dentre eles, a experiência clínica do profissional e o posicionamento do dedo do avaliador.



FIGURA 5.1 – Avaliação subjetiva da força dos lábios humanos

### 3.1 Métodos para a avaliação objetiva da força labial

No que diz respeito ao desenvolvimento de métodos para avaliações objetivas, uma das propostas atuais é a utilização da eletromiografia de superfície<sup>1</sup> como exame complementar. Atualmente, é o único exame do qual encontra-se relatos na literatura brasileira de sua utilização por profissionais da Fonoaudiologia, como complemento à avaliação da força de estruturas orais, como os lábios. Por meio desse exame é medido o potencial elétrico gerado pelo músculo, que é correlacionado à força e função exercidas pelo mesmo. Vários estudos correlacionam uma maior força e função muscular à geração de maior potencial elétrico do músculo orbicular da boca (LIMONGI; IDERIHA, 2007; PELÁEZ et al, 2006; FRONZA et al; 2004; ANDRADE; SASSI, 2003; TOME; MARCHIORI, 1999; TOME; MARCHIORI, 1998; MARCHIORI; VITTI, 1996; GENARO et al; 1994). As limitações encontradas na utilização da eletromiografia dizem respeito ao fato de o sinal analisado, como já exposto, não se tratar de uma medida de força, mas sim de impulsos elétricos gerados pelo músculo. Em caso de doenças neuromusculares, este sinal pode fornecer dados alterados, que não poderão ser corretamente correlacionados à capacidade de força muscular.

Há várias décadas pesquisadores já buscavam meios de objetivar as avaliações das estruturas orais, como os lábios. Um dos primeiros estudos descreve a utilização de um dinamômetro, no qual foi adaptado um botão fixo a um fio. O avaliador tracionava o dinamômetro contra o botão, que encontrava-se acomodado entre os lábios e os dentes do paciente. Não foram encontrados estudos que descrevessem valores encontrados, mas apenas a descrição da técnica utilizada. O próprio autor ressalta que, apesar do método fornecer valores quantitativos para a força dos lábios não deixa de apresentar um componente subjetivo, uma vez que a tração do aparelho é realizada pelo avaliador (GARLINER, 1972). Outra publicação, descrevendo esta mesma metodologia, relata a utilização do dinamômetro acoplado a um botão para classificar a força dos lábios. A autora descreve como valores normais para a força labial de 3 a 5 lbs (libras). E ressalta que, como a tração é manual, os resultados podem não ser confiáveis (GARRETO, 2005).

Um dos primeiros trabalhos descritos na literatura sobre a utilização de métodos objetivos para medição de forças orais relata o desenvolvimento de um dispositivo para medir a força da musculatura perioral por meio de uma haste rígida e um pequeno inserto de forma circular.

---

<sup>1</sup> Embora seja utilizado na clínica fonoaudiológica, esse tipo de dispositivo não se baseia na mesma filosofia dos exames subjetivos, ao contrário do que se propõe o presente projeto.

O paciente era orientado a posicionar os lábios envolvendo este inserto e tracionar a cabeça contra a haste com a maior força possível. O autor avaliou 170 mulheres e 166 homens na faixa etária de 8 a 18 anos com oclusão normal, e categorizou as medidas realizadas do seguinte modo: de 160 a 175 gramas indivíduos com hipotensão de lábios, de 180 a 195 indivíduos com leve hipotensão, de 200 a 215 gramas indivíduos com tensão média, de 220 a 235 gramas indivíduos com leve hipertensão e de 240 a 260 gramas os indivíduos eram classificados como apresentando hipertensão dos lábios (POSEN, 1976).

Alguns métodos utilizam dispositivos que são colocados entre o lábio superior e o inferior, avaliando assim a força de selamento labial. Um desses estudos (UNEMORI et al, 1996) avaliou as características de distribuição da pressão no selamento labial de dois indivíduos, no momento prévio e um ano após a realização de cirurgia ortognática (procedimento cirúrgico odontológico que visa reestabelecer um padrão facial normal em pacientes adultos que apresentam um desenvolvimento ósseo facial fora do ideal). O dispositivo utilizado foi uma placa com sensores de pressão do tipo PDS (*pressure-distribution sensor*) baseados na conversão óptica-pressão colocada entre os lábios. Por meio de imagens geradas, foi possível visualizar as áreas de maior ou menor pressão de selamento, cujos valores médios variaram de 1,0 a 2,2 gf/mm<sup>2</sup>. O estudo mostrou que o método foi eficaz para ser utilizado no acompanhamento de indivíduos no pré e pós atendimento de cirurgia ortognática e terapia miofuncional orofacial (terapia fonoaudiológica baseada na utilização de exercícios com enfoque na modificação da estrutura muscular e adequação das funções do sistema sensorio motor oral).

Em sua maioria, os relatos de medição da força labial encontrados na literatura descrevem métodos que empregam sensores apoiados nos dentes ou em aparelhos ortodônticos. Em (GENTIL; TOURNIER, 1998) foram utilizados sensores de força acoplados aos dentes molares e feita a medição da força de contato labial no repouso e durante a fala em 14 indivíduos. Foram quantificados aspectos do controle dinâmico da força (tempo de reação, pico de força e mudança da força com o tempo) e medida da força estática (média e desvio padrão da musculatura no repouso). Utilizaram-se forças de 0,25, 0,50, 1,0 e 2,0N. Observou-se diferença entre as medições do lábio superior e inferior, tendo o segundo mostrado maior estabilidade e força de contração.

Em outro trabalho (MCHENRY et al, 1999) foram avaliadas 40 mulheres com idades entre 20 e 100 anos, utilizando sensores de força de alavancas acoplados aos dentes incisivos. Para avaliar a força do lábio superior e inferior, foram utilizadas forças de 0,25, 0,5, 1,0 e 2,0 N. O tempo para cada avaliação foi de 5 segundos. O objetivo foi verificar se a idade interferia na geração das forças orais. Foram feitas medições durante funções orais e avaliada a força máxima. Os valores médios de contração máxima do lábio superior foram de 5,8 N para as mulheres de 20 a 60 e de 4,0 N para as mulheres de 80 a 100 anos. Para o lábio inferior, esses valores variaram entre 11,0 N para o primeiro grupo e 10,0 N para o segundo.

Um estudo, cujo objetivo era associar o selamento labial e a má oclusão (YATA et al., 2001), utilizou um método diferente para avaliar a força labial. Os autores empregaram um medidor de força (HaldexAB:HALDA Sweden) associado à técnica de contra-resistência do botão. Essa técnica aproxima-se de uma das maneiras empregadas para avaliar a força labial na clínica fonoaudiológica. Porém, como o objetivo principal do estudo não foi a avaliação da força labial, a metodologia empregada para este fim não foi detalhada. Ressalta-se que os valores de força labial obtidos foram significativamente maiores para o grupo com bom selamento labial (4,60 N) quando comparado ao grupo com selamento labial incompetente (3,91 N).

Uma pesquisa avaliou a pressão dos lábios, língua e bochechas sobre os dentes, antes, durante e após expansão rápida da maxila (intervenção odontológica onde um dispositivo acoplado ao palato duro faz a disjunção da estrutura óssea maxilar aumentando sua dimensão latero lateral) (KUÇUKKELE; CEYLANOLU, 2002). Foram utilizados sensores de pressão apoiados no expansor palatino e em hastes metálicas nas regiões lingual e oral dos dentes (molares e incisivos). Avaliaram-se 12 pacientes durante as funções de fala (produção dos fones [u] e [n]), deglutição e em postura habitual. Foram obtidos valores diferentes para cada situação pesquisada. Os valores médios de pressão na região oral dos incisivos (local de ação direta do músculo orbicular da boca) pós-expansão palatina foram de 251 Pa no repouso, 661 Pa na deglutição e 283 Pa na emissão do fone [u] (a saber, 1 Pa equivale a 1 N/m<sup>2</sup>).

Outro estudo (JUNG et al, 2003) avaliou 32 estudantes do sexo masculino, que apresentavam má oclusão Classe I dental. O objetivo foi verificar os efeitos da força de fechamento labial nas estruturas craniofaciais por meio da avaliação quantitativa da força do lábio superior. Foi utilizado um medidor de força entre os lábios, que continha um sensor com pequenas células

de carga. Era solicitado aos participantes que apertassem com a maior força que conseguissem o dispositivo colocado entre os lábios e essa força foi medida por cinco segundos. Os valores médios encontrados foram de 3,3 a 13,1 N, enquanto que os valores máximos atingidos por cada participante foram de 4,3 a 20,3 N.

Dois trabalhos apresentam um método de avaliação da força labial baseado no desenvolvimento de um instrumento construído por meio da utilização de um dinamômetro de esfera no qual se adaptou uma placa de aço inoxidável, que permitia ao sujeito morder sobre a mesma utilizando como apoio um bocal, que era esterilizado após o uso. Sem mais detalhes sobre a metodologia empregada os autores descreveram a realização de três medições em cada paciente, tomando como medida o maior valor dentre as três. Em um destes estudos foi avaliada a força labial de 90 crianças antes e após tratamento fonoaudiológico. Os valores de força medidos aumentaram significativamente após terapia miofuncional orofacial, variando de 1,68 a 1,82 N no pré tratamento e de 2,05 a 2,34 N no pós tratamento (CANTERO et al, 2003). Utilizando a mesma metodologia, outro grupo (GONZÁLEZ et al, 2004) avaliou 180 crianças, de 5 a 12 anos, sendo 90 com presença de vedamento labial e outras 90 com selamento labial incompetente. Nas crianças que apresentavam selamento labial incompetente fizeram-se duas medições, pré e pós-tratamento mioterápico. Os resultados indicaram valores de força que variaram de 1,57 a 2,15 N no pré-tratamento e de 2,03 a 2,72 N no pós-tratamento, tendo apresentado valores maiores de força as medições realizadas nas crianças do sexo masculino.

Outros autores (RUAN et al, 2004) avaliaram a pressão dos lábios e da língua sobre os dentes, correlacionada aos fatores sexo e função (deglutição). Foram avaliadas 39 crianças, dos sexos feminino e masculino. Utilizaram-se transdutores de pressão acoplados nas faces lingual e palatal dos dentes incisivos superiores e nas faces lingual e vestibular dos molares inferiores. Os resultados apresentaram valores de pressão na região labial maiores nas crianças do sexo masculino, tanto no repouso (118 a 259 Pa) quanto na deglutição (1371 a 1513 Pa). Este estudo apontou ainda a reprodutibilidade nas três medições realizadas para cada indivíduo.

Seguindo a mesma metodologia, estes mesmos autores avaliaram 31 crianças, de 4 a 6 anos, utilizando sensores acoplados nas faces lingual e labial do incisivo inferior esquerdo e nas faces palatal e labial do incisivo superior esquerdo. Foram comparados os valores de força dos lábios e língua na função de deglutição, em postura habitual e máxima contração, em

indivíduos com oclusão normal e má oclusão Classe III. Os autores concluíram que os indivíduos que apresentavam má oclusão Classe III tinham valores de forças menores do que os indivíduos sem problemas de oclusão (RUAN et al, 2007).



## 6 METODOLOGIA

O presente estudo parte do mesmo princípio metodológico de uma das análises subjetivas da força exercida pelos lábios. Foi desenvolvido um sistema de medida que substitui, de maneira mais próxima possível, o avaliador por um sistema mecatrônico, mantendo as mesmas condições da análise clínica de uso corrente.

### 6.1 Descrição do sistema

O sistema de medida aqui apresentado é composto por um elemento sensor intralabial (correspondente ao dedo enluvado do avaliador, no caso subjetivo), no qual o paciente deve pressionar os lábios gerando uma força de contra-resistência. Essa força é transmitida ao transdutor de força, do tipo célula de carga, por meio do acoplamento mecânico. A célula de carga gera um sinal analógico em tensão, que devidamente tratado, é transmitido, processado e armazenado em meio digital. Desenho esquemático é observado na FIG. (6.1).

