

Russlana Humrene Neto Paixão

**Abordagem da piezocirurgia na Medicina Dentária**  
**Revisão bibliográfica**

UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA

Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2015



Russlana Humrene Neto Paixão

**Abordagem da piezocirurgia na Medicina Dentária**  
**Revisão bibliográfica**

UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA

Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2015

Russlana Humrene Neto Paixão

**Abordagem da piezocirurgia na Medicina Dentária**  
**Revisão bibliográfica**

*Trabalho apresentado à  
Universidade Fernando Pessoa  
como parte dos requisitos para  
obtenção do grau de Mestre em  
Medicina Dentária.*

---

## **Resumo**

A piezocirurgia é uma técnica cirúrgica que utiliza frequência ultrassônica que fazem vibrar pontas especialmente desenvolvida para osteotomia. Foi desenvolvido por Tomaso Vercellotti nas cirurgias orais.

É uma técnica relativamente recente de cirurgia óssea que ganhou popularidade inicialmente na cirurgia maxilofacial e o seu uso tem vindo a aumentar nas mais diversas áreas da medicina dentária. Entre elas contam-se a cirurgia, implantologia, periodontia e endodontia. O dispositivo piezoelétrico compreende vibrações que vão desde 22.000Hz a 35.000Hz. Esta particularidade confere, algumas vantagens significativas ao seu uso em relação aos métodos convencionais, nomeadamente no corte de estruturas duras, preservando os tecidos moles.

As ondas do instrumento piezoelétrico permitem a oscilação e vibração, podendo dividir interfaces sólidas como o tecido ósseo.

O piezoelétrico foi criado para ultrapassar os limites da instrumentação convencional em cirurgia óssea oral através da modificação e da melhoria da tecnologia convencional ultrassônica. O poder cirúrgico do aparelho piezoelétrico é três vezes maior que o dos instrumentos ultrassônicos convencionais.

Palavras-chave: piezocirurgia, piezosurgery, piezoelectricidade, dispositivo piezoelétrico, dispositivo ultrassônico, instrumentos convencionais, cirurgia, endodontia, periodontia, implantologia.

## **Abstract**

The piezosurgery is a surgical technique ultrasound that uses ultrasonic frequency to vibrate specially designed tips for osteotomy. It was developed by Tomaso Vercellotti in oral surgery.

It is a relatively new technique for bone surgery that has gained popularity initially in maxillofacial surgery and its use is increasing in several areas of dentistry. This include the surgery, implantology, periodontics and endodontics. The piezoelectric device comprises vibrations ranging from 22.000Hz the 35.000Hz. This feature provides some significant advantages to their use compared to conventional methods, in particular cutting hard structures while preserving the soft tissue.

The waves of the piezoelectric device allows the oscillation and vibration may split solid interfaces such as bone tissue.

The piezoelectric is designed to overcome the limitations of conventional instrumentation in oral bone surgery by modifying and improving conventional ultrasonic technology. Surgical power of the piezoelectric device is three times higher than conventional ultrasonic instruments.

Keywords: piezosurgery, piezoelectricity, piezoelectric device, ultrasound device, conventional instruments, surgery, endodontology, periodontology, implantology.

## **Agradecimentos**

A Deus, pois Ele é fiel e está no comando da minha vida!

À minha Mãe, sem ela não teria chegado onde cheguei e agradeço todo o esforço que ela faz por mim continuamente. Obrigada por todo o apoio que me dás.

Ao meu Pai, pelo seu empenho em que eu exigisse cada vez mais de mim mesma.

Aos meus irmãos, minhas fontes de inspiração.

Ao Daniel, meu melhor amigo e eterno companheiro, pela paciência que tem comigo.

Aos meus amigos que sempre acompanham nos melhores e nos piores momentos.

Às minhas amigas e colegas Sara, Denise e Rita por esta caminhada académica longa, com tempos difíceis, mas também dos melhores anos da minha vida.

Ao meu Orientador, Dr. José de Macedo pela sua disponibilidade em transmitir os seus conhecimentos.

Aos restantes professores que tanto contribuíram para o meu conhecimento e ajudaram-me a alcançar o sucesso.

## Índice Geral

<b>Introdução</b> .....	1
<b>Desenvolvimento</b>	
I.    Materiais e métodos.....	3
II.   Piezoelectricidade.....	4
III.  Ultrassons.....	5
III.1- Diferentes mecanismos de produção de ondas ultrassónicas.....	5
III.2- Propriedades do uso do ultrassom na prática da cirurgia óssea.....	6
III.3-Instrumentos convencionais.....	7
III.4-Macrovibrações vs microvibrações.....	12
IV.  Indicações da piezocirurgia.....	13
IV.1- Cirurgia.....	14
i.    Extração de dentes retidos e impactados.....	14
ii.   Lateralização do nervo alveolar inferior.....	15
iii.  Quistos odontogénicos.....	16
iv.   Expansão da crista óssea.....	17
v.    Cirurgia óssea ortodôntica.....	17
IV.2- Implantologia.....	19
i.    Levantamento do seio maxilar.....	20
ii.   Distração osteogénica do osso alveolar.....	22
iii.  Coleta do osso autógeno.....	22
IV.3- Periodontia.....	25
IV.4- Endodontia.....	28
V.   Piezocirurgia.....	30

V.1- Vantagens da piezocirurgia.....	32
V.2- Desvantagens e precauções da piezocirurgia.....	36
VI. Contra-indicações da piezocirurgia.....	36
VII. Manutenção em piezocirurgia.....	37
<b>Conclusão.....</b>	<b>40</b>
<b>Referências bibliográficas.....</b>	<b>42</b>

## Índice de figuras

**Figura 1:** Pierre Curie. Descobriu o fenómeno de efeito piezoelétrico. Recebeu o prémio Nobel da Física em 1903. Adaptado Wikipédia [Disponível em [www.nobelprize.org](http://www.nobelprize.org)] (consultado em 24/04/2015).....5

**Figura 2:** Instrumentos convencionais- turbina, micromotor, contra- ângulo e peça de mão de marca Gnatus.....9

**Figura 3:** brocas rotatórias de metal de marca Hoko. ....10

**Figura 4:** Imagem ilustrativa de broca Endo-Z (Pécora, 2004).....10

**Figura 5:** Imagem ilustrativa brocas LA AXXESS (Pécora, 2004).  
.....11

**Figura 6:** instrumento manual- martelo cirúrgico de marca Hu Fried.....12

**Figura 7:** A piezocirurgia permite a extração de dentes impactados sem traumatizar (Rahma *et al.*, 2013).....15

**Figura 8:** A piezocirurgia permite a extração de dentes impactados sem traumatizar (Rahnama *et al.*, 2013).....15

**Figura 9:** Alvéolo pronto para ser reposto o osso retirado durante a extração do 3º molar impactado (Rahnama *et al.*, 2013).....15

<b>Figura 10:</b> Osteotomia vertical estreita e precisa realizada com serra piezoelétrica entre as raízes dentárias. (Consolaro <i>et al.</i> , 2007).....	18
<b>Figura 11:</b> Alvéolo preparado com pontas ultrassônicas; instalação do implante com a técnica piezoelétrica. (Kfour <i>et al.</i> , 2013).....	20
<b>Figura 12:</b> Implante instalado (Kfour <i>et al.</i> , 2013).....	20
<b>Figura 13:</b> Reabertura (Kfour <i>et al.</i> , 2013).....	20
<b>Figura 14:</b> Instalação do pilar protético para prótese cimentada. (Kfour <i>et al.</i> , 2013).....	20
<b>Figura 15:</b> Osteotomia para levantamento do seio maxilar com recurso a piezocirurgia (Vercellotti, 2004).....	21
<b>Figura 16.</b> Kit piezocirurgico para elevar o seio maxilar da Mectron.....	23
<b>Figuras 17 e 18:</b> Antrostomia lateral realizada com instrumento piezoelétrico, remoção do osso e posterior enxerto e compactação dentro do seio maxilar (Tarquini, 2010).....	24
<b>Figura 19:</b> Paciente com periodontite em estágio avançado. Adaptada Colgate [Disponível em <a href="http://www.colgateprofissional.com.br">http://www.colgateprofissional.com.br</a> ] (consultado em 24/04/2015).....	25

<b>Figura 20:</b> Instrumentos para Periodontia. Curetas de marca Hu-Friedy.....	26
<b>Figura 21:</b> Destartarizador piezoelétrico modelo P7/6 Pontas Baolai Medical. Adaptada Dotamed. [Disponível em <a href="http://www.dotamedsaojoao.com/pt">www.dotamedsaojoao.com/pt</a> ] (consultado em 24/04/2015).....	28
<b>Figura 22:</b> Microcirurgia endodôntica piezoelétrica para remoção de instrumento fraturado no ápice (Pereira, 2010).....	30
<b>Figura 23:</b> Instrumento piezoelétrico e respectivas brocas de marca Acteon. ....	31
<b>Figura 24:</b> Manutenção passo a passo das pontas ultrassônicas de um material piezoelétrico. Adaptadas Abrapiezo [Disponível em <a href="http://www.abrapiezo.com.br">www.abrapiezo.com.br</a> ].....	37
<b>Figura 25:</b> Manutenção passo a passo das pontas ultrassônicas de um material piezoelétrico. Adaptadas Abrapiezo [Disponível em <a href="http://www.abrapiezo.com.br">www.abrapiezo.com.br</a> ].....	38
<b>Figura 26:</b> Manutenção passo a passo das pontas ultrassônicas de um material piezoelétrico. Adaptadas Abrapiezo [Disponível em <a href="http://www.abrapiezo.com.br">www.abrapiezo.com.br</a> ].....	38



## **Introdução**

A piezoelectricidade surgiu no século XIX, porém ganhou força a partir de 1988, quando começou a ser utilizado para cirurgias orais por Tomaso Vercellotti. Este último tentou desenvolver e ultrapassar as limitações da instrumentação convencional na cirurgia óssea oral pela modificação e melhoria da tecnologia ultrassônica convencional (Pavlíková *et al.*, 2011).

