

IMPLEMENTAÇÃO DE UM DISPOSITIVO MULTIVIBRACIONAL PARA AUXILIAR À REMOÇÃO DE DENTES E RAÍZES

Sara Setas¹, Eurico Seabra¹, Luís F. Silva¹, Hélder Puga¹, Cátia Pombo² e Joaquim Gabriel³

¹DEM, Departamento de Engenharia Mecânica, Escola de Engenharia da Universidade do Minho, Guimarães, Portugal; a62940@alunos.uminho.pt; eseabra@dem.uminho.pt; lffsilva@dem.uminho.pt; puga@dem.uminho.pt

²Clínica Médico-Dentária Dra. Cátia Pombo, Águas Santas, Maia, Portugal; catiagpombo@gmail.com

³Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal; jgabriel@fe.up.pt

PALAVRAS CHAVE: Extração dentária, Vibração, Atuadores piezoelétricos, Alavanca odontológica

RESUMO: A corrente prática de extração dentária é realizada recorrendo a instrumentos rígidos num processo que implica elevadas forças mecânicas e, conseqüentemente, um pós-operatório doloroso para os pacientes. O presente trabalho apresenta as fases de conceção e desenvolvimento de um instrumento capaz de atuar na fase mais crítica do processo, com a indução de vibração a altas frequências, prevendo-se a diminuição da força necessária para efetuar a extração, bem como os danos provocados pelo procedimento atualmente realizado.

1 INTRODUÇÃO

O procedimento de extração dentária realizado atualmente pressupõe o uso de três instrumentos que realizam as funções de corte e afastamento de tecidos moles, luxação e extração, sendo estes, respetivamente, o sindesmótomo, a alavanca e o boticão ou fórceps [1].

Esta operação ocorre perto de centros vitais obrigando a um cuidado rigoroso com a manipulação de instrumentos dentários cortantes, à aplicação de uma força controlada e à antecipação de reações inesperadas por parte dos pacientes.

A fase de luxação é a mais importante no procedimento de extração, pois implica uma maior destreza e técnica por parte do médico dentista, sendo também a mais crítica por obrigar à aplicação de forças elevadas, e às quais está associada a maior parte dos danos [1-2]. A luxação é realizada pela aplicação de força para elevar o dente a extrair através da alavanca (fig. 1), instrumento com ponta ativa de forma côncava e aguçada para permitir um melhor posicionamento no dente e raiz e um cabo

ergonómico que permite o profissional exercer as forças necessárias [2].

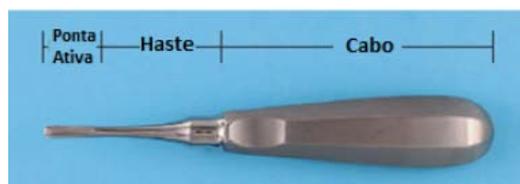


Fig. 1 Alavanca odontológica e sua constituição (adaptado de [3])

Na pesquisa do estado da arte destes instrumentos observam-se poucos estudos conducentes à sua evolução e mesmo os mais inovadores registam apenas uma mudança na forma ergonómica das pontas ativas das alavancas e da forma e material envolvente do cabo. Contudo, esta evolução não altera a corrente prática de extração, sendo ainda uma técnica muito primitiva, em que é necessário o uso de forças elevadas que necessitam, muitas vezes, de um ou vários pontos de apoio que poderão implicar diversos outros danos nos dentes saudáveis adjacentes.

A indução de vibração ao dente e às raízes, durante o processo de extração, permitirá reduzir a força exercida e facilitar o processo, não sendo a vibração sentida pelo médico dentista uma vez que esta é aplicada ao instrumento a altas frequências.

2 RESPOSTA HUMANA À VIBRAÇÃO

O estudo da resposta humana e comportamento humano à vibração é essencial para compreender os valores limite de exposição à mesma e proteger os vários órgãos de lesões.