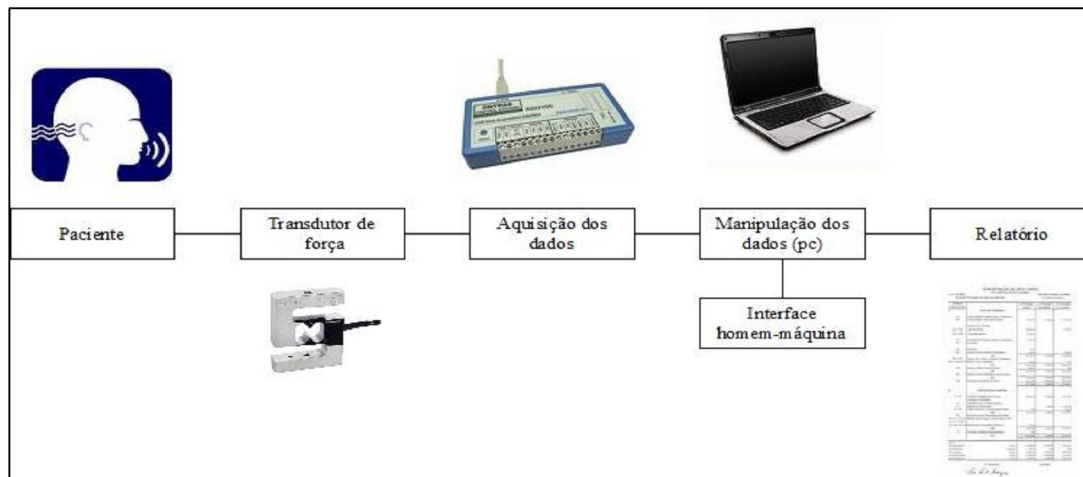


FIGURA 6.1 – Desenho esquemático do sistema de medição das forças labiais

Cada etapa de elaboração do sistema de medida está descrita de forma detalhada ao longo deste tópico.

### 6.1.1 Sensor intralabial

Para elaboração desta etapa do projeto utilizaram-se conhecimentos da anatomia e fisiologia do músculo a ser avaliado, orbicular da boca, bem como pesquisa em campo das dimensões mais adequadas para sua fabricação.

Para a forma e posicionamento do inserto, levaram-se em conta as descrições da literatura sobre a musculatura de interesse. De um dos lados do inserto encontra-se o músculo orbicular da boca, de forma elíptica, que circunda a rima da boca, FIG. (6.1.1a) e, na outra vertente temos duas arcadas dentárias (superior e inferior) que, em indivíduos adultos sem alterações dentárias ou ortodônticas, apresentam formato de duas parábolas ocluindo entre si, FIG. (6.1.1b).

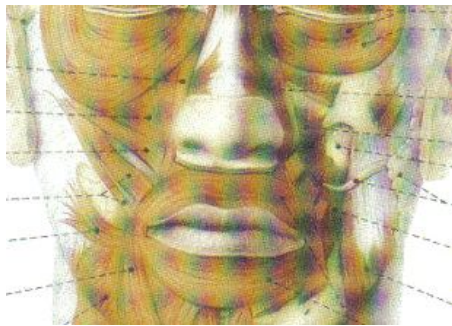


FIGURA 6.1.1a – Músculo orbicular da boca  
FONTE - KÖPF-MAIER (2006)

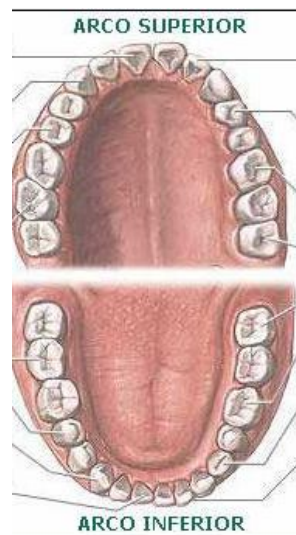


FIGURA 6.1.1b – Arcadas dentárias superior e inferior  
FONTE - KÖPF-MAIER (2006)

Além da forma, foram pesquisados na literatura dados quanto às dimensões do músculo estudado, sendo encontrado um único trabalho que descreve valores da distância intercantal (espaço entre as comissuras labiais) de 37 indivíduos adultos, do sexo masculino e feminino, observando média de 55,19 mm para a distância pesquisada, não tendo sido feita análise separadamente por gênero (OLIVEIRA, 2003).

Para confirmação das dimensões mais adequadas à população do nosso estudo foi realizada uma pesquisa em campo onde foram coletadas 100 medidas da distância intercantal (50 medições para cada gênero). Foram avaliados sujeitos com idades entre 18 e 40 anos (média de 23,72 anos), sem qualquer alteração das estruturas orofaciais. Utilizando um paquímetro, as medidas foram realizadas com o indivíduo sentado e os lábios vedados. Observou-se média de 51,28 mm ( $\pm 3,42$  mm) entre as mulheres e 53,92 ( $\pm 3,47$  mm) entre os homens. Os dados completos estão apresentados na TABELA 6.1.1.

Com as medidas descritas na literatura e as obtidas em campo, observou-se que há pequena variação interpessoal da distância intercantal. Para facilitar o processo de fabricação definiu-se a utilização de um valor de referência de 50 mm entre as comissuras labiais, enfatizando que a avaliação foi realizada apenas com mulheres. Considerando a posição do músculo em relação às comissuras labiais acrescentou-se 10 mm no valor de referência, finalizando na medida de 60 mm (latero-lateral) para fabricação do inserto.

Foram construídas, então, as primeiras peças, cujas características foram: formato elíptico, com curvatura em parábola e dimensão latero-lateral de 60 mm. O processo de construção selecionado foi a prototipagem rápida, utilizando-se como material um polímetro atóxico que segue recomendações de biossegurança para utilização com seres humanos.

Finalizada a produção das primeiras peças, estas foram submetidas a testes de ensaio de tração para pesquisa dos valores de resistência. Os testes foram realizados na Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC MG) por profissionais habilitados para este fim. O objetivo foi que os insertos apresentassem valores de resistência superiores a 50 N, uma vez que a célula de carga selecionada para este estudo apresenta esta capacidade.

TABELA 6.1.1

Dados obtidos na pesquisa em campo para avaliação da medida intercantal

<b>MULHERES</b>		<b>HOMENS</b>	
<b>Idade</b>	<b>Distância Intercantal (mm)</b>	<b>Idade</b>	<b>Distância Intercantal (mm)</b>
24	47	38	55
25	48	22	49
21	51	23	50
28	55	24	51
18	57	18	50
40	55	18	49
22	58	35	48
23	45	24	52
21	53	18	53
35	47	28	55
24	48	24	56
18	52	24	58
33	49	25	59
19	47	29	52
21	48	32	49
18	53	27	55
22	56	27	57
21	54	28	58
19	49	24	54
18	48	18	59
24	46	19	54
23	52	33	55
25	51	39	53
19	53	21	56
23	50	23	49
23	47	29	50
18	53	30	54
29	51	25	50
19	53	25	59
23	51	29	52
24	54	32	49
25	53	27	55
26	55	27	57
25	58	28	58
24	54	21	56
23	51	23	49
19	49	29	50
18	46	30	54
25	51	25	50
19	53	25	59
29	50	18	55
30	50	24	56
27	48	24	58
29	50	25	59
24	48	29	52
23	47	38	55
24	54	24	56
25	53	40	58
26	55	21	56
25	58	23	49

Abaixo estão apresentados, na FIG. (6.1.1c), os primeiros insertos confeccionados (íntactos e após rompimento) e o processo de ensaio. Os primeiros testes indicaram valores de resistência abaixo do esperado, com rompimento dos insertos em valores de 32,7 N em média.

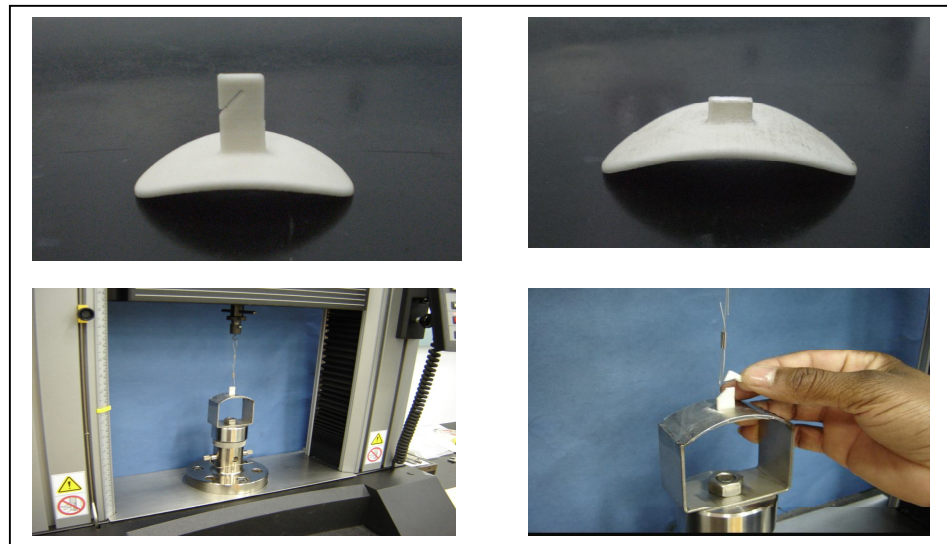


FIGURA 6.1.1c - Ensaio de tração dos primeiros insertos fabricados

Optou-se, então, pela modificação no design do inserto, com permanência das definições anteriores de forma, curvatura e diâmetro. Foram retiradas especialmente todas as quinas do desenho, aumentando assim a resistência da peça.

A seguir está apresentado o inserto final, FIG. (6.1.1d), que obteve valores médios de resistência de 136 N aos ensaios de tração. O produto final, confeccionado para a realização das medições, apresentou todas as características necessárias aos ensaios. Além dos valores de resistência, as demais características como facilidade no encaixe, na acomodação e o tamanho das peças, satisfizeram plenamente ao objetivos dos pesquisadores. Em anexo encontra-se o Certificado de Ensaio (ANEXO B.1).



FIGURA 6.1.1d – Insetos finais utilizados na realização das medições de força

O sensor intralabial (correspondente ao dedo enluvado do avaliador, no caso subjetivo) foi então acoplado mecanicamente ao transdutor de força.

#### 6.1.2 Transdutor de força

Como no caso subjetivo, o paciente deve pressionar os lábios contra o elemento sensor gerando uma força de contra-resistência. Para tal, o inserto é posicionado de forma a haver uma folga entre os lábios e a arcada. Essa força é transmitida ao transdutor, do tipo célula de carga, por meio do acoplamento mecânico, neste caso um fio de aço. A célula de carga, conectada eletronicamente em ponte, gera um sinal analógico em tensão quando tracionada. Utilizou-se uma célula de carga com capacidade de 50 N, apresentada na FIG. (6.1.2). Em anexo certificado de calibração do transdutor (ANEXO C.1).



FIGURA 6.1.2 – Célula de carga utilizada no protótipo.

Devidamente tratado, foi possível transmitir, processar e armazenar o sinal em meio digital.

### 6.1.3 Sistema de tratamento do sinal

O sistema de transmissão, processamento e armazenamento do sinal, foi especialmente desenvolvido para atender a este estudo. Denominado FORLAB, ele é composto por uma placa de aquisição de dados (Ontrak, n.d.), sistema de acoplamento eletrônico e um computador pessoal do tipo IBM-PC. O sistema de medição interage com o avaliador por meio de um sistema supervisorio “homem-máquina”. A interface “homem-máquina”, apresentada na FIG. (6.1.3a), utiliza linguagem de programação de alto nível, visual e distribuível em plataforma Windows<sup>®</sup>.

