



Sistema de medição da força exercida pela língua na posição habitual e durante a deglutição

Jéssica Mara de C. Silva¹, Márcio Falcão Santos Barroso², Marco Filipe Alexandri Rigueira³, Tulimar P. Machado Cornacchia⁴, Estevam Barbosa Las Casas⁵
Andréa Rodrigues Motta⁶

¹ UFMG, Belo Horizonte, Brasil, jemacasi0@gmail.com

² DEPEL/UFSJ, São João Del-Rei, Brasil, barroso@ufsj.edu.br

³ CETEC/UFMG, Belo Horizonte, Brasil, filiperigueira@yahoo.com.br

⁴ UFMG, Belo Horizonte, Brasil, tulimarcornacchia@yahoo.com.br

⁵ CPGEM/UFMG, Belo Horizonte, Brasil, estevam@dees.ufmg.br

⁶ UFMG, Belo Horizonte, Brasil, andreamotta@terra.com.br

Resumo: A capacidade da língua de impor forças é importante para o correto funcionamento das estruturas do sistema estomatognático. Um posicionamento atípico da língua pode alterar o padrão de erupção e o posicionamento dentário. O objetivo do presente estudo é descrever o desenvolvimento de um método para medição objetiva da força da língua na posição habitual e durante a deglutição e sua influência no posicionamento dos dentes. O protótipo desenvolvido é composto principalmente por um sensor de força resistivo, um sistema para condicionamento do sinal, compreendendo, amplificação do sinal, filtragem e acoplamento físico com o sistema de aquisição de dados, placa de aquisição de dados e computador. Para testar o sistema na etapa atual, foi utilizada uma amostra de três pessoas. Realizou-se duas medições para cada sujeito com a língua em posição habitual e durante a deglutição em um intervalo de tempo pré-definido de um minuto para cada medida, de maneira a restabelecer as condições normais do sujeito. Observou-se que o sistema desenvolvido foi sensível para representar de forma objetiva a força exercida pela língua. Com isso, acredita-se que o sistema de medição desenvolvido será importante para auxiliar dentistas e fonoaudiólogos no diagnóstico, prognóstico, acompanhamento e avaliação clínica dos tratamentos propostos em relação à influência da língua no sistema estomatognático.

Palavras chave: sistema de medição, instrumentação, língua, biomecânica.

1. INTRODUÇÃO

Os dentes estão submetidos a diversas forças, que devem se equilibrar. Entre elas, pode-se destacar as exercidas pelos lábios, língua e bochechas. Quando uma dessas forças se sobressai, pode ocorrer a movimentação dentária [1].

Os fatores extrínsecos, relacionados aos hábitos orais indesejáveis devem ser considerados e analisados pelos

profissionais, pois podem determinar de forma direta ou indiretamente desvios na morfologia dento-alveolar.

Na clínica odontológica, é comum verificar a reincidência de problemas ortodônticos com movimentação dentária recorrente. Em muitos casos, verifica-se alguma alteração na posição da língua, quer seja em repouso, quer seja durante a deglutição associada à falta de selamento labial. Com a evolução destes casos, diante de uma nova indicação de terapia ortodôntica, se faz necessária a intervenção fonoaudiológica visando a remoção dos fatores etiológicos. Desta forma, é importante uma convergência de opinião entre os profissionais que atuam nesta área, não estando muito claro na clínica, qual situação é mais relevante: se a língua em estado habitual, ou seja, em repouso, apoiando-se nos dentes, ou se durante a deglutição. O presente trabalho irá tratar especificamente das questões relacionadas à língua, durante a posição de repouso (habitual) e durante a deglutição. No entanto, de maneira semelhante, é possível utilizar o instrumento desenvolvido para a análise dos efeitos da língua durante a fonação.

2. OBJETIVO

O presente estudo tem como objetivo geral desenvolver um sistema de medição da força exercida pela língua na posição habitual e durante a deglutição para avaliação do comportamento e para levantamento do perfil dinâmico da força.

3. MÉTODOS

O sistema de medição, desenvolvido por uma equipe multidisciplinar, mede a força exercida pela língua na região em que esta se apóia nos dentes durante a deglutição e na posição habitual.

O diagrama de blocos mostrado na Fig.1 representa o sistema.

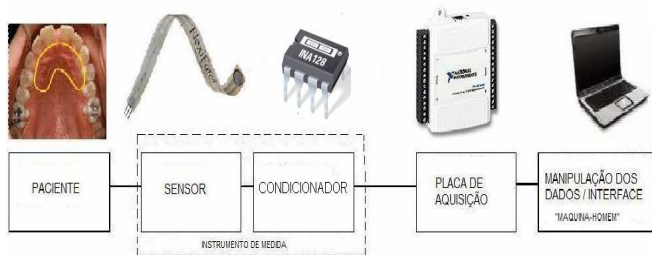


Fig. 1. Desenho esquemático do sistema de medição.