A piezocirurgia é uma técnica cirúrgica ultrassônica que utiliza ultrassons que promovem um padrão vibratório linear com frequência de 24,7 a 29,5 kHz, com uma opção digital de modo reforçado “boosted” ate 30kHz, com oscilação de 60 a 210 micrómetros de amplitude e uma potência que pode variar entre 2,8 a 16W ou superior a 5W, de acordo com a densidade do osso que se pretende cortar (Pavlíková *et al.*, 2011).

Catuna, (1953), foi o primeiro a descrever os efeitos de corte dos dispositivos ultrassom nos tecidos duros.

Volkov *et Shepeleva*, (1974), usaram os dispositivos ultrassônicos na cirurgia ortopédica óssea, que lhes forneceu experiência clínica permitindo simplificar a cirurgia ortopédica. Contudo, a técnica de preparação e seccionar tecidos duros foi estudado pela primeira vez pelo Horton *et al.*, (1981), nas décadas de 1970 e 1980 no campo da cirurgia oral. Foi desenvolvido por cirurgiões maxilofaciais para resolver dificuldades na sua própria prática.

Stubinger *et al.*, (2005), refere que conhecimento do dispositivo piezoelétrico teve grande impulso na década de 1990. Vercellotti *et al.*, (2001), afirma que o método foi aperfeiçoado e adaptado às necessidades das práticas clínicas.

Os ultrassons são vibrações sonoras de frequências menores à do alcance da gama audível para os seres humanos, ou seja, de 20kHz. As frequências inicialmente nos dispositivos ultrassônicos eram entre 25 e 40 kHz, tendo sido, posteriormente desenvolvidos ultrassons de baixa frequência, ente 1 e 8 kHz, os quais produzem menos *stress*, causando por isso menos alterações na estrutura dentária (Plotino *et al.*, 2007).

O dispositivo piezoelétrico veio revolucionar alguns procedimentos nas mais diversas áreas da medicina dentária, tais como cirurgia, implantologia, periodontologia e endodontia. É chamada piezocirurgia a todo o procedimento cirúrgico que recorre ao dispositivo piezoelétrico.

É importante dar a conhecer a piezocirurgia uma vez que apesar de os métodos convencionais serem ainda bastante utilizados, existem outros métodos, nomeadamente a piezocirurgia, que podem ser aplicados na prática clínica dos clínicos.

Há quem desvalorize esta técnica alegando que não há diferenças significativas entre os instrumentos rotatórios convencionais e a piezocirurgia, mas a verdade é que depois de uma leitura massiva de artigos bibliográficos referentes ao tema conclui-se que há certas vantagens na piezocirurgia: nomeadamente a precisão e segurança no corte, excelente controlo do dispositivo cirúrgico, local da cirurgia livre de sangramento, corte seletivo e mínima invasão operatória, regeneração óssea e processo de cicatrização mais rápidos, sem risco de enfisema, diminuição da dor pós-operatório e redução do *stress* traumático, vantagens significantes quer para o profissional quer para o paciente a nível intra e no pós-operatório.

A piezocirurgia é um método seguro, que não requer a pressão no instrumento exercida pelo profissional, mas que exige um bom controlo, e a garantia de que há constante irrigação para evitar necrose dos tecidos.

O uso do dispositivo piezoelétrico é permitida a um cirurgião menos experiente, diminuindo os riscos, garantindo mais sucesso e além de um resultado cirúrgico sem complicações (Wallace et al., 2007). Contudo, o uso do dispositivo pode ser aprendido rapidamente (Robiony et al., 2004).

O desenvolvimento deste trabalho permitirá à autora desta monografia desenvolver os seus conhecimentos sobre a piezocirurgia (outrora desconhecido) e seguramente fará parte das suas técnicas futuras na sua prática clínica como médica dentista, sempre que as condições assim o permitam. Pensa também que pelas características e propriedades deste dispositivo, o mesmo se torna uma mais-valia. Por isso espera que de certa forma esta monografia contribua também para o crescimento profissional de cada um.

O objetivo desta monografia, intitulada como “*Abordagem da Piezocirurgia na Medicina Dentária*” é, portanto adquirir um conhecimento mais amplo relativamente ao uso da Piezocirurgia nas diversas áreas da Medicina Dentária, as suas vantagens e técnicas aumentando, desta forma, as suas capacidades na área da Medicina Dentária.

## **Desenvolvimento**

### **I. Materiais e métodos**

A presente monografia tem como objetivo a realização de uma revisão bibliográfica acerca da piezocirurgia. Ao longo do trabalho será abordado o tema dos ultrassons, com uma vertente mais específica sobre a piezocirurgia. Quais e como funcionam os ultrassons, a piezocirurgia e as suas vantagens e inconvenientes. As indicações da piezocirurgia e a sua contribuição nas mais diversas áreas da medicina dentária. Como poderá ser também a sua evolução e a utilização por parte dos médicos dentistas.

A pesquisa bibliográfica foi baseada em artigos científicos e livros, publicados entre os anos 1990 e 2014, utilizando as palavras-chave: “piezosurgery”, “piezoelectric”, “ultrasound”, “osteotomy”, “piezocirurgia”, “piezoelectricidade”, “dispositivo piezoelétrico”, “instrumentos convencionais”, “cirurgia”, com limitação bibliográfica nas seguintes línguas: português, francês, espanhol, italiano e inglês. Foram pesquisados um total de 300 artigos, dos quais 94 foram aproveitados e os restantes rejeitados. Foram rejeitados artigos que em nada contribuíram com os principais tópicos abordados ao longo da monografia e os artigos que não fossem das línguas referidas acima.

No entanto para perceber a história da piezocirurgia, foram aceites alguns artigos com já com alguns anos, mas que se enquadram no que ainda hoje é considerado “verdade”.

As pesquisas foram realizadas nas bibliotecas da Universidade Fernando Pessoa e da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto, com os motores de busca PubMed, Scielo, B-on, Science Direct e vários livros académicos.

## II. Piezoeletricidade

A palavra piezoeletricidade vem do grego que significa “eletricidade por pressão”. Piezo vem do termo “compressão” ou “pressão”. (Geovannal, 1990)

Pierre Curie, em colaboração com o seu irmão Jacques Curie, em 1890 constatou que uma corrente elétrica surgia em certos cristais quando submetido a pressões, e chamaram a esse fenômeno de efeito piezoelétrico. (Geovannal, 1990)

Piezoeletricidade é uma qualidade de alguns cristais que quando comprimidos, produzem uma diferença de potencial elétrico entre duas superfícies. Ao sofrer uma tensão, um material piezoelétrico passará a apresentar uma polarização elétrica ou uma mudança de polarização se o material tiver uma polarização espontânea não nula. (Geovannal, 1990)

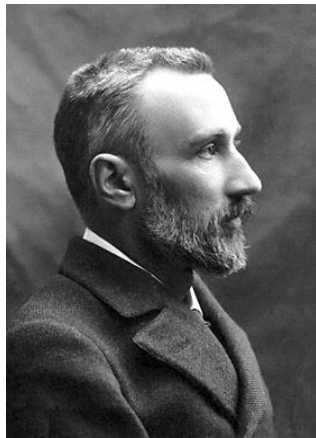
Os cristais são quartzo, turmalina, sal Seignette (sódio tartate potássio) e titanato de bário.

Quando um cristal (como o quartzo, por exemplo) está sob a influência de um estímulo externo, como uma tensão ou uma tração uniforme, ou um campo elétrico estático de baixa frequência, o cristal deforma-se. Essas deformações dependem da simetria do cristal e da direção na qual o estímulo é aplicado, enquanto a magnitude dessas deformações depende do material (do valor da constante piezoelétrica correspondente). (Geovannal, 1990)

Leclercq *et al.*, 2008 também defende que a piezocirurgia é baseada no efeito piezoelétrico, descrito pela primeira vez por Jacques e Pierre Curie, em meados de 1880, que afirmam que certas cerâmicas e cristais deformam quando uma corrente elétrica passa através deles, resultando em oscilações de frequência ultrassônica. É caracterizado como um fenômeno físico específico de certos cristais como o quartzo, que sofrem as vibrações mecânicas com tal frequência que gera cavitação, caracterizada por uma ruptura da coesão molecular de líquidos, comparável às ondas ultrassônicas.