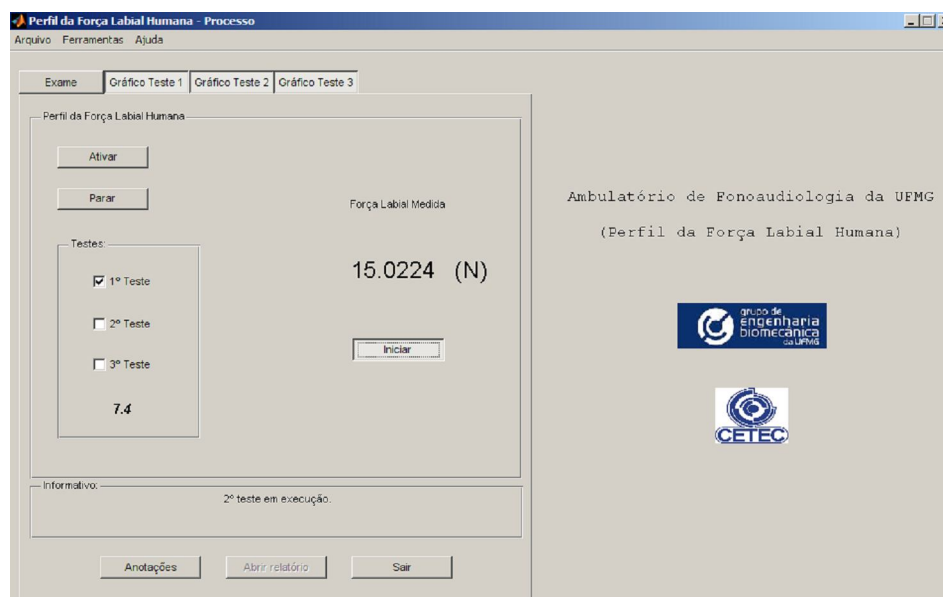


FIGURA 6.1.3a – Tela principal do *Software* FORLAB.

Por meio deste programa o avaliador consegue armazenar todas as informações pertinentes ao processo de avaliação, como data do exame, data de nascimento, horário do exame, resultado da avaliação subjetiva e outras observações que considerar importante. É possível ainda acompanhar todo o processo das três etapas de medição, observando os valores de força alcançados ao longo do tempo pré determinado. O paciente é avisado por um sinal sonoro o momento de iniciar e finalizar o teste, sendo estes emitidos pelo próprio programa. O avaliador consegue ainda modificar e programar o período e o número de testes que deseja realizar.

Ao final dos três testes é elaborado um relatório que apresenta o perfil da força do indivíduo. Na primeira página encontram-se registrados os gráficos das curvas de resposta força x tempo (perfil) dos três testes realizados separadamente e na segunda página é possível visualizar os valores das forças máxima, média e mínima ao longo dos 10 segundos de medição. O avaliador obtém ainda, na segunda planilha do seu relatório, os valores detalhados de força, que foram medidos a cada centésimo de segundo ao longo do período de medição. As FIG. (6.1.3b) e FIG. (6.1.3c) apresentam um modelo do relatório gerado após término das três medições.



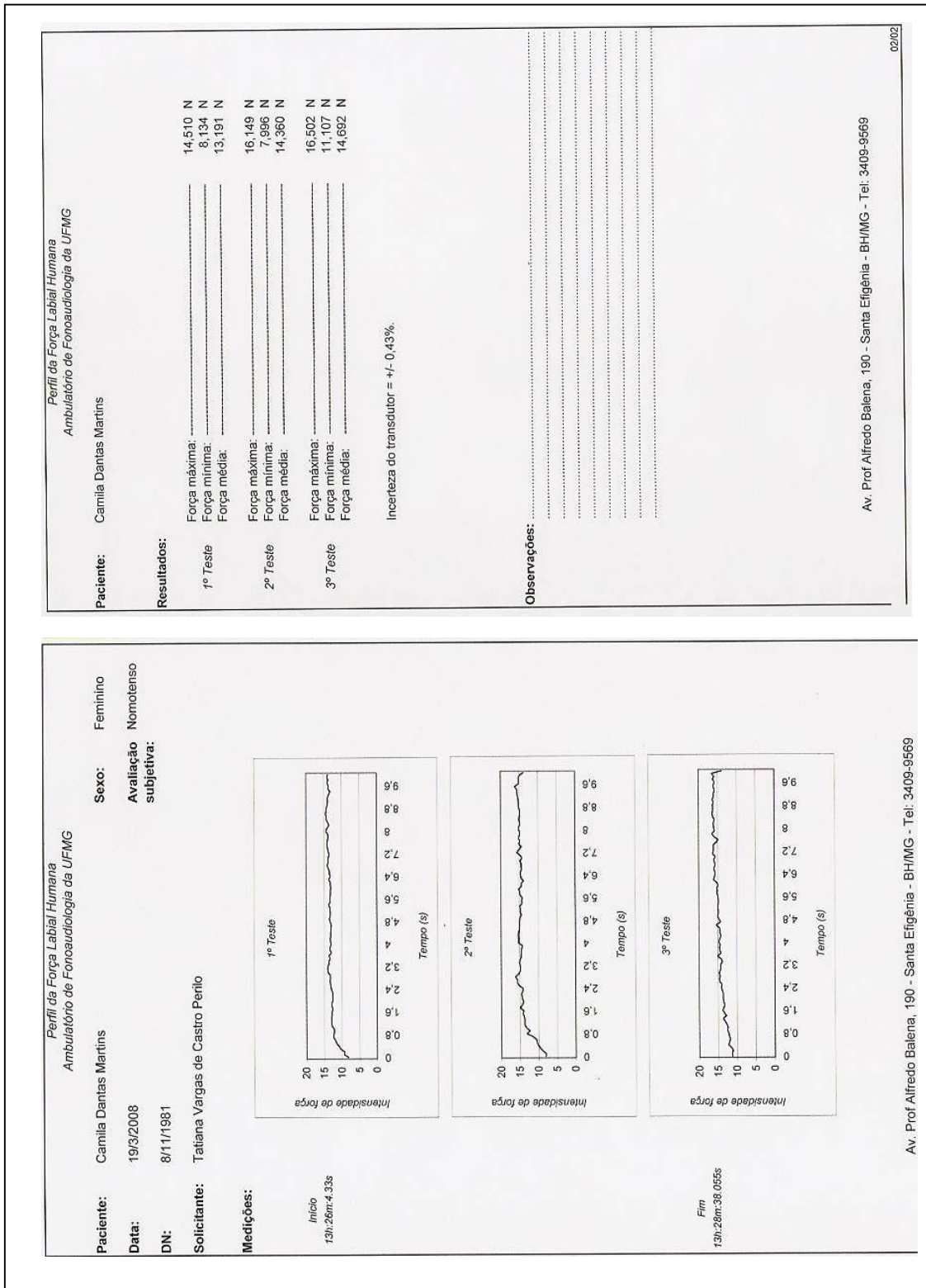


FIGURA 6.1.3b – Modelo do relatório emitido após término do processo de avaliação objetiva da força labial (Primeira planilha)

1º Teste	2º Teste	3º Teste			
0 8,133556	0 8,10553	0 11,24165	5,5 13,22591	5,5 14,41142	5,5 14,87665
0,1 9,358298	0,1 7,96228	0,1 11,34635	5,6 13,22591	5,6 14,26007	5,6 14,96073
0,2 9,330272	0,2 8,949116	0,2 11,10713	5,7 13,22591	5,7 14,90188	5,7 15,16252
0,3 10,33361	0,3 9,99652	0,3 11,54153	5,8 13,14463	5,8 14,9271	5,8 15,05882
0,4 10,82967	0,4 10,12902	0,4 12,32347	5,9 13,18387	5,9 15,24099	5,9 15,18774
0,5 11,59759	0,5 10,50737	0,5 12,01518	6 13,06055	6 14,50671	6 14,91309
0,6 11,84702	0,6 10,63629	0,6 11,84982	6,1 13,20629	6,1 14,53193	6,1 15,2438
0,7 12,36655	0,7 11,52752	0,7 12,15251	6,2 13,15024	6,2 13,92096	6,2 16,12662
0,8 12,38793	0,8 13,14743	0,8 12,23658	6,3 13,59025	6,3 14,54594	6,3 15,82954
0,9 12,18614	0,9 12,30665	0,9 12,60653	6,4 13,22871	6,4 14,66645	6,4 15,6726
1 12,16091	1 13,25113	1 12,40194	6,5 13,4333	6,5 14,73092	6,5 15,82114
1,1 12,80552	1,1 13,73879	1,1 12,73545	6,6 13,39126	6,6 14,47307	6,6 15,98929
1,2 12,99329	1,2 13,7556	1,2 13,1138	6,7 13,79484	6,7 14,54874	6,7 15,62215
1,3 12,95405	1,3 13,73598	1,3 13,69678	6,8 14,04988	6,8 14,4955	6,8 15,84356
1,4 13,03533	1,4 13,89293	1,4 12,81112	6,9 13,84248	6,9 14,73932	6,9 16,03133
1,5 12,81392	1,5 14,24326	1,5 13,30158	7 13,87331	7 14,27409	7 15,54368
1,6 12,83634	1,6 13,95459	1,6 13,83408	7,1 13,67433	7,1 14,77576	7,1 16,33121
1,7 12,62895	1,7 14,86264	1,7 13,4277	7,2 13,46413	7,2 15,64457	7,2 16,11821
1,8 12,84755	1,8 14,43664	1,8 13,33801	7,3 13,82847	7,3 15,04201	7,3 16,02573
1,9 12,90921	1,9 14,04708	1,9 13,56503	7,4 13,91816	7,4 14,42823	7,4 16,11261
2 12,56729	2 14,30772	2 13,68274	7,5 14,08351	7,5 15,07844	7,5 15,30826
2,1 12,5785	2,1 14,47027	2,1 13,64335	7,6 14,04427	7,6 14,90188	7,6 14,82901
2,2 12,64857	2,2 14,59639	2,2 13,68554	7,7 13,89013	7,7 15,16812	7,7 15,92203
2,3 12,63175	2,3 14,22364	2,3 13,95179	7,8 13,82287	7,8 14,98035	7,8 16,49376
2,4 12,99049	2,4 14,21804	2,4 14,20122	7,9 13,87051	7,9 14,89347	7,9 15,79591
2,5 13,09419	2,5 15,18494	2,5 14,00504	8 14,35256	8 15,07844	8 15,98369
2,6 13,25113	2,6 15,68661	2,6 14,56836	8,1 14,17319	8,1 15,08965	8,1 16,04815
2,7 13,74445	2,7 15,66419	2,7 14,68327	8,2 13,5398	8,2 14,78697	8,2 16,04535
2,8 13,23151	2,8 16,14904	2,8 14,46747	8,3 13,73038	8,3 14,98035	8,3 15,79311
2,9 13,25393	2,9 15,35559	2,9 14,74213	8,4 14,20122	8,4 15,01118	8,4 16,28357
3 13,85089	3 14,91869	3 14,42263	8,5 14,24326	8,5 14,93831	8,5 16,35363
3,1 13,99383	3,1 14,85143	3,1 14,33855	8,6 14,50951	8,6 14,84863	8,6 16,26675
3,2 14,00784	3,2 14,90748	3,2 14,33575	8,7 14,35817	8,7 14,91309	8,7 16,25274
3,3 13,88554	3,3 15,07003	3,3 13,88172	8,8 14,33294	8,8 15,1373	8,8 16,3144
3,4 13,58464	3,4 14,96353	3,4 14,10313	8,9 14,06109	8,9 15,15972	8,9 16,09019
3,5 13,38566	3,5 14,64964	3,5 15,05602	9 13,84809	9 15,22418	9 16,35083
3,6 13,62388	3,6 14,61881	3,6 14,17039	9,1 13,88733	9,1 15,29704	9,1 16,00611
3,7 12,92503	3,7 14,59078	3,7 14,55435	9,2 13,88172	9,2 15,48762	9,2 16,07898
3,8 13,39967	3,8 14,52072	3,8 14,66365	9,3 13,56503	9,3 15,52125	9,3 15,7819
3,9 13,29037	3,9 14,20402	3,9 14,34976	9,4 13,2175	9,4 15,55489	9,4 15,97248
4 13,07176	4 15,2522	4 14,8178	9,5 13,71917	9,5 16,13223	9,5 16,08458
4,1 13,20349	4,1 15,26061	4,1 14,53473	9,6 13,67993	9,6 15,19895	9,6 15,73145
4,2 13,30438	4,2 15,34749	4,2 14,25727	9,7 13,98542	9,7 15,10547	9,7 16,28357
4,3 13,09419	4,3 15,44558	4,3 14,0861	9,8 13,76681	9,8 14,90188	9,8 15,85477
4,4 13,13903	4,4 15,21297	4,4 14,40021	9,9 14,05629	9,9 14,90188	9,9 16,50217
4,5 13,06055	4,5 15,08405	4,5 14,61321	10 13,80605	10 13,80605	10 13,80605
4,6 13,03253	4,6 15,00277	4,6 15,38673			
4,7 12,93444	4,7 14,97194	4,7 14,26848			
4,8 13,30158	4,8 15,02519	4,8 14,64964			
4,9 13,50056	4,9 14,90188	4,9 15,08965			
5 13,30158	5 14,54034	5 14,85984			
5,1 13,18947	5,1 14,62901	5,1 14,90468			
5,2 13,28476	5,2 14,74773	5,2 15,04761			
5,3 13,30158	5,3 14,96073	5,3 14,95232			
5,4 13,68274	5,4 14,35256	5,4 14,8234			