Desta forma, será importante considerar as frequências de ressonância de vários órgãos, mãos (20-50 Hz), braço (5-10 Hz), cabeça (20-30 Hz) e estruturas oculares (20-90 Hz), potencialmente expostos à vibração na implementação do dispositivo a desenvolver [4-5]. Embora não tenha sido possível verificar as frequências de ressonância de estruturas dentárias, verifica-se que o dente tem uma frequência natural na gama dos 300 Hz a 2000 Hz [6], podendo indicar que o uso de vibrações nesta gama não será prejudicial a estas estruturas.

Neste estudo, verifica-se ainda que o corpo é mais sensível a frequências baixas, abaixo de 1Hz, produzindo efeitos negativos na exposição a estas frequências [7].

A norma ISO 5349-1 para controlo da transmissão da vibração à mão e braço, não aconselham a exposição fora da gama de 8 Hz a 1000 Hz de forma a precaver o surgimento de HAVS (Síndrome de vibração Mão-Braço) [7-9].

Contudo, os profissionais dentários são constantemente expostos a vibração a altas frequências. Instrumentos como brocas de alta velocidade e destatarizadores ultrassónicos, entre outros instrumentos dentários, expõem os profissionais a uma gama de frequências acima dos 1250 Hz [10].

Advindo disto encontra-se também pouca informação sobre os efeitos fisiológicos e na saúde do uso de instrumentos

odontológicos através da mão. Em todo o caso, é uma realidade reportada por muitos profissionais, a existência de uma grande frequência de sintomas nos membros superiores, mãos e outros [8,10].

A vibração apresenta-se como um dos fatores que poderá causar as lesões reportadas contudo, estes sintomas são também apontados por outros fatores como a repetição de movimentos, a força exercida e a exposição prolongada a posições de trabalho anormais. Desta forma, a exposição a uma vibração incorreta poderá ser originária de lesões nos profissionais no entanto, a presença de outros fatores como os referidos acima poderá ainda não permitir a análise correta da influência da vibração no profissional [10-11]

3 ATUADORES PIEZOELÉTRICOS

Os atuadores piezoelétricos permitem converter sinais elétricos num deslocamento controlado com grande precisão, tornando-os ideais para aplicações biomédicas [12-13]. A utilização deste tipo de atuadores apresenta diversas vantagens, porque a sua eficiência energética não depende do seu tamanho, conseguindo-se atuadores com volumes inferiores a 1 cm³. Além desta vantagem não geram ruído eletromagnético e são capazes de produzir forças relativamente elevadas [12-13]. A escolha de atuadores de baixa tensão elétrica (abaixo dos 150 V) permite a indução de vibração pela aplicação de tensões elétricas, conseguindo-se frequências de vibração na ordem dos kHz e obtendo-se amplitudes de deslocamento baixas que podem ir até 0,2% do comprimento do atuador [13].

4 ALAVANCA VIBRATÓRIA

Sendo a luxação a fase mais crítica do processo, foi selecionada e adquirida uma alavanca odontológica reta, de uso corrente, para o estudo, conceção e desenvolvimento de um instrumento auxiliar e inovador.

A colocação de todo o sistema de vibração foi estudada de forma a reduzir o número de

alterações a realizar ao instrumento original, mantendo-se, a sua forma ergonómica para não influenciar nem a sua operação, nem o seu desempenho. Desta forma, o sistema foi colocado no interior do cabo do dispositivo para cumprir os objetivos anteriores.

Estudou-se assim a construção de um tubo que poderia ser facilmente inserido e removido deste, como mostra a fig. 2, para futuramente realizar os processos de esterilização e higienização sem a presença do sistema vibratório.



Fig. 2 Esquemático do sistema a ser inserido no cabo da alavanca original.

O principal objetivo deste novo instrumento é a realização de um novo sistema de atuação para induzir vibração ao dente e raiz durante o processo de extração dentária. Será aplicada uma vibração na direção horizontal do instrumento, numa gama de valores de frequência entre os 0 e 40 kHz e uma amplitude de deslocamentos entre os 4 e 20 μm . O atuador selecionado foi o modelo PSt 150/7/7 VS12 da *Piezomechanik* [14].

Neste instrumento, é mantida a ponta ativa do instrumento original, sendo nela fixado um sistema composto pelo atuador e por outros elementos necessários para garantir a fixação e rigidez de todo o conjunto, ver fig. 3.



Fig. 3 Alavanca vibratória.