As vibrações ultrassônicas podem deslocar-se numa direção longitudinal, podem deslocar-se num meio, e refletem-se e absorvem-se na interface das diferentes superfícies encontradas. (Van Der Weijden, 2007)

Na medicina dentária, os cristais de hidroxiapatite apresentam a mesma propriedade piezoelétrica, deformando-se em um campo piezoelétrico. Este novo instrumento utiliza a capacidade de piezoeletricidade óssea para desagregar os cristais de hidroxióssea num determinado plano, cortando osso por meio de vibrações de ultrassom. (Consolaro *et al.*, 2007)



**Figura 1.** Pierre Curie. Descobriu o fenómeno de efeito piezoelétrico. Recebeu o prémio Nobel da Física em 1903 Adaptado Wikipédia [Disponível em [www.nobelprize.org](http://www.nobelprize.org)] (Consultado em 24/04/2015)

### **III. Ultrassons**

#### **III.1- Diferentes mecanismos de produção de ondas ultrassónicas**

Segundo Poblete-Michel *et Michel*, (2009), as vibrações ultrassónicas são ondas com uma frequência maior do que 20.000 Hz. O ser humano recebe frequências entre os 20 e os 20.000Hz.

Estes autores referem que ondas de ultrassons são ondas mecânicas que, em virtude do fenómeno da agitação, podem induzir a desorganização e fragmentação de diferentes corpos. As vibrações ultrassónicas podem facilmente permitir que a segmentação das

interfaces de sólido para sólido por meio de vibrações distintas, e líquido-sólido por meio de cavitação.

- Sistema magnetoestrutivo- um bar ferromagnético e fio espiral de cobre na peça de mão gera vibrações que 18,000 a 45,000Hz. Estes dispositivos produzem um movimento elíptico da ponta se assemelha a um movimento martelar.
- Sistemas Sonic- uma turbina de ar na peça de mão gera vibrações que variam de 2,500 a 16,000Hz. Estes dispositivos produzem um movimento elíptico ou circular da ponta semelhante a marteladas e movimento abrasivo.
- Sistema piezoelétrico- instrumentos piezoelétricos são amplamente utilizados na medicina dentária e os seus efeitos estão a ser cada vez mais compreendidos.

### **III.2- Propriedades do uso do ultrassom na prática da cirurgia óssea**

Segundo Gagnot *et* Poblete, (2004), o dispositivo ultrassónico tem 6 propriedades:

- Cavitação - As vibrações obtidas são amplificadas e transferidas para uma ponta de vibração que, quando aplicada com ligeira pressão sobre o tecido ósseo, resulta em um fenómeno de cavitação - um efeito de corte mecânico que ocorre exclusivamente em tecido mineralizado. Neste fenómeno, durante as vibrações, pequenas depressões semelhante a bolhas são produzidos, no final da ponta em locais de vibração máxima (isto é, a 2-3mm na extremidade a partir da ponta). Estas bolhas de ar vibram com a sua fonte, amentam de tamanho e explodem. Este fenómeno tem propriedades antibacterianas e depende da frequência, e não da amplitude, da vibração de ultrassons.
- “Sweeping” - ocorre quando a ponta está colocada tangencialmente sobre a superfície a ser tratada.
- Irrigação - necessária para resfriar a ponta. Também pode ser usado para fornecer substâncias químicas antibacterianas na bolsa periodontal, que é particularmente útil durante o dispositivo ultrassónico.
- “Chipping” – ou seja, lascar. Pode ser observada cada vez que a superfície dorsal da extremidade é colocada contra a superfície a ser tratada.

- Abrasão - refere-se à frequência de vibração e a superfície da ponta utilizada, por exemplo de aço inox, de diamante, ou composta. Tem um grande efeito sobre a qualidade de superfície e é obtido o efeito de corte.
- Microcorrentes – geradas pela vibração de passagem através de líquido de irrigação, por exemplo solução salina fisiológica e anti- sépticos, ou através de fluidos encontrados durante a intervenção, como saliva e sangue.

### **III.3- Instrumentos convencionais**

Os motores para preparo dentário foram uma grande descoberta para a medicina dentária. Entende-se por material rotatório aquele que, unido às mangueiras do equipamento dentário e operados pelo mesmo, executa movimentos de rotação a diferentes velocidades a fim de mover uma broca colocada na extremidade.

São referidos como instrumentos convencionais os micromotores, as turbinas, os contra-ângulos, as peças de mão, as serras, as brocas rotatórias e as curetas. Estes instrumentos são amplamente utilizados na medicina dentária, sendo o maior suporte instrumental para qualquer ato cirúrgico.

O micromotor é um sistema de rotação de baixa velocidade (cerca de 40.000rpm), o que faz do seu uso reservado a tecidos dentários semi- duros, como dentina-polpa. Encontra-se ligado a mangueiras do equipamento dentário com um sistema de conexão variável. Existem micromotores elétricos e de ar, e têm um regulador de velocidade e sentido de rotação. Sobre o micromotor pode-se colocar dois tipos diferentes de instrumentos, o contra- ângulo e a peça de mão. (Boyd, 2011)

Os micromotores elétricos são de pequenas dimensões, no seu interior contêm um micromotor de baixa velocidade, alcançando até 40.000rpm e com grande torque. A sua conexão é feita mediante um transformador, e alimentam-se de corrente contínua de baixa voltagem. Os micromotores elétricos possuem um pedal, ou anel na base que permite a rotação. (Boyd, 2011)

Os micromotores elétricos são amplamente utilizados em implantologia e são silenciosos. Têm a vantagem de ficarem praticamente sem inércia. Isto é importante na

presença de qualquer acidente ou imprevisto. As vantagens dos motores elétricos é que, claramente, em velocidade e torque podem ser controlados facilmente. (Boyd, 2011)

A turbina é um instrumento rotatório de alta velocidade, que alcança entre 100.000 e 400.000rpm. A sua velocidade é útil para remover tecidos duros dos dentes, como o esmalte nos processos de tratamento de cáries. Tem uma forma ligeiramente angulada para permitir fácil acesso ao dente. (Boyd, 2011)

A turbina divide-se em cabeça e corpo, isto é, a cabeça é o lugar onde se coloca a broca mediante um sistema de sujeição que varia dependendo do fabricante. Nela encontra-se também um sistema de saída de água (variável segundo os modelos), que serve para irrigar a broca e diminuir a geração de calor ao realizar o tratamento e o consequente dano da polpa dentária. O corpo é a zona de prensão e a sua superfície é rugosa para facilitar a sua pega. Na sua zona final há um dispositivo que se une com a mangueira do equipamento dentário para receber as conexões e retornos de ar e água. (Boyd, 2011)

As turbinas utilizam transmissões pneumáticas. Nas turbinas, a broca está impulsionada diretamente por um rotor. Este rotor tem uma hélice sobre a qual atua o ar comprimido. Em rotação livre a turbina pode alcançar velocidades que variam entre 330.000 e 500.000rpm. A velocidade de trabalho é aproximadamente a metade da velocidade em rotação livre. (Boyd, 2011)

O contra-ângulo apresenta um ângulo característico à horizontal com elfo para promover o acesso à broca. Distingue-se no contra-ângulo uma cabeça (broca, saída de água e sujeição variável) e um identificador que conecta ao micromotor. Servem para remover dentina ou para polimento de dentes. Utiliza brocas de aço curto ou carboneto de tungstênio, que são menos abrasivos e têm menos capacidade de corte que as diamantadas, comumente usado com turbinas. (Boyd, 2011)

Os contra-ângulos apesar de serem mais lentos do que as turbinas, alcançam maior força rotatória. Os contra-ângulos impulsionados por micromotor não diminuem a velocidade nem congestionam. Porém cortam a uma velocidade quase constante, independentemente da sua carga. A concentricidade de rotação da broca é significativamente melhor nas peças de contra-ângulo do que nas turbinas. A broca vibra menos num contra-ângulo do que numa turbina. (Boyd, 2011)

As peças de mão atuais apresentam altíssima precisão de corte relacionada aos diversos tipos de brocas presentes no mercado tornando os procedimentos clínicos muito mais rápidos. Permite, também, a refrigeração das estruturas dentárias. (Neto, 2011)

O uso das peças de mão retas na boca são limitadas, exceto em cirurgias de terceiros molares inclusos. Usa-se principalmente para retocar próteses dentárias. Têm duas partes; a cabeça, onde se a broca e a mangueira. As brocas utilizadas na peça de mão são largas e de aço ou carboneto de tungstênio. (Boyd, 2012)



**Figura 2.** Instrumentos convencionais- Turbina, micromotor, contra- ângulo e peça de mão de marca Gnatus.

As brocas são elementos ou ferramentas que se introduzem num instrumento impulsor e fazem girar a uma determinada velocidade concêntrica. São instrumentos de corte rotatório compostos por várias lâminas afiadas que se assemelham a facas. (Boyd, 2012)

As brocas classificam-se pelo tipo de instrumento rotatório ao qual se aplicam (broca de contra- ângulo, broca de peça de mão, broca de turbina); pela composição da sua parte ativa (brocas de diamantadas usadas nas turbinas ou brocas de tungstênio usadas em contra- ângulo); pela forma da sua parte ativa, que varia em função da técnica a utilizar (brocas redondas para abrir cavidades ou criar retenções, brocas cone invertido para minar princípio de esmalte e dentina, brocas tronco- cónicas que são úteis para a conformação de incrustações metálicas); e pela sua longitude, que podem ser curtas

(usadas em turbinas e contra- ângulos) e largas (usadas em peças de mão retas). (Boyd, 2012)



**Figura 3.** Brocas rotatórias de metal de marca Hoko.

Mondelli *et al.*, (1976), na área da dentística, classificam os instrumentos operatórios em 8 categorias, entre eles rotatórios, que, para adaptação de diversos equipamentos, foram projetados em diferentes formas, tamanhos e tipos:

- Motores de velocidade convencional: roldanas e cordas ou ar comprimido (micromotores) transmitem o movimento à peça da mão; utilizados para acabamentos de paredes cavitárias após instrumentação com alta rotação.
- Turbinas de alta rotação: giram na extremidade da peça da mão e são movidas a ar comprimido; úteis na redução rápida da estrutura dentária e determinação de formas de contorno.