O protótipo é composto por um sensor primário do tipo FSR, da sigla em inglês Force Sensitive Resistor, ou seja, um resistor variável sob ação de uma força.

Este sensor, modelo *FlexiForce® A201* da Tekscan, foi fixado por um adesivo odontológico e ocupa uma área aproximada de 71 mm², como pode ser visto na Fig. 2.



Fig. 2. Posicionamento do sensor na região platina.

O sensor primário deve ser fixado na região em que a língua normalmente fica em repouso, para cada paciente. Neste momento, a experiência do profissional é muito importante, pois depende da precisão do lugar, para que o experimento seja exitoso.

O circuito condicionador é um aparato eletrônico e tem como finalidade converter a grandeza resistência elétrica em tensão elétrica, sendo gerado um sinal analógico que poderá ser então transmitido para a placa de aquisição de dados.

O diagrama de blocos do condicionador é exposto na Fig. 3. O primeiro bloco do condicionador de sinal possui a função de filtrar ruídos e ajustar o zero do sistema. O segundo bloco tem a função de proteger o circuito contra sobretensão. O terceiro bloco funciona como amplificador do sinal e proteção para o acoplamento na placa de aquisição de dados, por meio de um *buffer*.

Foi utilizado um amplificador de instrumentação, INA128 da Texas Instruments, por ser um componente para aplicação em equipamentos biomédicos. Com um ganho de 10 a 50 vezes, a saída tem uma tensão contínua com ruídos desprezíveis na configuração de modo comum. Foi utilizado o intervalo de 0 a 7V, que equivalerá a 0 a 4,4 N, faixa de operação do sensor, para melhor relacionar as faixas de operações para as quais há necessidade de calibração do sistema.

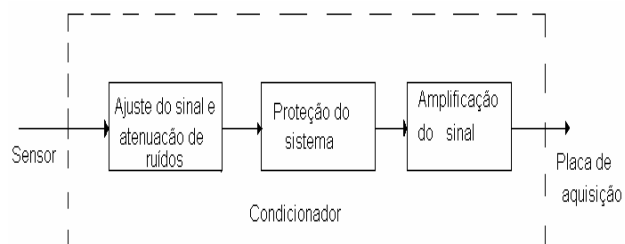


Fig. 3. Diagrama de blocos do condicionador de sinais.

As equações (1) e (2) são as relações entre a resistência do sensor e a tensão elétrica gerada:

$$G = 1 + \left(\frac{50K\Omega}{R_s} \right), \quad (1)$$

$$V_s = GV_s, \quad (2)$$

em que G é o ganho do condicionador de sinais, R_s a resistência do sensor, V_s a queda de tensão na resistência do sensor e V_s a tensão na saída do condicionador.

O protótipo do condicionador do sistema de medição é mostrado na Fig. 4.

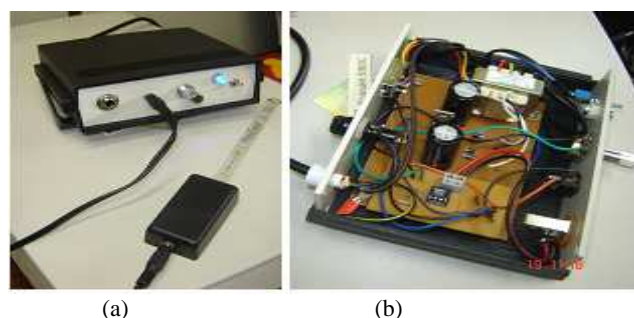


Fig. 4. Circuito do condicionador, sendo que (a) é o sistema de condicionamento de sinal mais sensor primário e (b) uma visão geral do circuito eletrônico desenvolvido.

A aquisição dos dados é realizada por meio de uma placa de aquisição de dados, que recebe o sinal do condicionador de sinal e o transfere para o computador do tipo IBM-PC. A placa de aquisição, modelo NI USB 6009, da National Instruments, foi configurada para coletar 10 amostras por segundo, e o controle da mesma é totalmente feito via *software*.

O controle da placa de aquisição de dados e a interface "homem-máquina" foram desenvolvidos exclusivamente para suprir as necessidades dos profissionais envolvidos no projeto. O *software* foi desenvolvido em plataforma MATLAB 2007b, utilizando a ferramenta GUIDE, para programação da interface visual. Por meio desse *software* o avaliador conseguirá armazenar em planilha (compatível com Microsoft Excel) os parâmetros pertinentes e os gráficos das curvas de resposta força x tempo (perfil) dos dois testes: deglutição ou postura habitual.