FIGURA 6.1.3c – Modelo do relatório emitido após término do processo de avaliação objetiva da força labial (Segunda planilha)

## 6.2 Realização das medições

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais sob o número 525/06 (ANEXO D.1). Constituíram a amostra deste estudo os sujeitos que concordaram em participar após lerem a Carta de Informação e assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O desenvolvimento deste estudo contou com a elaboração e execução de duas etapas distintas. Inicialmente foi realizada a avaliação subjetiva da força labial e em um segundo momento foram feitas as medições quantitativas.

As avaliações subjetivas foram realizadas por três fonoaudiólogas com especialização em Motricidade Orofacial, de modo independente, sendo que cada uma utilizou os mesmos procedimentos e classificou a força dos lábios em normotensos, levemente hipotensos, hipotensos ou hipertensos. Esta avaliação contou com a palpação dos lábios em repouso, dos lábios protruídos (movimento de bico fechado) e da avaliação da força de contra resistência dos lábios. As avaliadoras utilizaram luvas plásticas descartáveis e as instruções passadas aos participantes foram que mantivessem inicialmente a postura habitual dos lábios e posteriormente pressionassem os lábios contra o dedo da avaliadora, posicionado entre os dentes e os lábios, com a maior força que conseguissem. A avaliação foi realizada separadamente para o lábio superior e inferior. Foram incluídos na pesquisa apenas os sujeitos classificados como apresentando normotensão dos lábios pelas três fonoaudiólogas avaliadoras. Foram excluídos os indivíduos que relataram qualquer alteração relacionada ao sistema sensorio motor oral, ou apresentaram alterações no frênulo labial ou nas estruturas dentárias (alterações ortodônticas tais como mordida aberta, mordida cruzada, apinhamento dentário; ou ortopédicas, como indivíduos que apresentaram relação desarmônica entre a mandíbula e a maxila).

A amostra desta pesquisa foi composta por 20 mulheres, na faixa etária de 20 a 28 anos (média de 23,2 anos), estudantes do Curso de Graduação em Fonoaudiologia da Universidade Federal de Minas Gerais.

Ao iniciar as primeiras medições foi observado que mediante a ordem de tracionar o inserto com os lábios, os indivíduos participantes tracionavam também a cabeça para posterior. Desta

forma a força emitida seria a somatória das forças da tração labial e cervical. Para solucionar este problema foi elaborado e construído especialmente para este projeto um apoio para a cabeça dos participantes que teve como objetivo manter a cabeça imóvel durante as medições, como apresenta a FIG. (6.2a). O aparato construído possui regulagem na altura e no perímetro da cabeça, sendo também de fácil locomoção. Este suporte impossibilitou que os resultados sofressem interferência da movimentação cervical (tração).



FIGURA 6.2a – Suporte de cabeça para evitar movimentação cervical

Inicialmente os indivíduos participantes foram orientados a permanecer na posição sentada e foi feita a adaptação com o apoio de cabeça. Em seguida foi realizado o encaixe do inserto na posição intralabial. O encaixe correto posicionava o inserto a uma distância média de 1 centímetro dos dentes frontais. Para posicioná-lo, o avaliador apoiava o inserto sobre os dentes frontais e tracionava o mesmo em direção aos lábios, de modo a protruí-los levemente. Neste momento, o fio de aço responsável pelo acoplamento mecânico era ajustado de forma a ficar esticado, possibilitando a transmissão correta da informação do inserto para a célula de carga. Com o encaixe correto eram aguardados 60 segundos de acomodação. O participante foi instruído a ficar na posição mais confortável possível.

Após o período de acomodação, foi solicitado a cada indivíduo que fizesse uma força de tração labial contra o inserto encaixado na cavidade oral. A orientação foi que fizesse a maior força possível e que mantivesse esta força por 10 segundos, até ouvir um apito sonoro

indicativo, gerado pelo sistema FORLAB. Ao término deste período foram aguardados dois minutos para descanso e logo em seguida realizada outra medição do mesmo modo. Para cada indivíduo foram realizadas três medições. A FIG. (6.2b) mostra a realização de um teste.



FIGURA 6.2b - Realização da avaliação objetiva da força dos lábios

Os três sinais armazenados foram utilizados para caracterizar o perfil da força do indivíduo. As três medições são necessárias, uma vez que se trata de um sistema biológico complexo sujeito à interferência do meio. Assim, pode-se inferir um “sinal médio” que caracteriza o indivíduo.

### **6.3 Validação do sistema de medida**

O sistema de medida foi submetido à calibração, em estado estacionário, por meio de padrão primário de força, realizado no Laboratório Isaac Newton do Setor de Testes Físicos (STF) do CETEC MG. A qualidade metrológica do instrumento foi caracterizada pelo erro de indicação e a incerteza de calibração, ambos em cada ponto.

O sistema de medição calibrado constou do transdutor de força, da placa de aquisição de dados e do computador pessoal. Calibrou-se no modo de tração segundo normas específicas (ASTM, 2006; ABNT, 2002).

Além da caracterização em estado estacionário, para conferir a qualidade metrológica do sistema foram utilizados os conceitos de repetitividade e reprodutibilidade seguindo as recomendações da Portaria Inmetro 029 de 1995 (INMETRO, 2003). Esse procedimento é fundamental para proporcionar confiabilidade às medidas. Dessa maneira é possível afirmar que as variações dos três sinais obtidos para cada indivíduo é uma característica daquele indivíduo e não incerteza do sistema de medida. Observou-se uma incerteza na medição de apenas +/- 0,43%.

## 7 RESULTADOS

Após conclusão das etapas de desenvolvimento e construção do protótipo para medição objetiva da força dos lábios humanos, foram realizadas algumas medições cujos resultados estão apresentados a seguir. Optou-se pela análise estatística descritiva, considerando o número reduzido da amostra, uma vez que o objetivo principal deste estudo foi descrever a elaboração do aparelho.

Na TAB. (7.1) são apresentados os valores médios obtidos nos três testes realizados com o mesmo sujeito, a média global (correspondente a média das médias dos três testes), o desvio padrão da média global e o coeficiente de variação de Pearson (CVP), para cada participante.

TABELA 7.1

Medidas de tendência central e dispersão das médias dos três testes realizados com cada sujeito

Participantes	Idade	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Média global	Desvio padrão	CVP (%)
1	20	11,17	7,06	9,29	9,17	2,06	22,43
2	26	13,19	14,36	14,69	14,08	0,79	5,60
3	22	7,53	7,22	8,97	7,91	0,93	11,81
4	25	4,43	7,20	7,07	6,23	1,56	25,08
5	21	9,93	5,04	6,21	7,06	2,55	36,17
6	28	6,96	7,67	7,35	7,33	0,36	4,85
7	24	12,49	10,58	11,70	11,59	0,96	8,28
8	23	9,56	11,96	6,74	9,42	2,61	27,74
9	22	5,85	8,66	7,09	7,20	1,41	19,56
10	24	10,25	10,86	9,84	10,32	0,51	4,98
11	23	9,06	8,20	9,51	8,92	0,67	7,46
12	20	3,99	8,61	7,96	6,85	2,50	36,49
13	22	8,33	10,22	7,44	8,66	1,42	16,39
14	23	4,76	7,47	8,35	6,86	1,87	27,28
15	23	10,58	12,59	20,08	14,42	5,01	34,73
16	21	5,14	9,91	6,98	7,34	2,41	32,76
17	25	5,85	10,76	10,72	9,11	2,82	30,99
18	23	7,54	8,18	7,52	7,75	0,38	4,85
19	27	12,21	11,01	8,83	10,68	1,71	16,04
20	22	4,71	8,89	7,25	6,95	2,11	30,30

Observa-se no gráfico da FIG. (7.1) a dispersão dos valores dos coeficientes de variação descritos na TAB. (7.1).

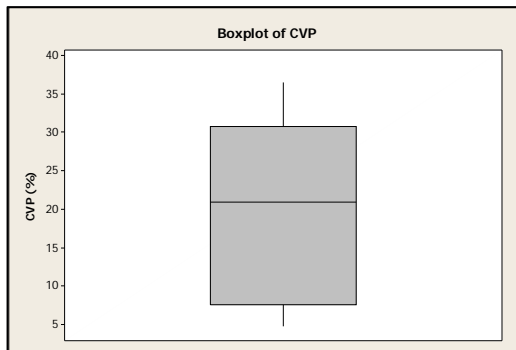


FIGURA 7.1 – Coeficiente de variação entre as médias dos três testes realizados com cada sujeito

Uma análise específica das medições realizadas em cada teste é apresentada nas tabelas que se seguem. Estão apresentadas as médias separadamente dos Testes 1, 2 e 3, o desvio padrão, o coeficiente de variação e os valores mínimo e máximo obtidos no período de 10 segundos de cada um dos testes.