Em endodontia, os instrumentos rotatórios convencionais para serem utilizados como auxiliares no preparo químico-mecânico dos canais radiculares, devem ser manipulados com muito cuidado para evitar acidentes desagradáveis. A maioria dos instrumentos rotatórios convencionais são utilizados e possuem a maior efetividade de corte em rotação horária ou seja, movimento em sentido dos ponteiros dos relógios. (Pécora *et al.*, 2004)



**Figura 4.** Broca Endo-Z (Pécora, 2004).



**Figura 5.** Brocas LA AXXESS (Pécora, 2004).

Em cirurgia oral, ao utilizar serras comuns ou brocas em osteotomias, há necessidade de se aplicar pressão, mesmo que discreta, para que se obtenha o corte, implicando um certo grau de aquecimento, tanto do osso como dos tecidos moles adjacentes. (Consolaro *et al*, 2007)

Vercellotti, (2004), refere como inconveniente do udo do micromotor a pressão elevada, que em caso da perda de controlo, iria produzir um instantâneo movimento do instrumento cirúrgico que pode ser perigoso na proximidade de estruturas anatómicas delicadas, tais como feixes vasculares ou tecido nervoso. Além disso as ferramentas de motor convencional, na produção da ação de corte, geram microvibrações que, por sua vez, iriam reduzir a segurança cirúrgica.

Muito se discute sobre o ruído dos instrumentos rotatórios convencionais. Para muitos autores, estes são a maior fonte geradora de ruído e, por mais tempo, utilizadas no consultório dentário.

Berro *et Nemr*, (2004), afirmam que o ruído provocado pela utilização dos instrumentos rotatórios além de dificultar a conversação e de ser stressante pode ser nocivo à audição, pois o ouvido humano é extremamente vulnerável à sua ação. A exposição aguda provoca o trauma acústico, e a exposição crónica, à perda auditiva induzida pelo ruído.

Mondelli, (1976), afirma que a rotação dos equipamentos altera o nível de ruído, devido à velocidade que varia numa rotação convencional entre 40.000 e 100.000 rpm. O ruído e as vibrações são fatores envolvidos no mecanismo de ação e podem ocasionar transtornos auditivos nos profissionais.

Estes dois últimos autores, citados acima, mencionam também outro fator importante na variação do ruído da broca, que é a circunstância da broca estar ou não a cortar um

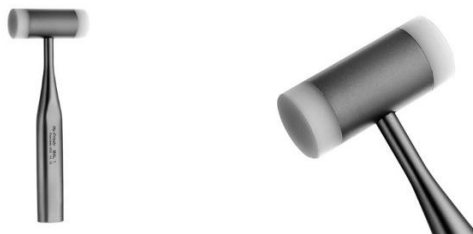
material duro ou mole. Isto permite a maior rapidez na rotina da prática clínica, com maior vantagem para as brocas de alta rotação.

A nível biológico e histológico, os mecanismos de cicatrização do tecido ósseo sujeito a corte com instrumentos rotatórios, executado com brocas cirúrgicas, montados sobre micromotor diferem significativamente das do típico corte piezoelétrico. Wallace, (2003), afirma que o corte piezoelétrico explorando micro vibração, promove a cicatrização óssea mais rápida, principalmente quando ligadas a uma condição extremamente favorável que possa reduzir ou anular o estado inflamatório do osso esteotomizado com técnicas tradicionais.

Vários estudos biomoleculares têm mostrado a presença de diferenças substanciais, entre os processos de cura que acontecem em cirurgia de osteotomia realizada com a técnica tradicional e a piezoelétrica. A uma distância de apenas sete dias, o corte feito por exploração da vibração micro em piezoelétrico mostraria uma aparência de tecido ósseo recém-formado. Outros estudos, também demonstraram que esta cura rápida iria ser associada (na presença de um corte cirúrgico que a partir de um ponto de vista morfológico) a superfícies porosas, extremamente limpa e livre de detritos, com a possibilidade de ocorrência uma fibrina de ligação imediata. (Petri *et al.*, 2007; Wallace, 2003)

#### III.4- Macrovibrações vs microvibrações

Tradicionalmente, a cirurgia óssea foi realizada quer por instrumentos manuais e rotatórios. Os instrumentos manuais, como o escopro e martelo, oferecem bom controlo quando são utilizados para remover pequenas quantidades de osso em áreas com mineralização relativamente menos densa.



**Figura 6.** Martelo cirúrgico de marca Hu Friedy- instrumento manual

Contudo, os instrumentos manuais são difíceis de controlar no osso cortical, particularmente em locais onde a osteotomia precisa é essencial. Instrumentos movidos a motor são frequentemente utilizados quando a cortical óssea é muito densa. (Schlee *et al.*, 2006)

Os instrumentos motorizados transformam a energia elétrica ou pneumática em ação de corte mecânico usando a ponta afiada de brocas ou lâmina de serra. Estes instrumentos geram uma quantidade significativa de calor na zona de corte, que deve ser minimizada através da água de irrigação. (Schlee *et al.*, 2006)

O sobreaquecimento dos tecidos adjacentes ao corte podem alterar ou atrasar a resposta de cura. A redução da velocidade da rotação diminui o atrito do calor, mas também diminui a eficiência de corte. Ferramentas de corte motorizado também diminuem a sensibilidade tátil. A velocidade de rotação mais lenta aumenta a necessidade de pressão manual, aumentando a macrovibração do instrumento de corte e diminuindo ainda mais a sensibilidade. (Seshan *et al.*, 2009)

Isto, torna-se num problema quando se atravessa uma área de osso cortical denso, osso trabecular ou tecidos moles, por exemplo: em casos de perfuração durante a realização de uma osteotomia acima do canal mandibular, ou na preparação de uma janela lateral para o enxerto do seio. Os instrumentos rotatórios convencionais cirúrgicos podem causar complicações dos tecidos moles, como lacerações ou queimaduras durante a osteotomia. (Sohn *et al.*, 2007)

#### **IV. Indicações da piezocirurgia**

A piezocirurgia pode ser usada durante a cirurgia periodontal para remoção do osso ou cirurgia de tecidos moles, cirurgia óssea para terapêutica ortodôntica, cirurgia de implantes dentários (por exemplo na extração dentária seguida de colocação imediata de implante), distração osteogénica do osso alveolar, enxerto do mento, cirurgia de lateralização do nervo alveolar inferior, levantamento do seio maxilar e expansão da crista óssea.

A piezocirurgia está indicada em cirurgias de difícil acesso, nos casos em que a preservação dos tecidos é indispensável.

#### IV.1- Cirurgia

Através da utilização de vários tipos de pontas montadas na peça de mão de osteótomos piezoelétricos torna-se possível realizar osteotomias, osteoplastias, separação de tecidos moles e duros, e de corte do osso.

Choung, (2007), refere que as pontas ultrassônicas podem ser uma ferramenta efetiva para um médico ou cirurgião experiente em várias situações: como coletor ósseo, em osteotomias sagitais mandibulares, na remoção de implantes fraturados, na lateralização de nervo alveolar inferior, na confecção de janela para enxertos sinusais, em distrações ósseas, na divisão de crista, entre outras.

A cirurgia oral e maxilofacial em particular beneficiam especialmente da utilização do método piezoelétrico, baseando-se na eficácia terapêutica de critérios biológicos cada vez mais definidos. Na cirurgia maxilofacial pode aplicar-se a piezocirurgia nos casos de cirurgia ortognática (Boioli *et al.*, 2004), aumentos com excerto do osso craniano (Catuna, 2004) e reposicionamento do nervo no canal alveolar (Eggers *et al.*, 2004). Durante a cirurgia maxilofacial, muitos autores enfatizam a segurança e a precisão da técnica.

##### i. Extração de dentes retidos e impactados

A piezocirurgia é adequada em cirurgia de dentes retidos (Pappalardo *et al.*, 2008) e remoção de dentes anquilosados (Catuna, 2004).

A piezocirurgia é também indicada na extração de dentes impactados, particularmente dentes que estejam muito próximos de entrar em contato com o nervo alveolar inferior. (Boioli, 2004)



**Figura 7.** A piezocirurgia permite a extração de dentes impactados sem traumatizar (Rahnama *et al.*, 2013)



**Figura 8.** Preparação da janela óssea da cortical externa que providencia um acesso ao dente impactado com perda de osso limitada (Rahnama *et al.*, 2013)



**Figura 9.** Alvéolo pronto para ser reposto o osso retirado durante a extração do 3º molar impactado (Rahnama *et al.*, 2013)

## ii. Lateralização do nervo alveolar inferior

Segundo Vercellotti, (2000), a libertação do nervo alveolar inferior envolve a inserção meticulosa de instrumentos, através da parede óssea. O risco de dano acidental do nervo dentário inferior durante as osteotomias é minimizado pelo corte piezoelétrico. Além disso, a natureza seletiva da piezocirurgia com vibração através de uma frequência ultrassônica específica para tecidos duros contribui para a eliminação das complicações comuns e sequelas da utilização de instrumentos rotatórios convencionais.