Os testes preliminares, mostrados neste trabalho, foram realizados em três sujeitos com a língua em posição habitual e durante a deglutição, cada um em intervalo de tempo de 1 minuto.

4. RESULTADOS

Foram elaborados dois protocolos e seus respectivos roteiros para execução, o primeiro baseou-se nas avaliações clínicas empregadas pela Fonoaudiologia e Odontologia e o segundo no método de medição objetiva de força da língua.

No segundo método, após as etapas de desenvolvimento e construção do protótipo para medição da força da língua, iniciaram-se os testes para analisar a viabilidade de utilização. Os testes foram realizados em três sujeitos, sendo que após a fixação do sensor no local em que a língua se apóia na cavidade oral, solicitou-se aos sujeitos que permanecessem com a língua na posição habitual. O segundo teste foi realizado após o avaliador solicitar ao sujeito que deglutisse saliva repetidas vezes durante um intervalo de tempo durante o qual o software coleta os dados.

As Figs. 4 a 8 representam as curvas de tensão elétrica em um intervalo de tempo de 1 minuto, segundo especificações protocolares da clínica ortodôntica.

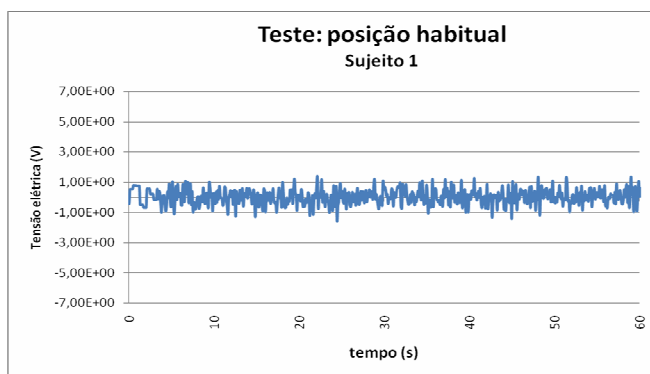


Fig. 4. Curva tensão elétrica x tempo sujeito 1.

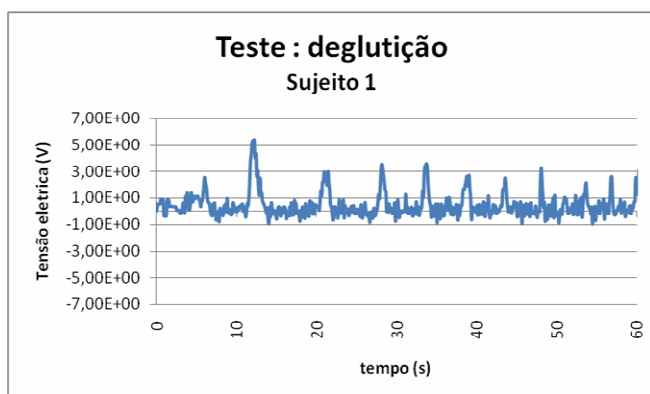


Fig.5. Curva tensão elétrica x tempo sujeito 1.

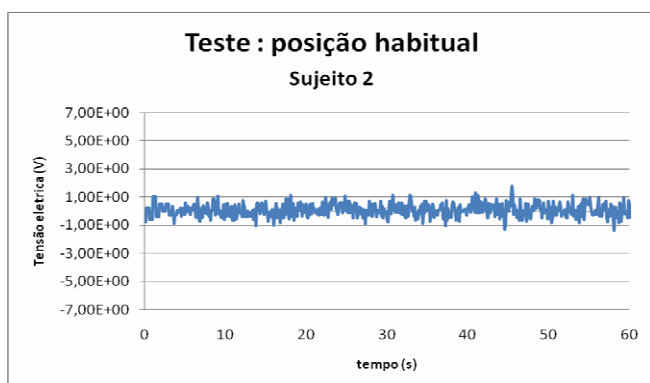


Fig.6. Curva tensão elétrica x tempo sujeito 2.

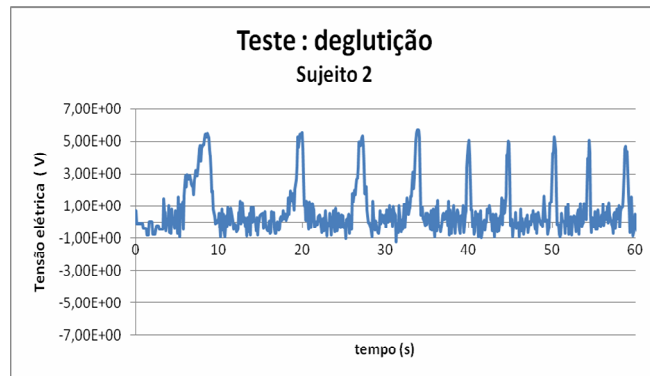


Fig.7. Curva tensão elétrica x tempo sujeito 2.