TABELA 7.2

Medidas de tendência central e dispersão dos valores de força obtidos no Teste 1

Participantes	Teste 1	Desvio padrão	CVP (%)	Mínimo	Máximo
1	11,17	1,21	10,83	8,55	13,26
2	13,19	1,01	7,69	8,13	14,51
3	7,53	0,37	4,86	6,52	8,14
4	4,43	0,22	4,96	3,89	4,84
5	9,93	1,18	11,85	5,36	11,63
6	6,96	0,38	5,45	6,33	8,14
7	12,49	0,87	6,96	10,08	13,97
8	9,56	0,76	7,96	7,65	10,53
9	5,85	1,03	17,67	3,15	7,93
10	10,25	0,58	5,68	9,30	11,56
11	9,06	0,54	6,00	7,25	9,90
12	3,99	0,28	6,93	3,48	4,71
13	8,33	0,83	9,92	6,66	9,92
14	4,76	0,29	6,11	3,90	5,38
15	10,58	0,58	5,49	9,18	11,41
16	5,14	0,27	5,34	4,50	5,90
17	5,85	1,27	21,65	3,74	8,45
18	7,54	0,59	7,80	6,37	8,75
19	12,21	0,30	2,48	11,39	12,84
20	4,71	0,82	17,49	3,02	6,64



TABELA 7.3

Medidas de tendência central e dispersão dos valores de força obtidos no Teste 2

Participantes	Teste 2	Desvio padrão	CVP (%)	Mínimo	Máximo
1	7,06	1,55	21,95	4,94	12,63
2	14,36	1,53	10,65	8	16,15
3	7,23	0,71	9,82	6,07	8,71
4	7,21	0,56	7,77	4,41	8,77
5	5,04	1,77	35,12	2,54	8,64
6	7,68	0,5	6,51	6,18	9,08
7	10,59	1,07	10,10	7,41	12,99
8	11,96	0,31	2,59	9,69	12,51
9	8,67	0,91	10,50	7,3	10,22
10	10,87	0,69	6,35	9,45	12,23
11	8,2	0,77	9,39	6,81	10,06
12	8,62	0,89	10,32	4,55	9,99
13	10,23	1,38	13,49	5,81	13,24
14	7,48	0,53	7,09	5,26	8,45
15	8,9	1,18	13,26	4,74	11,37
16	12,6	0,97	7,70	10,64	15,19
17	9,92	0,65	6,55	4,58	10,55
18	10,76	0,75	6,97	7,57	12,72
19	8,18	0,47	5,75	6,75	9,18
20	11,02	0,46	4,17	9,03	12,27

TABELA 7.4

Medidas de tendência central e dispersão dos valores de força obtidos no Teste 3

Participantes	Teste 3	Desvio padrão	CVP (%)	Mínimo	Máximo
1	9,29	1,52	16,34	4,75	12,63
2	14,69	1,36	9,24	11,11	16,50
3	8,97	0,43	4,75	7,97	9,69
4	7,07	0,59	8,33	4,41	8,40
5	6,21	0,75	12,15	4,30	7,36
6	7,35	0,46	6,31	6,38	8,45
7	11,70	2,17	18,52	4,97	14,22
8	6,74	0,99	14,74	3,22	9,69
9	7,09	0,37	5,17	6,41	7,93
10	9,84	1,77	18,02	4,46	11,34
11	9,51	1,38	14,47	7,19	12,09
12	7,96	0,55	6,88	4,55	9,05
13	7,44	1,01	13,59	4,47	9,43
14	8,35	0,60	7,20	5,26	9,92
15	20,08	1,46	7,27	11,03	21,90
16	6,98	0,59	8,43	4,58	8,33
17	10,72	1,46	13,64	7,57	14,24
18	7,52	0,62	8,18	6,17	8,99
19	8,83	0,49	5,58	6,87	12,27
20	7,25	2,05	28,27	1,72	10,37

Observa-se nos gráficos a seguir, FIG. (7.2), a dispersão dos valores dos coeficientes de variação dos Testes 1, 2 e 3, respectivamente.

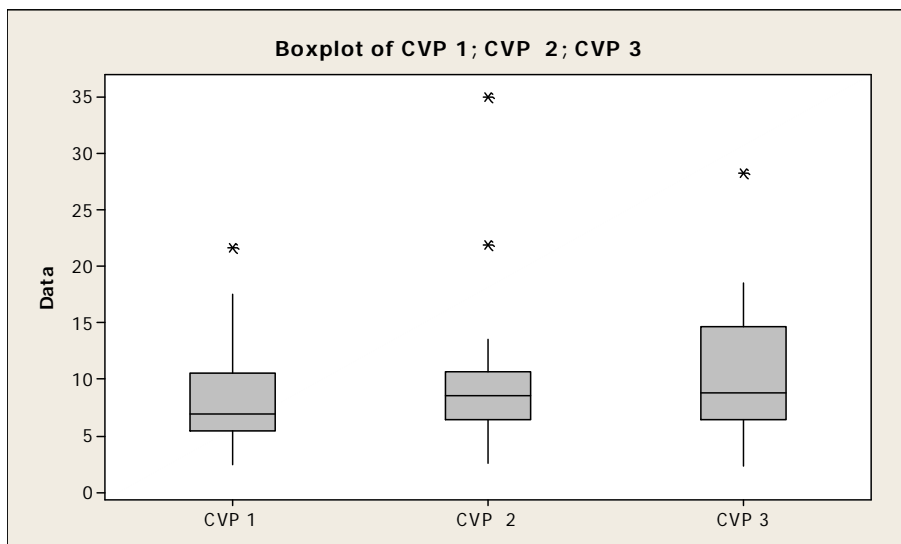


FIGURA 7.2 – Coeficiente de variação entre as médias dos Testes 1, 2 e 3, respectivamente

Os gráficos abaixo, FIG. (7.3), apresentam a distribuição das médias obtidas em cada um dos testes realizados separadamente.

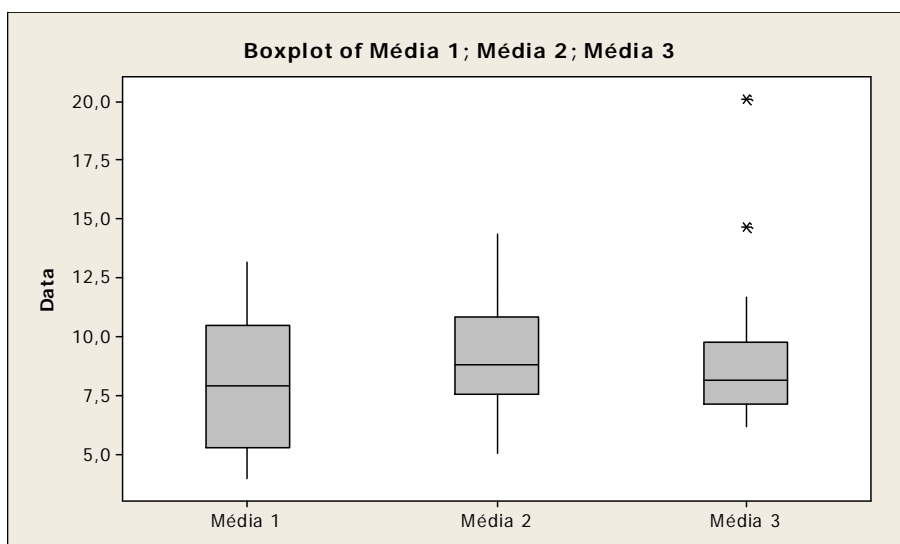


FIGURA 7.3 – Distribuição das médias obtidas nos Testes 1, 2 e 3, respectivamente

Por fim, a TAB. (7.5) apresenta uma análise comparativa intersujeitos, onde está apresentada a média dos Testes 1, 2 e 3 (valor relativo à média dos valores médios de todos os participantes para cada teste), o desvio padrão desta média, a mediana e o coeficiente de variação.

TABELA 7.5

Medidas de tendência central e dispersão na análise comparativa intersujeitos

Participantes	Teste 1	Teste 2	Teste 3
Média	8,18	9,32	9,18
Desvio padrão	2,92	2,24	3,26
Mediana	7,94	8,78	8,16
CVP (%)	35,76	24,02	35,53

O comportamento das medidas analisadas na TAB. (7.5) encontra-se ilustrado no gráfico abaixo, FIG. (7.4).

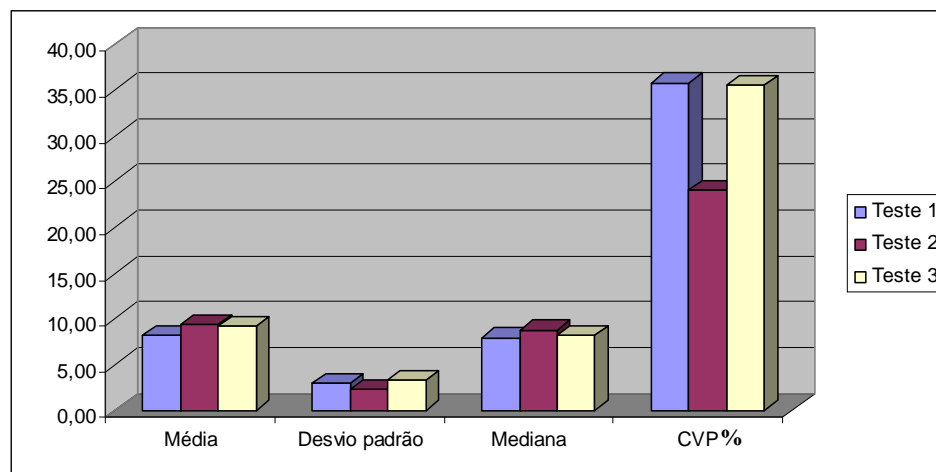


FIGURA 7.4 – Comportamento das medidas analisadas ao longo dos Testes 1, 2 e 3

## 8 DISCUSSÕES

A importância da preocupação em se analisar a força de estruturas orais, como os lábios humanos, é claramente relatada por vários autores, que enfatizam a implicação de alterações deste órgão nas diversas funções do sistema sensorio motor oral (FIGUN; GARINO, 2003; DOUGLAS, 2002; GONZALEZ; LOPES; 2000).

Estão descritos na literatura alguns instrumentos que podem auxiliar na avaliação de força dos lábios humanos. No entanto, como já exposto, nenhum destes métodos possibilita um paralelo com alguma avaliação clínica subjetiva realizada atualmente na clínica fonoaudiológica. Alguns fornecem dados do potencial elétrico do músculo (ANDRADE; SASSI, 2003; MARCHIORI; VITTI, 1996; TOME; MARCHIORI, 1998; TOME; MARCHIORI, 1999), enquanto a grande maioria analisa a força dos lábios sobre as estruturas dentárias por meio de sensores fixados aos dentes ou em alguma aparatologia dentária (GENTIL; TOURNIER, 1998; KUÇUKKELE; CEYLANOLU, 2002; MC HENRY et al, 1999; RUAN et al, 2004; RUAN et al, 2007). Como a técnica de referência para os profissionais é a avaliação clínica (JUNQUEIRA, 2005), a construção de um aparelho com os mesmo princípios metodológicos é fundamental para qualquer comparação.

Um único trabalho (POSEN, 1976) apresentou uma metodologia baseada no sentido da força utilizada neste estudo, tração. Mas, o aparelho descrito, permitia que os sujeitos tracionassem todo o corpo contra um inserto de diâmetro extremamente reduzido encaixado entre os lábios. Quando comparamos os valores de força descritos pelo autor com os encontrados neste estudo, observamos medidas mais baixas, que variaram de 160 a 260 gramas, equivalente a 1,6 e 2,6 N. Neste estudo não foram apresentadas as dimensões do inserto utilizado, apenas sua apresentação por meio de fotos. Possivelmente, a dimensão reduzida do sensor intralabial favoreceu para que o mesmo saísse da boca com facilidade. No presente estudo houve a preocupação em elaborar um suporte para impossibilitar que a movimentação cervical interferisse na avaliação e o desenvolvimento de um inserto que abrangesse a área correta da musculatura estudada. A construção do suporte de cabeça para impedir ação de outras forças foi extremamente eficaz quando comparadas medidas realizadas com e sem o uso do mesmo. Deste modo, foi possível afirmar que a força de contra resistência medida partiu apenas da musculatura da região facial e não cervical.

O único ponto que difere a avaliação clínica do protótipo aqui apresentado é que na primeira a avaliação de força é realizada separadamente para o lábio superior e inferior, enquanto que o protótipo avalia a força dos lábios ao mesmo tempo. Este fato deve-se a grande dificuldade em elaborar um sensor intralabial que permaneça apoiado apenas em um dos lábios. Como a força é transmitida ao longo de um eixo único, em casos de assimetria na força dos lábios, o aparelho representará isto com uma diminuição da força, porém com a limitação de não definir de qual lábio ocorre o problema. Mas, ao longo de um acompanhamento terapêutico será possível visualizar o ganho de força de forma generalizada por meio da reprodução das medições. Desta forma a avaliação clínica continuará sendo de grande importância para o fechamento do diagnóstico fonoaudiológico.