Segundo Gruber *et al.*, (2005), osteotomias no ramo mandibular têm acesso difícil e são próximas do nervo alveolar inferior. Os autores avaliaram os défices neurosensoriais, comparando a técnica piezoelétrica com a técnica convencional que usa cinzéis e brocas. Embora a cirurgia fosse mais longa com o dispositivo piezoelétrico, o campo cirúrgico apresentou-se mais claro, livre de sangue. As complicações neurosensoriais diminuíram em 57,1% e a precisão de corte foi melhorada.

O uso da piezocirurgia nestes casos é muito interessante e importante, uma vez que permite uma ostetomia segura e fácil acesso para a libertação do nervo. (Schlee, 2009)

Geha *et al.*, (2006), avaliaram, por meio de neurosensores, a recuperação da sensibilidade do nervo alveolar inferior após osteotomia sagital bilateral, usando o aparelho piezoelétrico em pacientes com deformidades dento-esqueléticas. A integridade anatômica do nervo foi respeitada em todos os casos. O dispositivo empregado na osteotomia sagital bilateral permitiu a recuperação neurosensorial, o retorno mais rápido da sensibilidade e a preservação da integridade anatômica do nervo alveolar inferior.

### **iii. Quistos odontogénicos**

A piezocirurgia é aplicada no tratamento cirúrgico de quistos odontogénicos dos maxilares que constituem uma intervenção de rotina e também deve ser realizada de forma segura, evitando assim a rutura da parede quística. (Pappalardo, 2011)

Pappalardo, (2011), realizou um estudo clínico comparativo em dez pacientes incluindo homens e mulheres jovens que apresentavam lesões quísticas na mandíbula, em posterior, com tamanhos entre os 18-35mm de diâmetro mesio-distal e 18-30mm de altura ápico-coronal. Estes pacientes apresentavam a parede óssea alveolar por vestibular intacta, tendo sido feita uma osteotomia nesse local.

Nesse estudo clínico o grupo foi dividido em dois, um cuja osteotomia do osso alveolar póstero-inferior foi realizado com micromotor cirúrgico e outro grupo cuja osteotomia do osso alveolar póstero-inferior foi realizado com o dispositivo piezoelétrico. Em todos os casos foram realizadas ortopantomografias no pré e pós- operatório. Os resultados pós- operatório revelaram que em relação a edemas na face, os pacientes submetidos a cirurgia com o dispositivo piezoelétrico desenvolveram edema inferior ao grupo cuja cirurgia foi realizada com micromotor. Quanto à avaliação da distância inter-incisiva na abertura máxima dos pacientes tanto no primeiro dia como nos dias seguintes, as diferenças nos valores expressos favorecem o sistema piezoelétrico. Quanto à percepção da dor, os pacientes tratados com o sistema piezoelétrico apresentam dores relativamente baixas em comparação com os pacientes tratados com o sistema rotatório micromotor, já a partir do primeiro dia quase com ausência de dor e no terceiro dia após a cirurgia com completa ausência de sintomas de dor.

#### **iv. Expansão da crista óssea alveolar**

Segundo Vercellotti, (2000), a utilização da piezocirurgia é uma vantagem nas situações de expansão óssea, uma vez que o osso pode ser separado sem trauma. O comprimento de toda a osteotomia pode ser expandido pela inserção de osteótomos. O uso da piezocirurgia permite alcançar a profundidade necessária aquando da cirurgia de expansão.

Palti, (2003), refere que pode ser feita a expansão da crista óssea alveolar em casos de suficiente altura óssea mas cuja espessura é insuficiente. A expansão óssea é mais utilizada na maxila devido a maior elasticidade do osso (Schlee *et al.*, 2006).

Existe um risco elevado de fratura indesejada durante a realização da segmentação óssea, sobretudo no osso predominantemente cortical, quando a osteotomia é realizada com brocas rotatórias e serras convencionais. Tal não acontece com o instrumento piezoelétrico, uma vez que a piezocirurgia diminui o risco de fratura óssea, pois este método deixa o osso mais elástico após osteotomia com vibração de ultrassom. (Vercellotti, 2000)

#### **v. Cirurgia óssea ortodôntica**

Quanto à cirurgia óssea em terapêutica ortodôntica, segundo Diabrt, S. *et* Dibart, J., (2014), as indicações de incisão piezocirúrgica, ou piezoincisão incluem:

- Maloclusão Classe I com apinhamento moderado a severo (sem extração)
- Maloclusões de Classe II selecionadas
- Rápido tratamento ortodôntico de adultos
- Rápida intrusão e extrusão dos dentes
- Correção simultânea de defeitos ósseos e gengivais
- Prevenção de defeitos mucogengivais que podem ocorrer durante ou após o tratamento ortodôntico.

A piezoincisão é uma técnica realizada normalmente 1 semana após a colocação dos aparelhos ortodônticos. Esta técnica consiste na realização de uma pequena incisão vertical, após completa anestesia, realizada por vestibular e interproximal na gengiva

aderida ou na mucosa. É preferível na gengiva aderida uma vez que vai proporcionar no pós-operatório uma cicatriz menos visível. Uma incisão média é realizada entre as raízes dos dentes envolvidos, levando em consideração que os tecidos moles e o perióstio necessitam ser incidados para criar uma abertura que irá permitir a inserção do bisturi piezoelétrico. (Dibart S. *et* Dibart J., 2014)

Tal como outro instrumento piezoelétrico, a piezoincisão também tem um efeito localizado e seletivo sobre o osso. Apenas os dentes ou arco(s) a serem movimentados necessitam de ser operados. As áreas não submetidas à cirurgia possuem uma maior ancoragem, porque não são afetadas pelo processo de desmineralização e, assim, podem ser usadas no plano de tratamento global. Uma vez que as incisões verticais interproximais estiverem completas sobre as arcadas maxilares e mandibulares ou nos seguimentos localizados, a ponta do piezótomo é inserida nas aberturas previamente realizadas, e uma corticotomia piezoelétrica de 3mm é realizada (Dibart S. *et* Dibart J., 2014).



**Figura 10.** Osteotomia vertical estreita e precisa realizada com serra piezoelétrica entre as raízes dentárias. (Consolaro *et al.*, 2007).

Como cuidados pós-operatório, o paciente precisa ser consultado a cada duas semanas pelo ortodontista, de forma a ser beneficiado pela fase de desmineralização temporária criada pela piezoincisão e permitir uma movimentação dentária mais rápida e a conclusão do tratamento. (Dibart S. *et* Dibart J., 2014)

Podem ocorrer complicações como perda de papilas interdentárias, caso a incisão feita com o dispositivo piezoelétrico tiver sido feita muito próxima das papilas interdentárias. Portanto é muito importante realizar as incisões ao nível médio das raízes, de forma a não prejudicar e correr o menor risco de lesar as papilas. (Dibart S. *et* Dibart J., 2014)

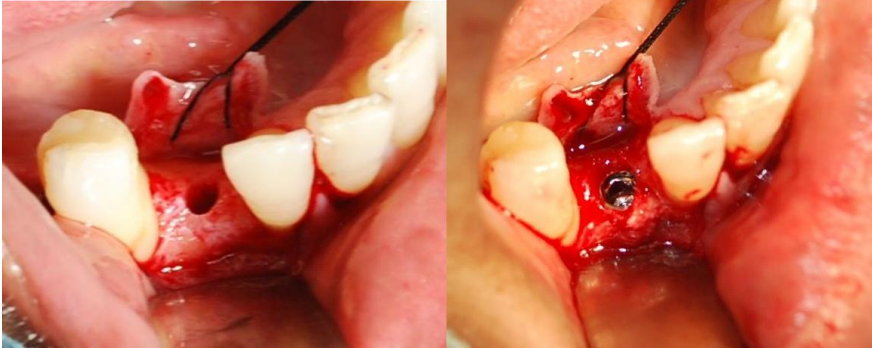
## IV.2- Implantologia

Nas cirurgias de implantes para a reparação de leito de implantes, utilizam-se brocas que podem apresentar vários formatos e tamanhos. Mas, ainda não existem muitos estudos ou pouco se conhece sobre instrumentos piezoelétricos para preparação do leito de implantes que possa promover a osseointegração. Porém, devido à versatilidade dos instrumentos piezoelétricos, recentemente têm vindo a ser desenvolvidas novas ponteiros para preparar o leito para receber os implantes. (Blus *et al.*, 2010)

Robiony *et al.*, (2007), referem também que a osteotomia para confecção de alvéolos é um dos procedimentos cirúrgicos tecnicamente mais sensíveis em implantologia, que se relaciona diretamente com o sucesso da osseointegração e, portanto, no resultado final do tratamento. Dependendo da velocidade, as brocas normalmente utilizadas podem ser potencialmente prejudiciais à reparação tecidual, pela possibilidade de produção de altas temperaturas durante as perfurações (Chiriac *et al.*, 2005; Gleizal *et al.*, 2007).