5 ENSAIOS E ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DO INSTRUMENTO

Na realização dos ensaios, pretendeu-se proporcionar um ambiente semelhante a um procedimento de extração dentária, no qual foi utilizado como modelo uma cabeça de porco, fig. 4, à qual se pretendia realizar o processo de luxação e extração dos dentes do seu maxilar com o dispositivo da fig. 3 testando com ou sem o seu sistema de vibração, tendo todo este processo técnico sido realizado por uma médica dentista. A indução de vibração foi realizada através da montagem da fig. 4 composta por um gerador de sinal, um amplificador de modelo LE 150/100/EBW da *Piezomechanik GmbH* e um osciloscópio ligado em paralelo com a saída deste último para verificar a onda de saída que estava a ser proporcionada ao atuador.

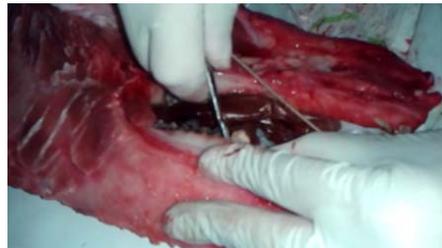


Fig. 4 Luxação do dente molar do maxilar do modelo.

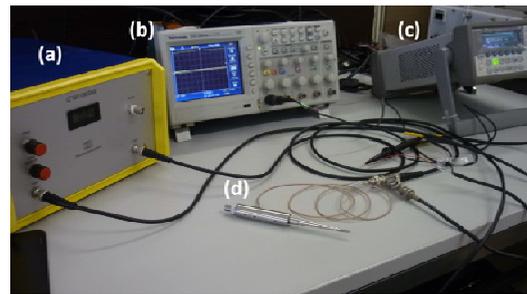


Fig. 5 Montagem do sistema para indução de vibração. (a) amplificador; (b) osciloscópio; (c) gerador de sinais; (d) alavanca vibratória

Contudo, manteve-se sempre a consideração de que o modelo usado é anatomicamente diferente do Humano podendo diferenciar-se pelo número de raízes que possuem os seus dentes, a dimensão, entre outras razões e consequentemente, este processo pode gerar

forças superiores às necessárias num processo de extração dentária normal.

Acompanhando estes ensaios foi realizado o estudo CAE do comportamento do sistema em COMSOL *Multiphysics*®.

Nesta simulação foram importados os modelos virtuais modelados em Autodesk Inventor® e realizado o estudo da *Eigenfrequency* da ponta ativa do sistema, fig. 6. Este estudo permitiu obter a frequência ressonância do sistema assim como a sua resposta e deslocamento à mesma.

Observando os resultados da simulação, verifica-se que a frequência de ressonância para a ponta ativa é de 30793 Hz, obtendo-se a sua maior amplitude de deslocamento, para um valor superior a 2200 mm na ponta de aplicação do dispositivo.

Este estudo permitiu verificar o grande grau de deformação mostrada na região vermelha e que corresponde à ponta do instrumento na frequência de ressonância, servindo como indicação à experimentação prática que deverão ser evitadas gamas de frequência próximas de 30793 Hz.

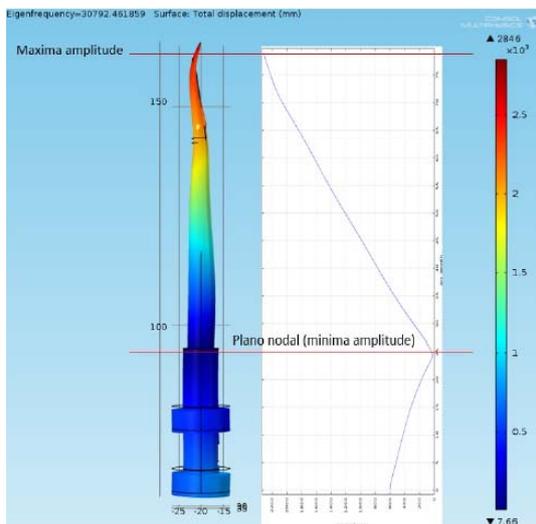


Fig. 6 Resultados da simulação à ponta ativa do instrumento; indicação da frequência de ressonância do sistema, máxima e mínima amplitude obtida (plano nodal)

Além deste estudo, pretendia-se realizar a aplicação dos parâmetros piezoelétricos na simulação assim como simular a resposta de todo o dispositivo. Contudo, não se

verificou possível uma vez que havia informações em falta sobre o atuador piezoelétrico para a realização do mesmo.