Sabe-se que a avaliação clínica, considerada subjetiva por não quantificar os valores de força e ser dependente da experiência clínica do profissional avaliador, é a avaliação de referência para os profissionais da área. A proposta deste estudo é, portanto, desenvolver um protótipo de um aparelho que possa auxiliar esta avaliação por meio de dados quantitativos. Para tanto, o sistema apresentado segue os mesmos princípios da avaliação clínica, analisando, portanto, a mesma força (contra resistência). Com isto, poderão ser comparadas as avaliações subjetivas (realizadas clinicamente) e as avaliações objetivas (medições realizadas com o aparelho). Em especial neste trabalho foram avaliados apenas sujeitos classificados como normotensos à avaliação clínica, mas, como projeto futuro, pretende-se comparar alterações encontradas nas avaliações clínicas (hipotensão e/ou hipertensão), com valores numéricos. Será avaliada a possibilidade de se classificar faixas de valores médios que representem cada avaliação clínica (normotensão, leve hipotensão, hipotensão, hipertensão), como apresentado em outro estudo (POSEN, 1976).

Estudos prévios para concluir cada etapa da construção do aparelho foram fundamentais para a finalização do projeto. No entanto, algumas limitações poderão ser encontradas durante a fase de validação do aparelho. Trabalhos futuros deverão responder o exato peso destas limitações, mas acredita-se que o encaixe correto do inserto (sensor intralabial) ficará limitado quando nos depararmos com sujeitos que apresentem alterações ortodônticas ou dentárias, como mordida aberta anterior, mordida cruzada e apinhamentos dentários graves. Neste estudo todos os insertos foram encaixados adequadamente, uma vez que um dos critérios de exclusão da amostra foi a presença de alterações dentárias ou ortodônticas.

Algumas dificuldades encontradas foram a padronização da distância entre o inserto e os dentes frontais, e o posicionamento correto do fio de aço (acoplamento mecânico). A distância para posicionar corretamente o inserto foi medida subjetivamente a partir do apoio do inserto sobre os dentes e a tração realizada pelo avaliador provocando um deslocamento de 10 mm, gerando leve projeção dos lábios. O posicionamento do fio, para possibilitar um acoplamento mecânico correto, era feito também de modo subjetivo, onde o avaliador ajustava as partes do sistema de medição no intuito de manter o fio o mais esticado possível. Estes problemas poderão ser solucionados por meio da substituição do fio de aço por um acoplamento mecânico rígido, talvez uma haste metálica, e a marcação de um ponto que possibilite visualizar a distância que os dentes se encontram do inserto.

A utilização do *Software* FORLAB 2.0, desenvolvido no CETEC especialmente para a supervisão e análise dos dados medidos, facilitou muito o procedimento de medição. O controle dos tempos pré-estabelecidos foi realizado pelo programa, impedindo erros na contagem. As instruções fornecidas aos participantes também seguiram a seqüência do programa, observando-se grande facilidade na visualização e análise dos resultados, apresentados de forma clara no relatório final.

A seleção da amostra foi realizada no intuito de avaliar um grupo com o mínimo possível de variações interpessoais. A influência de vários fatores implica significativamente nos resultados de estudos com seres humanos, como relatado em vários trabalhos (GONZÁLEZ et al, 2004; CANTERO et al, 2003; RUAN et al, 2004). Desta forma o controle sobre as variáveis sexo e idade favoreceu a análise dos resultados.

Para análise dos resultados optou-se por utilizar o coeficiente de variação de Pearson (CVP), uma medida de dispersão relativa, ou seja, uma medida adimensional que fornece dados quanto a homogeneidade dos resultados. Inicialmente, na TAB. (7.1) e FIG. (7.1), observamos grande variabilidade nos coeficientes de variação, mostrando sujeitos que apresentaram grande homogeneidade entre os três testes (CVP igual a 4,85%) e sujeitos que apresentaram grande dispersão nas médias das três medições (CVP igual a 36,49%) (SOARES; SIQUEIRA, 2002).

Quando a análise se restringe aos dados de cada medição separadamente, observamos que os CVP apresentam dados mais homogêneos. Especialmente na análise do Teste 2, 90% da amostra apresentou coeficientes de variação classificados como baixos (até 10%) e médios (de 10 a 20%) e apenas dois sujeitos apresentaram valores classificados como alto (de 20 a 30%) e muito alto (acima de 30%). Estes sujeitos constituíram 10% da amostra e foram considerados “*outliers*”, conforme apresentado na FIG. (7.2). Esta análise nos mostra que pode haver influência dos aspectos aprendizado (Teste 1) e cansaço muscular (Teste 3). Com estes dados pode-se dizer que na primeira avaliação o paciente passará por momentos de acomodação ao aparelho, onde apresentará uma curva de força menos constante; enquanto no Teste 2, ele demonstrará o seu real potencial de força labial com valores maiores e uma curva com pouca dispersão. No Teste 3 os valores de força tendem a decair, indicando ao profissional avaliador um possível cansaço do músculo orbicular da boca. Com este conhecimento sugere-se que apenas a execução dos Testes 1 e 2 seja suficiente para avaliar a força dos lábios humanos.

Na Tabela 7.5 está apresentada a análise intersujeitos. Observam-se valores altos de CVP, mostrando pouca homogeneidade entre os dados. No entanto, em uma análise mais ampla, vimos que o CVP tende a ser mais alto nos Testes 1 e 3, e menor no Teste 2, reafirmando a influência do aprendizado e cansaço muscular. O valor médio de força das três medições também apresenta-se mais alto no Teste 2, mostrando o maior potencial do indivíduo. Esta variabilidade interpessoal é esperada, uma vez que, em se tratando de seres humanos, ou seja, sistemas biológicos com inúmeras peculiaridades, a análise intrasujeito apresenta valores mais representativos. Isto nos sugere que a análise quantitativa da força dos lábios poderá ser um instrumento extremamente eficaz para comparar a evolução de um paciente ao longo do processo terapêutico, mas que talvez não possibilite a categorização de valores exatos que possam classificar um sujeito como apresentando normo, hipo ou hipertensão da musculatura labial.

Durante as medições a ordem dada aos sujeitos foi que pressionassem o inserto intralabial contra os dentes, com a maior força que conseguissem. Quatro indivíduos apresentaram, além da contração do músculo orbicular da boca, uma hipercontração da musculatura perioral e mental. Sabe-se que estes músculos têm como apoio a musculatura labial, sendo assim, se contraem para compensar a diminuição da força dos lábios, neste caso gerada pelo cansaço do músculo orbicular da boca (ZEMLIN, 2000). Estas compensações apareceram apenas no

Teste 3 destes quatro indivíduos, e provocaram alteração na posição correta do inserto, empurrando o mesmo para fora da cavidade oral. Nenhum dos insertos chegou a sair da cavidade oral no período da medição, 10 segundos. Mediante estas observações alguns testes foram realizados pelos pesquisadores, provocando uma hipercontração voluntária da musculatura perioral e mental, para verificar possíveis alterações dos valores medidos. Foi observado que os valores das medições praticamente apresentam-se inalterados com e sem a hipercontração desta musculatura, uma vez que esta ação compensatória não é somada à ação do músculo orbicular da boca, mas sim executada em um sentido que provoca a instabilidade do inserto com conseqüente tendência à saída do mesmo da cavidade oral. Como relatado, este fato aconteceu apenas nos Testes 3, evidenciando ainda mais o cansaço muscular e indicando a não necessidade de realização de uma terceira medição. Uma provável possibilidade de controlar estas compensações musculares é a utilização de um eletromiógrafo concomitante à realização das medições, ou seja, enquanto mede-se a força do músculo orbicular da boca, observa-se o potencial elétrico gerado pelos músculos que envolvem a estrutura labial, assegurando assim sua não participação.

Observa-se ainda que o perfil de força dos lábios humanos caracteriza-se por pequena variação ao longo do tempo de medição, sem observação de pontos notáveis definidos como pico de explosão de força ou decaimento. Esta curva com pouca dispersão foi observada principalmente nas análises dos Testes 2, pois na primeira medição, como conseqüência da acomodação e aprendizado, observa-se maior dispersão dos valores ao longo do tempo.

É importante ressaltar que o sistema de medida proposto apresentou uma incerteza de medição de no máximo  $\pm 0,43$  N. Com esta preocupação metrológica pode-se afirmar que os valores obtidos realmente apresentam a característica da musculatura labial e não erros provenientes do sistema de medição.

Enfatiza-se a importância do desenvolvimento de métodos quantitativos para medição das forças orais, os quais auxiliarão o profissional fonoaudiólogo a quantificar a evolução terapêutica, bem como facilitar a comunicação dos diversos profissionais que possam estar envolvidos com um mesmo paciente.



Neste ponto de vista a Biomecânica favorece a elaboração e execução destes projetos multiprofissionais, onde é necessária a troca de conhecimentos entre profissionais de diferentes áreas, como as engenharias e as ciências da saúde.

O objetivo principal deste estudo foi alcançado por meio da apresentação de um protótipo que conseguiu representar de forma objetiva a avaliação da força labial realizada atualmente pelos fonoaudiólogos.

## 9 CONCLUSÃO

Foi possível avaliar a força de contra resistência do músculo orbicular da boca por meio de dados quantitativos, gerados por um protótipo que reproduz uma das avaliações clínicas da força dos lábios humanos realizadas atualmente pelos fonoaudiólogos, observando-se um perfil de força com pequena variação ao longo do tempo de medição e ausência de pontos notáveis que possam definir uma configuração única para a curva força x tempo, tais como pico de explosão de força ou decaimento.

## 10 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros sugere-se a medição da força dos lábios em um número maior de sujeitos, possibilitando uma análise estatística aprofundada e conseqüente validação da aplicação clínica do aparelho. Deverão também ser avaliados sujeitos com diferentes classificações de força na avaliação clínica, como os casos de hipo e hipertensão do músculo orbicular da boca, para comparação com os valores obtidos nas medições.

A peculiaridade das arcadas dentárias dos sujeitos poderá ser uma fonte de problemas futuros em uma utilização mais generalizada do aparelho. Estas alterações, como relatam alguns autores, interferem na harmonia craniofacial (DOUGLAS, 2002; FIGUN; GARINO, 2003; GONZALEZ E LOPES, 2000). O encaixe incorreto do inserto impossibilita a realização das medições, sendo uma alternativa a confecção de insertos individualizados, na tentativa de compensar estas alterações estruturais.

Sugere-se também modificações que possibilitem a padronização da distância entre a arcada dentária e inserto, e a substituição do acoplamento mecânico proposto por um rígido, com o objetivo de facilitar o correto posicionamento dos sujeitos durante os ensaios e a reprodução dos procedimentos com maior facilidade. Será necessário também um controle do ajuste fino, talvez do tipo manivela, para compensar a perda de flexibilidade com a substituição do acoplamento mecânico.

Novos estudos poderão ser realizados com a utilização de um eletromiógrafo para monitoramento da musculatura perioral e mental durante a realização das medições, no intuito de certificar que a avaliação representa a força exclusiva do músculo orbicular da boca.

Poderão também ser analisados diferentes períodos de medição e acomodação, para verificar possíveis interferências nos resultados finais obtidos.

Sugere-se por fim, a elaboração de novos protótipos, com metodologias diversificadas, utilizando, por exemplo, mecanismos que tracionem continuamente os lábios, para assim avaliar a força que estes conseguem manter até que o inserto saia da cavidade oral.

## ABSTRACT

The human lips strength evaluation is a common procedure in the speech therapy clinic. This evaluation is usually done in a subjective way, which depends on the professional's clinic experience, as there is no objective way of measuring the lip strength. The importance of knowing this strength is due to the fact that disturbances in the lip structure causes modifications in the correct pattern of many functions, such as speech, chewing, swallowing and also in the correct dental alignment.