Blus *et al.*, (2010), realizaram um estudo clínico em que colocaram 40 implantes em humanos após extrações dentárias realizadas com cirurgia em sistema piezoelétrico. Esta técnica apresentou vantagens como perfuração do terço apical da parede palatina do alvéolo dental na posição exata e na orientação de forma fácil e sem esforço, a superfície de trabalho foi limitada à extremidade apical evitando danos à parede palatina, o sangramento foi limitado o que conduziu a uma boa visualização cirúrgica, a condensação mecânica do osso na área da osteotomia aumentou a estabilidade primária e a velocidade da osseointegração. O tempo de preparo da osteotomia foi semelhante ao tempo de preparo necessário quando realizado com instrumentos rotatórios, com o único inconveniente do tempo despendido na troca das ponteiros do dispositivo piezoelétrico.

Blus *et al* (2010) confirmam então que um corte com instrumento piezoelétrico parece cicatrizar com mais eficiência inicialmente durante a osseointegração de implantes orais de titânio.



**Figura 11.** Alvéolo preparado com pontas ultrassônicas; instalação do implante com a técnica piezoelétrica. (Kfoury *et al.*, 2013)

**Figura 12.** Implante instalado (Kfoury *et al.*, 2013)



**Figura 13.** Reabertura (Kfoury *et al.*, 2013)

**Figura 14.** Instalação do pilar protético para prótese cimentada. (Kfoury *et al.*, 2013)

Em estudos clínicos elaborados por Petri *et al.*, (2007), estes também demonstraram, em porcos pequenos, que um corte com instrumento piezocirúrgico parece cicatrizar com mais eficiência inicialmente durante a osseointegração de implantes orais em titânio.

#### **i. Levantamento do seio maxilar**

Vercellotti *et al.*, (2001) indicam a piezocirurgia na implantologia em casos de cirurgia do levantamento do seio maxilar. Esta, muda significativamente as perspectivas nas operações, nomeadamente na abertura, da parede lateral do seio maxilar.

Segundo Wallace *et al.*, (2007) e Pavliková *et al.*, (2011), o seio maxilar é um fator limitante para instalação de implantes no seio maxilar na região posterior da maxila. O edentulismo de pré-molares e, molares superiores, associados à atrofia da maxila, e ao

fenómeno de pneumatização do seio maxilar, tornam ainda mais difíceis os procedimentos de implantologia na região. Para que tal aconteça, é necessário então fazer o levantamento do seio maxilar.

A grande vantagem da utilização do dispositivo piezoelétrico no levantamento do seio maxilar é a possibilidade de corte seletivo de tecidos mineralizados sem romper a membrana de Schneider. Além do mais o procedimento cirúrgico com o dispositivo piezoelétrico é significativamente menos sangrante, especialmente quando comparada com as técnicas clássicas recorrendo ao uso de instrumentos rotatórios convencionais.

Na cirurgia de levantamento do seio maxilar, as microvibrações fraturam apenas o mineral de apatite longe do material de colagénio, com excelente precisão micrométrica. Não há atrito gerado e requer apenas uma pressão mínima. Vários estudos morfológicos e histomorfométricos demonstraram que tecidos moles e duros respondem favoravelmente ao dispositivo piezoelétrico melhor do que a broca rotatória convencional. (Vercellotti *et al.*, 2001, 2005)



**Figura 15.** Osteotomia para levantamento do seio maxilar com recurso a piezocirurgia (Vercellotti, 2004)

Num estudo de Vercellotti *et al.*, (2001), foram observadas perfurações na membrana no seio maxilar em apenas 5% dos pacientes, quando foi utilizado o dispositivo piezoelétrico. Os autores concluem que as perfurações inadvertidas da membrana são improváveis quando técnicas de piezocirurgia são aplicadas apropriadamente.

Vercellotti, Paoli, Nevins, (2001), apresentaram uma técnica para simplificar a cirurgia maxilar de aumento sinusal em implantologia, evitando a perfuração da membrana.

Vinte e um procedimentos de osteotomia da janela óssea com piezoelectricidade foram executados em 15 pacientes com o sistema Piezosurgery da Mectron. O resultado mostrou uma taxa de sucesso de 95%. O tempo necessário para a operação foi de cinco minutos em comparação aos três da técnica convencional, mostrando que essa técnica simplifica a cirurgia de seio maxilar e reduz a possibilidade de complicações pós-operatórias.

### **ii. Distração osteogénica do osso alveolar**

A distração osteogénica alveolar é largamente utilizada para aumentar a altura do rebordo alveolar em pacientes que necessitam de terapia com implantes dentários e que possuem altura de rebordo insuficiente para assegurar uma adequada proporção coroa-implante na reabilitação (Garcia-Garcia *et al.*, 2003).

A distração osteogénica é baseada na separação gradual entre o osso basal de um segmento ósseo destacado (o segmento de transporte) que, apesar disso, permanece plenamente vascularizado através do seu perióstio; entre o osso basal e o segmento de transporte forma-se um calo de distração que gradualmente converte-se no osso maduro. (Aronson, 1999)

### **iii. Coleta de osso autógeno**

Enxerto com blocos de ósseos, coletados da região intra-oral, é um procedimento para a reconstrução do osso que apresenta severa reabsorção horizontal ou vertical na área onde se vai aplicar um ou vários implantes. (Misch *et al.*, 1992)

Segundo Stefano *et al.*, (2006), partículas de enxerto ósseo com um tamanho de 500 micrômetros são ideais para regeneração óssea, com manutenção dos potenciais osteogénico, osteoindutor e osteocondutor. A piezocirurgia revela-se apropriada para coletar as partículas ósseas com tamanho ideal e baixa geração de calor, minimizando as possibilidades de necrose térmica.

Chiriac *et al.*, (2005), refere que apesar das vantagens cirúrgicas, não foi encontrada qualquer diferença significativa entre a piezocirurgia e os métodos convencionais utilizando brocas rotatórias na coleta de fragmentos ósseos corticais, no que diz respeito à viabilidade e diferença no crescimento de células nos fragmentos ósseos autógenos derivados de áreas corticais intrabucais.

Por outro lado, a utilização da piezocirurgia permite observar uma quantidade significativa de osteoblastos e osteócitos sobrevivente nos blocos ósseos removidos com o dispositivo piezoelétrico, embora Berengo *et al.*, (2006), revela não gerar vantagem clínica comprovada quando comparada à cirurgia com instrumentos rotatórios.

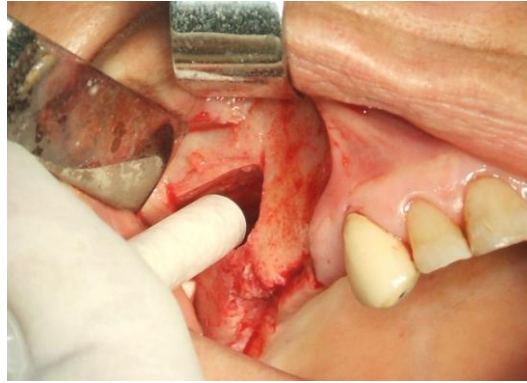
Foi provado por vários estudos e autores que todos os conceitos gerais da piezocirurgia apresentam vantagens significativas quando aplicados a procedimentos de enxerto ósseo do seio. Assim, a falta de microvibrações permite um melhor controlo do punho, o que garante um acesso mais seguro, mesmo em áreas anatómicas mais difíceis. Vários autores afirmam também que a precisão do corte é também notável, especialmente quando comparado com a abordagem utilizando instrumentos rotatórios. O uso de soro fisiológico como irrigante no arrefecimento com o dispositivo piezoelétrico mantém a área cirúrgica fresca e livre de sangue, fazendo com que os tecidos não venham a sofrer com o sobreaquecimento, além de que o clínico tem uma visibilidade ótima.



**Figura 16.** Kit piezocirúrgico para elevar o seio maxilar da Mectron.

Varcellotti, (2004), afirma que o efeito de cavitação do sistema induz uma pressão hidropneumática na solução salina irrigadora que contribui para a elevação da membrana do seio maxilar de forma atraumática.

Segundo Pavliková *et al.*, (2011), no curso da abordagem lateral, ou antrostomia lateral, o clínico pode optar por remover o osso da osteoplastia da parede lateral ou coletar o osso removido pela osteoplastia e incorporar dentro do enxerto que irá preencher o seio.



**Figuras 17 e 18.** Antrostomia lateral realizada com instrumento piezoelétrico, remoção do osso e posterior enxerto e compactação dentro do seio maxilar (Tarquini, 2010)

Segundo González-Gracia *et al.*, (2003), a distração osteogénica do osso alveolar é muito utilizada para aumentar a altura do rebordo alveolar em pacientes que necessitam terapia com implantes dentários e que possuem altura de rebordo insuficiente para assegurar uma adequada reabilitação.

Numa técnica de cirurgia guiada com piezocirurgia, Antolín *et al.*, (2012) refere que a técnica é similar à convencional, em que é requerida a preparação de modelos, exploração radiográfica e a planificação com o *software* adequado. A realização das guias cirúrgicas é que devem seguir parâmetros especiais. As guias devem ser de material plástico, sem componentes metálicos, para evitar fraturas dos *inserts* e para permitir que funcionem com a máxima potência. Usam-se guias para as pontas de 2 e 3 mm e finaliza-se com a broca final do sistema.

O mesmo autor explica que a sequência cirúrgica começa com a broca de mucotomia para passar diretamente às de 2 e 3 mm e finalizar com a última do sistema de implantes. Finalmente, insere-se o implante com o torque adequado.