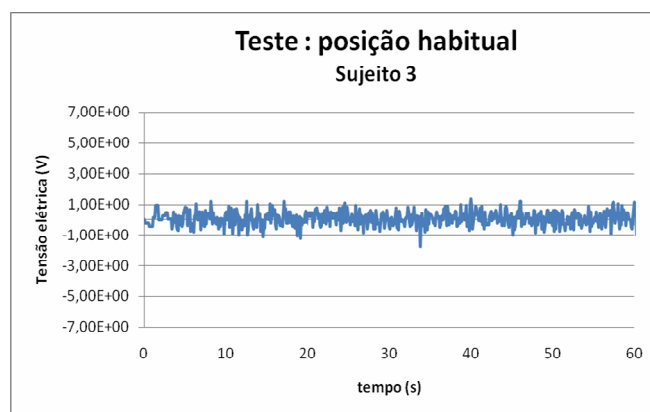


Fig.8. Curva tensão elétrica x tempo sujeito 3.

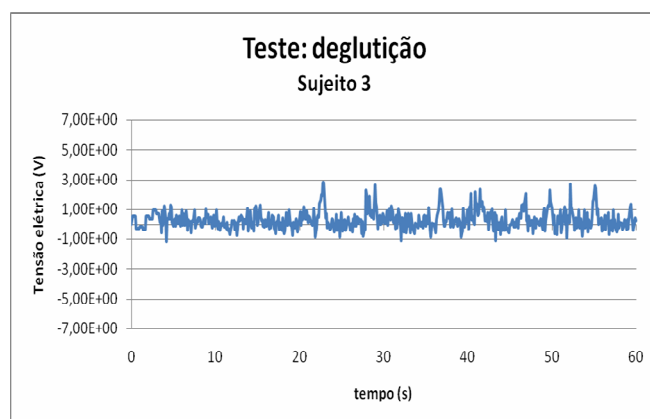


Fig.9. Curva tensão elétrica x tempo sujeito 3.

5. DISCUSSÃO

A avaliação da amostra foi realizada com o intuito de analisar as curvas obtidas pelo sistema de medição.

O perfil das curvas do teste com a língua na posição habitual nas Figs. 4, 6 e 8, apresenta pequena variação ao longo do tempo de medição e ausência de pontos notáveis. Observou-se que os valores de tensão elétrica variaram de -1 a 1V. Não se pode afirmar que esse sinal seja ruído, pois há contrações do músculo lingual que na realidade não permanece em repouso.

As curvas do teste de deglutição, nas Figs. 5, 7 e 9, apresentaram picos notáveis (pontos máximos) de pequena duração devido ao curto intervalo de tempo de duração da

deglutição. Após esse processo a língua retorna à posição habitual.

Assim, empregando-se o instrumento desenvolvido pelo Grupo de Engenharia Biomecânica da UFMG em parceria com a Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC), foi possível confirmar os achados da literatura que indicam ser a força produzida pela língua em postura habitual menor que a gerada na função de deglutição, apesar de mais constante.

Os dados não foram submetidos à análise estatística, pois a amostra é muito pequena. Vários parâmetros implicam significativamente nos resultados na comparação inter sujeitos.

Os testes, de caráter exploratório, foram realizados para caracterizar o perfil da força do indivíduo e para avaliar a viabilidade de implementação do sistema.

6. CONCLUSÃO

O instrumento mostrou-se sensível para trabalhar com a ordem de grandeza da força da língua e as respostas obtidas através de curvas são importantes para análise do perfil de força.

O sistema de medição será calibrado, por meio de padrão primário de massa, a ser realizado no Laboratório Isaac Newton do Setor de Testes Físicos (STF) da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC). O procedimento de calibração é importante para proporcionar confiabilidade ao sistema.

Espera-se que o sistema auxilie o estudo do posicionamento de língua e suas consequências, com reflexos tanto no nível preventivo quanto no decorrer e após tratamentos fonoaudiológicos e ortodônticos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fapemig pelo apoio financeiro concedido para o trabalho.

REFERÊNCIAS

- [1] Proffit WR, Fields Jr HW. A etiologia dos problemas ortodônticos, Ortodontia Contemporânea, p. 105-134, 3ª edição, Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, Brasil, 2002.
- [2] Moyes RE, Handbook of orthodontics, Book Medical, Chicago, 1966.
- [3] Graber T.M Ortodontics: principles and practice, 2ª edição. Philadelphia, 1966.
- [4] Disponível em: <http://www.tekscan.com/flexiforce>;
Acesso em: 11 agosto de 2008.
- [5] Disponível em: <http://www.ni.com/>;
Acesso em: 08 outubro de 2008.