The aim of this study was to develop a prototype to an objective lip strength measuring device capable to complement the subjective evaluation used by the speech therapists. To reach this goal, a measuring system was created which includes an intralips sensor connected to a cell type force transducer, which gives an analogical signal that is transmitted, processed and digitally stored. Twenty women, between 20 and 28 years of age, with proper lip tension in the subjective clinic evaluation, no history of disorders in stomathognasthic system structures and functions and no dental problem were evaluated.

Three measures of 10 seconds each with a 2 minutes break between the measurements were done for each patient. The results showed a high variation coefficient in the analysis of the three test results for each patient. The variation was smaller when considering only the second test, which suggests the interference of the fact that the patient learned in the first measuring. The analysis between the patients also showed a large variation of the measuring results. The present study idescribes the development of a measuring system capable of performing lip strength evaluation in a quantitative way. There was a small variation of force values during the time of each measurement and no distinguished sharp points that could define apattern of configuration to the curve strength X time were observed The presented data was relevant to show the importance of developing quantitative methods to measure the patient evolution during the treatment and also to collaborate to the communication between the various professionals involved in the treatment process.

**Key words:** Biomechanic/ Lip/ Instrumentation/ Stomatognathic System.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDRADE, C. R. F.; SASSI, F. C. Um estudo sobre eletromiografia: repouso, tensão labial máxima e mínima em falantes fluentes. **Pró-Fono**, v. 15, n. 2, p. 111-116, 2003.
2. ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Materiais metálicos – calibração de instrumentos de medição de força de uso geral, NBR 8197**. 2002, p. 1-5.
3. ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard practice of calibration of force-measuring for verifying the force indication of testing machines, ASTM E 74 –06**. 2006, p. 1-12.
4. CANTERO, L. S.; GONZÁLEZ, B. G.; FERNÁNDEZ, M. G. La fuerza labial superior y sus variaciones com la mioterapia. **Revista Cubana de Estomatología**, v. 40, n. 3, 2003.
5. CONSELHO FEDERAL DE FONOAUDIOLOGIA. Coordenação 9º Colegiado do CFFa, Gestão abril/2008 a abril/2009. **Apresenta História da Fonoaudiologia**. Disponível em: <<http://www.fonoaudiologia.org.br/htm/fono01.htm>> Acesso em: 21 abr. 2008.
6. DOUGLAS, C. R. **Tratado de Fisiologia Aplicada à Fonoaudiologia**. São Paulo: ROBE, 2002.
7. FIGÚN, M. E.; GARINO, R. R. **Anatomia Odontológica: funcional e aplicada**. Porto Alegre: ARTMED, 2003.
8. FRONZA, F. et al. Estudo morfofuncional do seguimento medial, porção superior, do músculo orbicular da boca em crianças com má oclusão de Classe II, divisão 1 de Angle e com modos respiratórios predominantemente nasal ou bucal. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, v. 9, n. 1, p. 88-102, 2004.

9. GARLINER, D. **Myofunctional therapy in dental practice**. 2. ed. New York, Bartel Dental Book Co.Inc, 1971.
10. GARRETO, A. L. Experiência fonoaudiológica no atendimento odontopediátrico e ortodôntico. In: MARCHESAN, I. Q (org). **Tratamento da deglutição: a atuação fonoaudiológica em diferentes países**. São José dos Campos: PULSO, 2005.
11. GENARO, K. F.; TRINDADE JÚNIOR, A. S.; TRINDADE, I. E. Electromyographic analysis of lip muscle function in operated cleft subjects. **Cleft Palate Craniofacial Journal**, v. 31, n. 1, p. 56-60, 1994.
12. GENTIL, M.; TOURNIER, C. L. Differences in fine control of forces generated by the tongue, lips and fingers in humans. **Archives of Oral Biology**, v. 43, p. 517-523, 1998.
13. GONZÁLEZ, B. G.; CANTERO, L. S.; BASNUEVA, B. A. A.; BETANCOURT, J. D. Fuerza labial superior em niños. **Revista Habanera de Ciências Médicas**, v. 3, n. 8, 2004.
14. GONZALEZ, N. Z. T.; LOPES, L. D. **Fonoaudiologia e ortopedia maxilar na reabilitação orofacial: tratamento precoce e preventivo – terapia miofuncional**. São Paulo: SANTOS, 2000.
15. IDERIHA, P. N.; LIMONGI, S. C. O. Avaliação eletromiográfica da sucção em bebês com Síndrome de Down. **Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, v. 12, n. 3, p.174-183, 2007.
16. INMETRO. ISO GUM - **Guia para a Expressão da Incerteza de Medição**. 3. ed. Rio de Janeiro: ABNT, INMETRO, 2003. 120 p.

17. JUNG, M.; YANG, W.; NAHM, D. Effects of upper lip closing force on craniofacial structures. **American Journal Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 123, n. 1, p. 58-63, 2003.
18. JUNQUEIRA, P. Avaliação Miofuncional. In: MARCHESAN, I. Q. **Fundamentos em Fonoaudiologia: aspectos clínicos da motricidade orofacial**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005. Cap. 3, p. 19-27.
19. KÖPF-MAIER, P. **Atlas de Anatomia Humana**. 6. ed. 2 vol. Rio de Janeiro: GUANABARA KOOGAN, 2006.
20. KUÇUKKELE, N.; CEYLANOLU, C. Changes in lip, cheek, and tongue pressures after rapid maxillary expansion using a diaphragm pressure transducer. **The Angle Orthodontist**, v. 73, n. 6, p. 662-668, 2002.
21. MARCHIORI, S. C.; VITTI, M. Estudo eletromiográfico do músculo orbicular da boca em indivíduos com oclusão normal e maloclusões durante a fala. **Pró-Fono**, v. 8, n. 1, p. 47-50, 1996.
22. MCHENRY, M. A.; MINTON, J. T.; HARTLEY, L. L.; CALHOUN, K.; BARLOW, S. S. Age-related changes in orofacial force generation in women. **The Laryngoscope**, v. 109, n. 55, p. 827-830, 1999.
23. OLIVEIRA, D. R. **Reconhecimento de faces usando redes neurais e biometria**. 2003. 166 f. Dissertação – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, 2003.
24. OZKAYA, N; NORDIN, M. **Fundamentals of Biomechanics: Equilibrium, Motion, and Deformation**. 2. ed. New York: SPRINGER, 1998. 393 p.
25. PELÁEZ, A.; GALLEGO, G.; JIMÉNEZ, I. D. Comportamiento de la actividad electromiográfica del músculo orbicular superior de los labios en niños con y sin lábio y paladar hendido. **CES Odontologia**, v. 19, n. 2, p. 25-29, 2006.

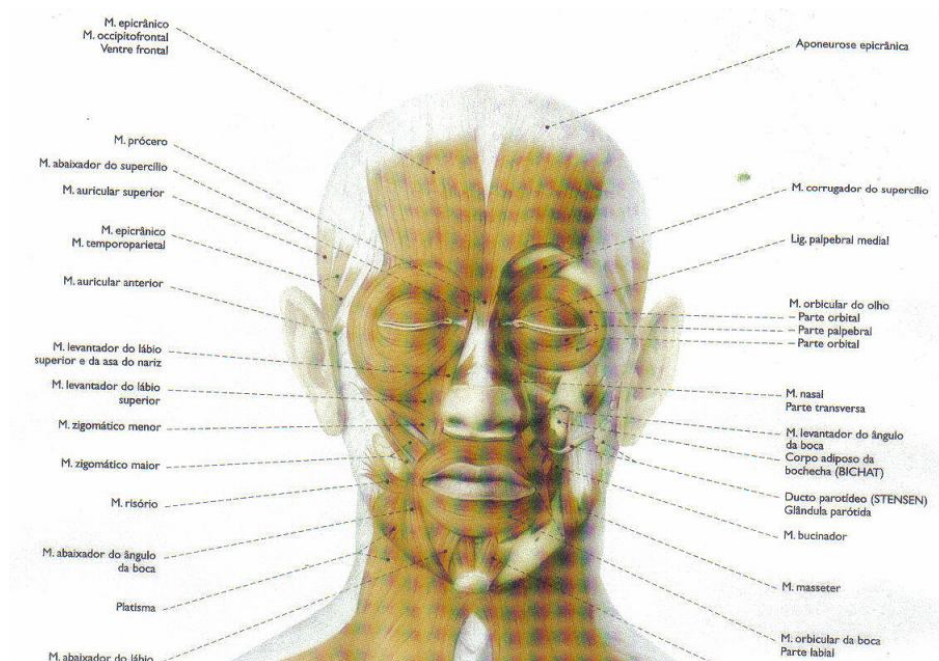
26. POSEN, A. L. The application of quantitative perioral assesment to orthodontic case analysis and treatment planning. **The Angle Orthodontist**, v. 46, n. 2, p. 118-143, 1976.
27. RUAN, W.; CHEN, M.; GU, Z.; YUAN, L.; SU, J.; GUO, Q. Muscular forces exerted on the normal deciduous dentition. **The Angle Orthodontist**, v. 75, n. 5, p. 785-790, 2004.
28. RUAN, W.; SU, J.; YE, X. Pressure from the lips and the tongue in children with class III malocclusion. **Journal of Zhejiang University**, v. 8, n. 5, p. 296-301, 2007.
29. RULI, L. P.; DUARTE, C. A.; MILANEZI, L. A.; PERRI, S. H. V. Frênulo labial superior e inferior: estudo clínico quanto a morfologia e local de inserção e sua influência na higiene bucal. **Revista de Odontologia da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v.2, n.3, p.195-205, jul.set.1997.
30. SOARES, J. F.; SIQUEIRA, A. L. **Introdução à Estatística Médica**. 2. ed. Belo Horizonte: COOPMED, 2002.
31. SOCIEDADE BRASILEIRA DE FONOAUDIOLOGIA. **Documento oficial 04/2007 do Comitê de Motricidade Orofacial da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**. São Paulo, 2007.
32. TOMÉ, M. C.; MARCHIORI, S. C. Análise eletromiográfica dos músculos orbicular superior e inferior da boca em crianças respiradoras nasais e bucais durante a emissão de sílabas. **Pró-Fono**, v. 11, n. 1, p. 1-7, 1999.
33. TOMÉ, M. C.; MARCHIORI, S. C. Estudo eletromiográfico dos músculos orbiculares superior e inferior da boca em crianças respiradoras nasais e bucais durante o repouso com e sem contato labial. **Jornal Brasileiro de Odontologia e Ortopedia Facial**, v. 3, n. 15, p. 59-66, 1998.



34. UNEMORI, M. et al. Apressure-Distribution Sensor (PDS) for evaluation of lip functions. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 109, n. 5, p. 473-480, 1996.
35. YATA, R.; MOTEGI, E.; UEDA, K.; TORIKAI, T. A lip seal study of Japanese children with malocclusion. **Bull Tokyo Dental College**, v. 42, n. 2, p. 73-78, 2001.
36. ZEMLIN, W. R. **Princípios de Anatomia e Fisiologia em Fonoaudiologia**. 4. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2000.

## ANEXO A

## A.1 – Figuras anatómicas para visualização externa dos lábios e do músculo orbicular da boca.



Músculo orbicular da boca (visão frontal).

FONTE - KÖPF-MAIER (2006).