Os resultados preliminares são excelentes, sobrepondo-se à técnica convencional e a precisão da mesma depende da técnica de confecção da guia cirúrgica e a estereolitografia é a que oferece maior precisão. (Antolín *et al.*, 2012)

Pode-se concluir que em Implantologia, é aplicado em procedimentos como coletor ósseo, osteotomias sagitais mandibulares, remoção de implantes fraturados, lateralização de nervo alveolar inferior, confecção de janela para enxertos sinusais, distrações ósseas, divisão de crista óssea, entre outras. (Lambrecht, 2004; Schlee *et al.*, 2006; Garg, 2007)

### IV.3- Periodontia

A doenças periodontais consistem em processos inflamatórios de origem infecciosa que acontece ao tecidos gengivais (gengivites) e/ou tecidos de suporte dos dentes (periodontites).

Ocorrem como consequência das reações inflamatórias e imunológicas dos tecidos periodontais induzidos pelos microrganismos do biofilme dental, danificando o tecido conjuntivo e o osso alveolar. (Hart *et Atkinson.*, 2007)

O principal objetivo do tratamento periodontal é a remoção do biofilme com consequente redução do processo inflamatório, causando a estagnação da progressão da doença. (Casarin *et al.*, 2009)



**Figura 19.** Paciente com periodontite em estágio avançado. Adaptada Colgate. [Disponível em <http://www.colgateprofissional.com.br>] (consultado em 24/04/2015)

Raspagem e Alisamento Radicular (RAR) com curetas manuais é considerado o tratamento padrão da periodontite, devido à eficácia da remoção do biofilme e cálculo anexado à superfície radicular, e os resultados clínicos promovidos por esta ferramenta no tratamento da periodontite. (Christgau *et al.*, 2007)

Contudo, alguns estudos referem a existência de algumas limitações quando se recorre às curetas manuais na RAR em regiões de difícil acesso, tais como furcas, bolsas muito profundas que dependem da alta habilidade e experiência do clínico em obter bons resultados com as curetas manuais (Christgau *et al.*, 2007; Casarin *et al.*, 2006; Theodoro *et al.*, 2006).



**Figura 20.** Instrumentos para Periodontia. Curetas de marca Hu- Friedy.

Além disso, RAR promove irregularidades na superfície da raiz e um elevado grau de desgaste do dente (Casarin *et al.*, 2009). Isto faz com que outras alternativas e instrumentos sejam propostos por vários autores, para o tratamento das doenças periodontais, com o objetivo de facilitar o acesso às superfícies das raízes, tais como desincrustadores ultrassônicos, lasers, dispositivos de polir o ar.

Assim, vários autores referem também que os sistemas ultrassônicos têm sido cada vez mais aplicados em periodontia uma vez que aportam várias vantagens, tais como de mais fácil utilização, eficiência durante os procedimentos de escala, a disponibilidade de uma variedade de dicas para acesso a diferentes regiões anatómicas, fazendo com que a fadiga do operador seja reduzida e reduzindo também o tempo de tratamento. (Flemming *et al.*, 1998)

Tsurumaki *et al.*, (2010), realizaram um estudo *in vitro* tendo como objetivo avaliar, por microscopia eletrônica de varredura, a morfologia e a adesão de elementos sanguíneos para superfícies radiculares instrumentados com um destartarizador piezoelétrico Piezon Master. Os resultados mostraram que na área tratada com destartarizador piezoelétrico 80% das amostras revelaram uma superfície da raiz irregular, com presença de sulcos promovidos pela ponta do ultrassom, presença de *smear layer* e de túbulos dentinários ocluídos. Em 20% das amostras observou-se uma superfície lisa, com presença de camada de esfregaço e de túbulos dentinários ocluídos.

No entanto, o estudo refere que os grupos de RAR tratados com destartarizador piezoelétrico, isolado, ou associado a curetas manuais, apresentavam o mesmo nível de adesão de componente sanguíneo que os RAR tratados apenas com curetas manuais.

As irregularidades promovidas pelo ultrassom são causadas pelo movimento de vibração da ponta e a atividade de cavitação do jato de água e devido à maior rugosidade e irregularidades, um elevado grau de aderência do biofilme pode ocorrer na superfície da raiz.

Segundo Tsuzuki *et al.*, (2009), as irregularidades presentes na superfície tratada com destartarizador piezoelétrico pode dificultar a regeneração do tecido periodontal. Já Folwaczny *et al.*, (2002), afirmam que este efeito pode ser observado apenas em supragengival, porque a superfície áspera seria exposta ao ambiente bucal e facilitar a retenção de biofilme, e que este efeito não é observado no patamar subgengival.

Para estes casos, a RAR a nível supragengival seguida de polimento podia ser indicado nas superfícies tratadas com destartarizador piezoelétrico. (Kocher *et al.*, 2001)

Apesar de o destartarizador piezoelétrico apresentar mais irregularidades do que as curetas manuais, a RAR feita com destartarizador piezoelétrico ou em associação com as curetas manuais é uma alternativa ao tratamento RAR apenas com as curetas. Pode ser vantajoso aplicar o destartarizador piezoelétrico em áreas de difícil acesso à instrumentação, como em bolsas profundas e em defeitos de furca. No entanto, ainda mais estudos *in vivo* e *in vitro* são necessários.



**Figura 21.** Destartarizador piezoelétrico modelo P7/6 Pontas Baolai Medical. Adaptada Dotamed. [Disponível em [www.dotamedsaojoao.com/pt](http://www.dotamedsaojoao.com/pt)] (consultado em 24/04/2015)

#### **IV.4- Endodontia**

Um dente sujeito a tratamento ou retratamento endodôntico não cirúrgico, desde que realizado com o máximo rigor e segundo os mais modernos protocolos clínicos, pode durar toda a vida e nunca mais precisar de nova intervenção. Não obstante, em casos pontuais, o dente pode não conseguir curar. O dente pode nestes casos tornar-se doloroso ou doente, meses ou mesmo anos após um tratamento aparentemente bem-sucedido. (Cohen, Hargreaves, 2011)

Para estes casos, a microcirurgia apical pode ser uma alternativa de tratamento clínico. Trata-se de uma intervenção que envolve a abertura e afastamento da gengiva para visualizar o osso subjacente e a remoção de todos os tecidos inflamados ou infetados. A extremidade da raiz é também removida, sendo colocado um material selador (MTA) na parte terminal do canal radicular. (Cohen, Hargreaves, 2011)

Durante a última década, o uso da Microscopia operatória tem vindo a ser cada vez mais frequente. A cirurgia apical é realizada com o auxílio do microscópio operatório, que aumenta excepcionalmente a precisão de todos os passos, contribuindo de forma decisiva para o sucesso desta intervenção. (Cohen, Hargreaves, 2011)

Segundo Wesson *et al.*, (2003), Tsesis *et al.*, (2006) e Setzer *et al.*, (2010), quando a cirurgia apical é realizada de forma tradicional, isto é, de forma Macrocirúrgica, o seu índice de sucesso não ultrapassa os 60%.

Entretanto Tsesis *et al.*, (2006), Setzer *et al.*, (2010), Rubstein (2002) e outros autores referem que quando realizada a Microcirurgia o seu índice de sucesso passa a ser de acima de 90%.

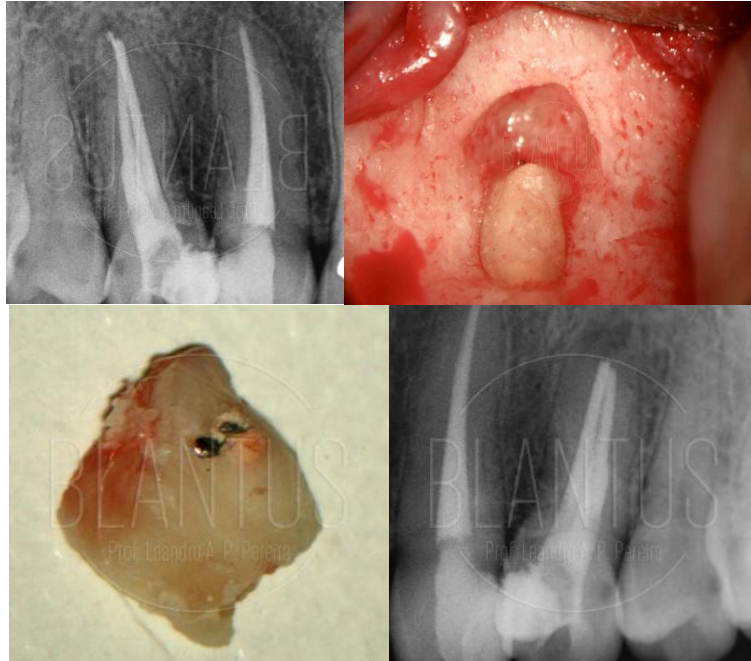
Esta evolução tornou o tratamento endodôntico microcirúrgico um procedimento mais viável e de grande previsibilidade.