6 RESULTADOS

Numa análise do desempenho do instrumento, verificou-se que a forma ergonómica do dispositivo é muito semelhante à alavanca de uso corrente permitindo um bom apoio da extremidade da palma da mão.

A possibilidade de retirar a ponta ativa devido ao seu mecanismo de rosca, fig. 7, poderia dar origem a um instrumento universal onde seria substituída apenas a ponta ativa, para cada utilização, reduzindo a necessidade de aquisição de uma alavanca para cada tipo de ponta ativa.



Fig. 7 Mecanismo de rosca para fixação da ponta ativa

Além desta vantagem, este mecanismo permitiria facilmente retirar esta parte de maior contacto com a boca do paciente para esterilização. Embora seja um avanço significativo para a higienização de um dispositivo com componentes eletrónicos, idealmente deverá ser realizada a esterilização de todo o instrumento.

A baixas frequências foi sentida a vibração transmitida à mão ao segurar o cabo do protótipo mas a altas frequências não foi possível sentir a vibração. Contudo, a vibração, mesmo a baixas frequências, não é desconfortável, podendo realizar-se o processo de extração sem limitações no desempenho do profissional. A altas frequências não era sentida a vibração assim como esperado.

Após a realização dos ensaios, a médica dentista afirma ser inconclusivo se este sistema auxilia ou não o processo de

luxação. A mesma refere que a força que realiza durante o procedimento é semelhante com o uso da vibração e sem o uso da mesma.

Contudo, embora não seja comprovado com certeza, verificou-se através dos ensaios que este sistema poderá ajudar no processo de penetração em profundidade do instrumento entre o dente e o osso alveolar permitindo uma mais fácil colocação do instrumento e uma mais fácil elevação do dente. A oscilação nesta região poderá também levar à sua elevação. Estes factos indicariam que o processo estará a ser facilitado, reduzindo também a força a aplicar e a duração do processo aquando da utilização da vibração na fase de luxação.

7 CONCLUSÕES

Foi concebida, desenvolvida e construída uma nova alavanca cirúrgica para auxílio ao processo de extração de dentes e raízes, recorrendo-se à utilização de um sistema com a indução de vibração a altas frequências.

A exposição à vibração a que profissionais estariam sujeitos com a utilização deste dispositivo levou à realização de um estudo do comportamento do ser Humano com a aplicação de vibração, essencialmente na vibração transmitida à mão, que permitiu verificar a existência de um patamar limite nas normas internacionais muito inferior ao estimado para este trabalho. No entanto, verifica-se que nos diferentes trabalhos realizados pelos médicos dentistas, estes estão constantemente expostos a vibrações ultrassónicas produzidas por instrumentos que ultrapassam em larga escala os valores definidos nestas normas.

Desta forma, poderemos concluir que os valores associados às normas poderão ser relativos para uma exposição de baixa duração, como é o caso de muitos procedimentos realizados por estes profissionais. Outro facto interessante de referir será a frequência natural do dente que esta na gama dos 300 Hz a 2000 Hz,

frequências que também ultrapassam as normas, podendo assim verificar-se que se tratam de estruturas que poderão ter uma diferente abordagem clínica.

Sendo este um tema delicado conclui-se a necessidade de avaliar todos os riscos e benefícios associados à aplicação da vibração induzida pelo dispositivo.

O protótipo desenvolvido no âmbito deste trabalho apresenta uma boa forma ergonómica, conseguindo-se uma fácil adaptação por parte do profissional o que também indicará a sua mais rápida aquisição e entrada no mercado.

Com a realização dos ensaios no modelo adquirido, verificou-se difícil a percepção da influência do sistema de vibração durante o processo. O tempo de extração durante os ensaios assemelha-se ao de um procedimento de extração normal, assim como as forças requeridas.