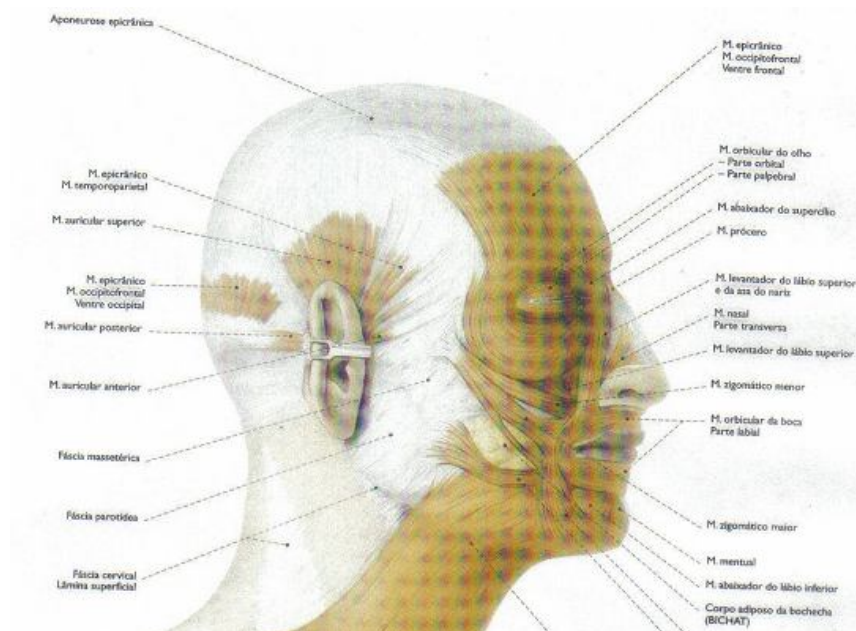
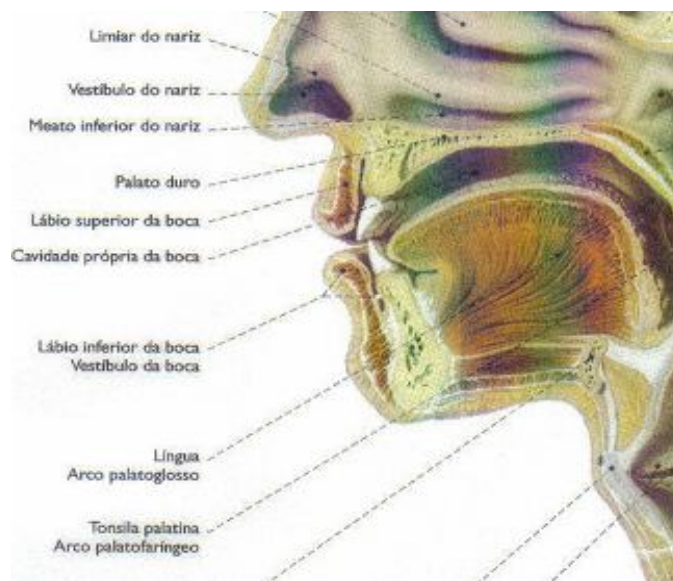


FIG. – Músculo orbicular da boca (visão lateral).

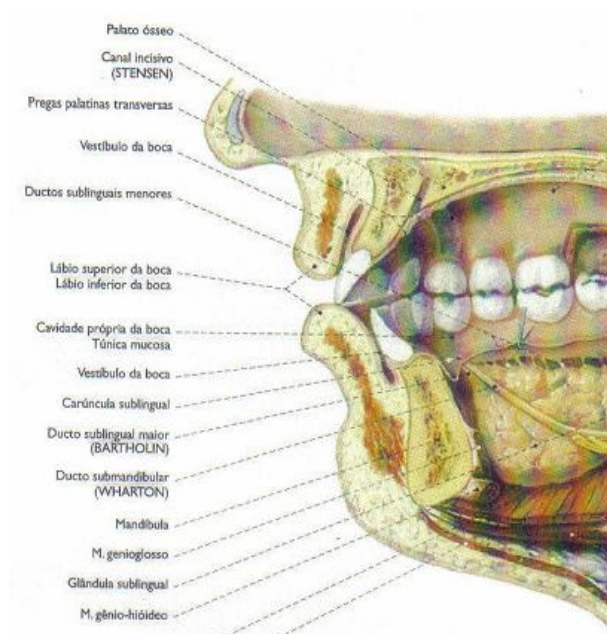
FONTE – KÖPF-MAIER (2006).

**A.2 – Figuras anatômicas para visualização da correlação entre o vedamento labial e a conformação das estruturas dentárias.**



Correlação vedamento labial x estruturas dentárias: incisivos centrais em posição correta.

FONTE – KÖPF-MAIER (2006).



Correlação vedamento labial x estruturas dentárias: incisivos centrais em labioversão.

FONTE – KÖPF-MAIER (2006).

## ANEXO B

## B.1 – Certificado dos ensaios realizados com o inserto intralabial.

 <b>Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais</b> Av. José Cândido da Silveira, 2000 - Bairro Horto Telefone (31) 3489-2000 - Fax (31) 3489-2200 31170-000 - Belo Horizonte - MG - Brasil	Setor de Testes Físicos
	Folha 01/03

## LABORATÓRIO ROBERT HOOKE

Cliente: *EEUFMG / DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA / GRUPO DE BIOMECÂNICA*  
*Rua Espírito Santo, 35, Centro, 30160-030 Belo Horizonte, MG*


Guia de Autorização de Serviços (GAS): Nº 61868


Objeto: dois protótipos de inserto para medição de forças labiais

Natureza do trabalho: verificação do comportamento à tração segundo procedimentos do Laboratório e instruções do Cliente

Data dos ensaios: 05.03.2008

Data de emissão: 24.03.2008

  
 Ademir Severino Duarte  
 Engº Industrial Mecânico CREA-MG 71497/D  
 Responsável pelos ensaios

  
 Jorge Milton Elias Saffar  
 Engº Civil CREA-MG 9685/D  
 Responsável pelo Laboratório  
 Coordenador do STF/CETEC

*Os resultados apresentados referem-se exclusivamente ao material descrito como Objeto*  
*Nas situações aplicáveis, o arredondamento dos nºs apresentados neste certificado foi realizado segundo as prescrições da NBR 5891/1977*  
*O CETEC autoriza a reprodução deste certificado, desde que qualquer cópia sempre apresente seu conteúdo integral*



## Continuação B.1

 <b>Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais</b> Av. José Cândido da Silveira, 2000 - Bairro Horto Telefone (31) 3489-2000 - Fax (31) 3489-2200 31170-000 - Belo Horizonte - MG - Brasil	Setor de Testes Físicos

## 1 Resultados

Protótipo		Força de ensaio / N	Obs.
Id.lab	Id.cli		
61868/01	—	135,4	(1)
61868/02	—	136,4	(1)

(1) verificada a ruptura do protótipo

## 1.1 Figuras ilustrativas dos ensaios (Figuras 1 a 3)

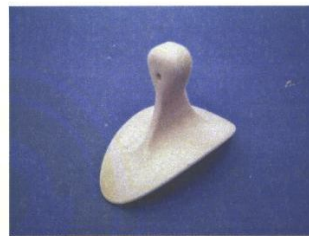
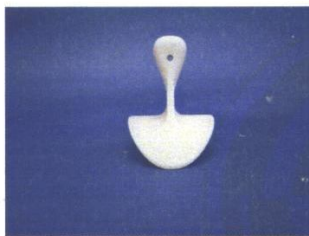


Figura 1 – Vistas do protótipo



Figura 2 – Montagem do protótipo na máquina de ensaios

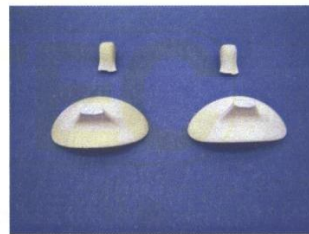


Figura 3 – Aspecto do protótipo após os ensaios



## Continuação B.1

 <b>Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais</b> Av. José Cândido da Silveira, 2000 - Bairro Horto Telefone (31) 3489-2000 - Fax (31) 3489-2200 31170-000 - Belo Horizonte - MG - Brasil	Setor de Testes Físicos
	Folha 03/03

### 2 Características do equipamento utilizado nos ensaios

Geração, aplicação e medição de força: máquina universal de ensaios STF 100.00, tipo eletromecânica, marca INSTRON, modelo 5869, série 5869 P8823; com transdutor de força STF 100.01, marca INSTRON, modelo 2525-805, série 44172, faixa nominal: 5 kN; última calibração realizada pelo CETEC em 19.09.2007, Certificado Nº 120302, período de calibração: 12 meses. Rastreabilidade: INMETRO-Brasil.

### 3 Condições operacionais

3.1 A taxa de aplicação de força foi definida como a velocidade de deslocamento do cabeçote da máquina de ensaios, estabelecida em 5 mm/min.

#### 3.2 Ambiente e operação

Temperatura ambiente: 23,1°C

Operação: Ademir Severino Duarte e Cláudio Gomes da Costa.

### 4 Observações

#### 4.1 Referências do Cliente

Material do protótipo: base de gesso/amido, aglutinado com uma mistura de álcool e infiltrado em resina epóxi.

4.2 A caracterização mecânica do protótipo é uma das etapas do trabalho desenvolvido pelo Grupo de Biomecânica da UFMG, formado por pesquisadores do STF/CETEC e membros do Departamento de Engenharia Mecânica da EEUFMG, coordenados pelo Professor Estevam Las Casas.



## ANEXO C

## C.1 – Certificado de calibração da célula de carga.

Certificado de Calibração Nº 120571

01/04

Setor de  
Testes Físicos

LABORATÓRIO ISAAC NEWTON  
REDE BRASILEIRA DE CALIBRAÇÃO  
LABORATÓRIO ACREDITADO PELA CGCRE/INMETRO



REDE METROLÓGICA MG  
LABORATÓRIO HOMOLOGADO PELA REDE METROLÓGICA MG SOB O Nº 001

Cliente: EEUFMG - Departamento de Engenharia Mecânica - DEMEC  
Endereço: Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha, 31270-901 Belo Horizonte, MG, Brasil

Guia de autorização de serviços Nº: 61825

Etiqueta CETEC Nº: 2008-0524

Objeto: TRANSDUTOR DE FORÇA, marca: ALFA INSTRUMENTOS, modelo: S5, número de série: 952401, faixa nominal: 5 kgf, instrumentação eletrônica associada: placa de aquisição de dados / computador pessoal, marca: ONTRAK / -, modelo: ADU 100 / -, número de série: B 02086 / -, faixa nominal: 0-19,53mV / 5 dígitos, resolução: 1 ponto

Natureza do trabalho: CALIBRAÇÃO A TRAÇÃO segundo ASTM E 74-06 e Norma do Sistema da Qualidade CETEC NSQC 1102

Data da calibração: 18.01.2007

Eunice Marta Ferreira Marques  
Técnica em Instrumentação CREA-MG 20409/TD  
Responsável pela calibração

Jorge Milton Elian Saffar  
Engo. Civil CREA-MG 9685/D  
Responsável pelo Laboratório  
Coordenador do STF/CETEC

*Os resultados apresentados referem-se exclusivamente ao instrumento descrito como Objeto  
Nas situações aplicáveis, o arredondamento dos números deste certificado foi realizado segundo as prescrições da NBR 5891/1977  
O CETEC autoriza a reprodução deste certificado, desde que qualquer cópia sempre apresente seu conteúdo integral  
Este certificado atende aos requisitos de acreditação da CGCRE/INMETRO, que avaliou a competência  
do Laboratório Isaac Newton e comprovou a rastreabilidade dos resultados a padrões nacionais de medida*



**ANEXO D****D.1 – Parecer da aprovação do projeto junto ao Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais.**

UFMG


Universidade Federal de Minas Gerais  
Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG - COEP**Parecer nº. ETIC 525/06****Interessado: Prof. Estevam Barbosa de Las Casas  
Depto. de Engenharia de Estruturas  
Escola de Engenharia-UFMG**

---

**DECISÃO**

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 14 de fevereiro de 2007, o projeto de pesquisa intitulado "**Método para medição objetiva da força labial**" 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. Dra. Maria Elena de Lima Perez Garcia**  
Presidente do COEP-UFMG