No entanto, os ensaios apresentam uma dificuldade acrescida em relação a um procedimento de extração normal dado pelo modelo de cabeça de porco ser modelo anatomicamente diferente de um ser Humano. As estruturas dentárias do modelo apresentam raízes maiores e com maior profundidade, dentes de maiores dimensões e a necessidade de exercer maiores forças de luxação. Neste sentido, poderá também não ser indicado o uso dos instrumentos com a ergonomia atual.

Ainda inerente a esta dificuldade, qualquer dente apresenta inúmeras diferenças mesmo entre dentes com a mesma anatomia, o que dificulta a relação de comparação entre os parâmetros de extração de dentes no próprio modelo.

No entanto, estima-se que esta vibração poderá ajudar no processo de penetração em profundidade do instrumento entre o dente e o osso alveolar permitindo uma mais fácil colocação do instrumento e uma mais fácil elevação do dente.

A oscilação nesta região poderá também levar à sua elevação. Estes factos indicariam que o processo estará a ser

facilitado, reduzindo também a força a aplicar e a duração do processo aquando da utilização da vibração na fase de luxação.

8 TRABALHO FUTURO

Em trabalho futuro propõe-se a exploração de uma forma de atenuação da vibração que será transmitida à mão para que os valores induzidos possam coincidir com os dados como limite nas normas internacionais. Desta forma, deveria seguir-se uma pesquisa de materiais poliméricos com grande valor de atenuação de vibração para serem inseridos como material envolvente na pega do dispositivo.

A passagem deste obstáculo, sendo o único ponto de contacto e de risco do médico dentista, permitiria conseguir um dispositivo aprovado pelas normas e lhe adicionaria uma maior segurança.

Em desenvolvimentos futuros propõe-se ainda a realização de múltiplos ensaios com o instrumento desenvolvido em vários modelos anatómicos e por vários profissionais, uma avaliação exaustiva e uma análise estatística dos parâmetros do tempo de extração, força exercida e danos causados na cavidade oral. A realização de vários testes e uma análise estatística dos mesmos permitirá obter uma tendência, observando-se com maior clareza qual as influências da aplicação da vibração por este instrumento.

Por fim, sugere-se ainda a experimentação de indução da vibração noutras direções com o objetivo de apurar qual poderá auxiliar melhor no desempenho do processo de luxação. E se verificável, a aplicação de vibração em várias direções.

REFERÊNCIAS

[1] A.N. Datarkar, “Exodontia Practice”, Jaypee Brothers Medical Publishers, 37 – 60, 2007.

[2] F.D. Fragiskos, “Oral Surgery”, Springer, 43-93, 2007.

[3] J. R. Hupp, Elis III, Edward, Tucher, R. Myron, “Contemporary Oral and Maxillofacial surgery”, China, Elsevier, 2014.

[4] J. Lucena, J. Schneider, J. A. Leydens, “Engineering and Sustainable Community Development”, Morgan & Claypool, 2010.

[5] R. G. Dong, T. W. McDowell, D. E. Welcome, “Biodynamic Response at the Palms of the Human Hand Subjected to a Random Vibration”, Industrial Health, 2004

[6] M. Kumabe, *Device for both anesthetic and affected area separation. US 2003/0003418 A1*, 2003.

[7] N. J. Mansfield, “Human Response to Vibration”, CRC Press, 2005.

[8] M. J. Griffin, “ Chapter 22 – Vibration and Motion. Handbook of Human Factors and Ergonomics”, John Wiley & Sons, Inc., 2012

[9] R. G. Dong et al., *Vibration energy absorption(VEA) in human fingers-hand-arm system*, Elsevier, 2004.

[10] E. Rytönen, et al., *Hand-arm vibration expose dentists*, Springer, 2006.

[11] E. Rytönen, *High-Frequency Vibration and Noise in Dentistry*, Kuopion Yliopisto, 2005

[12] *Piezoelectric Ceramics: Principles and Applications*, APC International, 2002.

[13] M. Novotny, P. Ronkanen, *Piezoelectric Actuators*, 2009

[14] L. Pichelmann, *Low Voltage Piezo Actuators*, Piezomechanik GmbH, Munique