O microscópio permite a visualização de microestruturas e de detalhes não visíveis a olho nu. O seu uso refina a precisão motora. (Bowers *et al.*, 2010)

Vários autores referem que realizar a osteotomia com instrumentos piezoelétricos, sem o uso de brocas, permite a exposição de toda a lesão periapical e traz vantagens técnicas e biológicas quando comparada ao uso de brocas em alta ou baixa rotação. O ultrassom é mais seguro por possuir grande seletividade de corte tecidual, com sua ação apenas sobre tecidos mineralizados. Desta forma, o ultrassom preserva tecidos moles como nervos, vasos e mucosas. (Tsesis *et al.*, 2006; Setzer *et al.*, 2010; Rubstein *et al.*, 2002)

Outras vantagens do uso da piezocirurgia na microcirurgia apical são a formação de microcorrentes acústicas no campo operatório que promovem um espaço limpo, além de melhorar a hemostasia. Atua na manutenção da viabilidade celular da região operada, fazendo com que as primeiras fases pós-operatórias do processo de reparação óssea sejam melhores. A indução de um aumento mais rápido de proteínas ósseas morfogenéticas, a modulação da reação inflamatória, e o estímulo na formação de osteoblastos, são benefícios fisiológicos que contribuem para uma melhor e mais rápida cicatrização. (Petri *et al.*, 2007)

No entanto segundo Bernardes *et al.*, (2009), a apicectomia com ultrassom acarreta um tempo maior para a sua execução. Porém não é tao significativo quando comparado com as inúmeras vantagens que o dispositivo ultrassom apresenta.



**Figura 22.** Microcirurgia endodôntica piezoelétrica para remoção de instrumento fraturado no ápice (Pereira, 2010)

## V. Piezocirurgia

O dispositivo piezoelétrico consiste numa plataforma que converte a corrente elétrica em ondas ultrassônicas, por meio de um transdutor especial, ligado a uma peça de mão, anexa a bisturis ou pontas de corte, diamantadas ou de titânio, disponíveis em várias formas. O ultrassom piezoelétrico promove um padrão vibratório linear com frequência de 24,7 a 29,5 kHz, com uma opção digital de modo reforçado “boosted” até 30kHz, com oscilação de 60 a 210 micrómetros de amplitude e uma potência que pode variar entre 2,8 a 16W ou superior a 5W, de acordo com a densidade do osso que se pretende cortar (Pavlíková *et al.*, 2011).

A piezoeletricidade é três vezes mais potente que ultrassons comuns, e portanto, pode cortar tecidos altamente mineralizados, inclusive tecidos dentários duros. (Pavlíková *et al.*, 2011).

Pavliková *et al.*, (2011), refere também que estão disponíveis várias ponteiros (*inserts*) e que frequentemente são desenvolvidas novas, de diferentes tamanhos, formatos e materiais. Estas podem ser revestidas com titânio ou diamante de diferentes granulações.

Estão disponíveis alguns modos de aplicação. Modo baixo é útil para tratamento da porção apical de canais radiculares em odontologia. Modo alto é utilizado para limpeza e alisamento de bordas ósseas. Modo *boosted* é mais frequentemente utilizado em osteoplastias e osteotomias. No modo *boosted*, a modulação digital do padrão de oscilação produz vibrações alternadas de alta frequência, com pausa nas frequências acima de 30 Hz; isto previne a *insert* de impactar no osso e, assim, evitar o sobreaquecimento, enquanto mantém a capacidade de corte ótima. (Pavlíková *et al*, 2011)



**Figura 23.** Instrumento piezoelétrico e respectivas brocas de marca Acteon.

O aparelho piezocirúrgico requer irrigação abundante, portanto o fluxo de solução refrigeradora deve ser ajustada para evitar o sobreaquecimento ósseo. Uma pressão leve da peça de mão, integrada a um *spray* de solução salina refrigerante, mantém a temperatura baixa e a visibilidade da área cirúrgica alta. Após um corte prolongado, a peça de mão aquece e é necessário fazer uma pausa para que esta possa resfriar. O sistema de refrigeração é geralmente pouco eficiente ao cortar porções profundas dentro

do osso porque o aumento da pressão no osso diminui a velocidade de corte, então a interrupção do corte é aconselhada. No caso de uma osteotomia profunda, a combinação de piezocirurgia e subsequente uso de um cinzel é eficiente. (Pavlíková *et al.*, 2011)

A velocidade de translação, velocidade da ponta ativa em contato com o osso, tem efeito no poder de corte. É necessário um alto grau de controlo cirúrgico para a piezocirurgia, porque a força necessária para cortar o osso efetivamente é muito menor que aquela utilizada para brocas e serras rotatórias. Esse princípio de corte ósseo diferente requer uma mudança de hábitos daqueles acostumados às técnicas de osteotomia e osteoplastia convencionais. (Pavlíková *et al.*, 2011)

O corte piezoelétrico não deve utilizar pressão, pois o excesso de força sobre o instrumento interrompe a sua atividade sobre o osso. Deve-se realizar apenas a apreensão firme da microserra durante o corte, o que resulta em um mínimo aquecimento, diminuindo o risco de osteonecrose, garantindo a vitalidade dos osteócitos. Quanto mais suave a pressão da serra piezoelétrica sobre o osso, mais linear a vibração do instrumento e melhor o corte. (Consolaro *et al.*, 2007)

A principal vantagem da piezocirurgia é que, uma vez em contato com tecidos moles, o dispositivo ativo de corte cessa a sua atividade, preservando totalmente a integridade de vasos e nervos, acidentalmente comprometidos ao usar serras cirúrgicas convencionais ou brocas. (Consolaro *et al.*, 2007)

### **V.1- Vantagens da piezocirurgia**

De acordo com alguns autores, durante alguns procedimentos cirúrgicos o recurso ao material piezoelétrico fornece uma grande facilidade, tornando-se em certos pontos indispensável. O ultrassom piezoelétrico confere precisão na remoção de osso com o mínimo risco de lesão para os tecidos moles. As cirurgias e os seus resultados são mais bem-sucedidos e sem maiores complicações durante e após as intervenções.

Siervo *et al.*, (2004), trataram 61 pacientes com cirurgias periodontais, elevações de membrana sinusal, extrações dentárias, recessões radiculares e divisões de crista óssea pela técnica piezoelétrica. Observaram que a técnica foi efetiva na cavidade bucal, apresentando vantagens em relação à precisão de corte, ausência de trauma nos tecidos adjacentes e campo limpo para visualização.

### **Precisão e segurança no corte**

O dispositivo piezoelétrico permite a precisão de corte submilimétrico que depende da micro-oscilação da peça de mão. Esta varia de 20 micrómetros a 200 micrómetros, é menor que a largura obtida com os instrumentos rotatórios. Por isso oferece maior precisão de corte e sem ocorrer perda óssea. (Escoda-Francolí., 2010)

Ao contrário de técnicas que utilizam brocas ou serras, o osteótomo ultrassónico assistido não cria microvibrações e micro-movimentos que afetem a mão do cirurgião. Como resultado, um esforço suplementar é feito para contrariar estes movimentos, o que reduz a percepção sensorial do cirurgião, particularmente quando estruturas de diferentes graus de mineralização são encontradas. (Giraud *et al.*, 1991)

### **Excelente controlo do dispositivo cirúrgico**

Para alcançar a eficiência desejada, as brocas convencionais são carregadas com uma força de 2kg a 3kg aproximadamente, ao passo que a peça de mão do material piezoelétrico aplica-se uma força de aproximadamente 0,5kg na sua maior eficiência, quando aplicada uma força. (Schlee, 2006)

### **Campo cirúrgico livre de sangramento**

Ao fazer o corte com o ultrassom piezoelétrico, não causa sangramento do tecido ósseo, fornecendo boa visibilidade do campo cirúrgico e permitindo o profissional de realizar os procedimentos com muita precisão. (Stubinger *et al.*, 2008)

De acordo com Boioli *et al.*, (2004), o campo cirúrgico quase sem sangramento e, conseqüentemente o aumento da visibilidade resulta do processo de cavitação, que é produzido pela vibração da ponta através da camada de células que estão em contato com o instrumento. Esta camada liberta um precipitado de proteínas, que reduz o sangramento. Esta característica é especialmente vantajosa em áreas de fraco acesso e de reduzida visibilidade. (Michel, 2009)

### **Corte seletivo e mínima invasão operatória**

O movimento da ponta do bisturi do dispositivo piezoelétrico é muito pequeno, quando comparado com os instrumentos rotatórios convencionais. Os tecidos duros e os tecidos moles são cortados em frequências diferentes. As frequências ultrassónicas utilizadas

variam de 25-29 kHz. Por exemplo, isto explica o risco reduzido de perfurar a membrana de Schneider nas cirurgias sinusais devido ao corte seletivo que é limitado apenas para as estruturas mineralizadas, ou seja o osso (Schlee,2006). Deve considerar-se que a ação de corte em osso tipo IV é menos eficiente do que o corte de osso de outros tipos. (Lekholm *et Zarb.*, 1985)

### **Regeneração óssea e processo de cicatrização mais rápida**

As moléculas de oxigénio libertadas durante o corte têm um efeito de estimulação anti-séptico na vibração do ultrassom, estimulando o metabolismo das células. A falta de necrose dos tecidos na área de corte acelera a regeneração óssea. Não se verifica danos nos tecidos moles. (Schlee, 2006)

No estudo realizado por Petri *et al.*, (2007), análises biomoleculares e histológicas, demonstraram aumento da neo-osteogénese e da quantidade de osteoblastos nos locais cirúrgicos preparados com a técnica piezocirúrgica. Esta promoveu um aumento precoce de proteínas morfogénicas (BMP's), controlou melhor o processo inflamatório e estimulou a remodelação óssea. Estes resultados devem-se ao facto do dispositivo piezoelétrico ser capaz de facilitar a síntese de osso, que, por sua vez, induz a proliferação de osteoblastos e a sua diferenciação.

### **Não há risco de enfisema**

O enfisema subcutâneo é uma complicação provocada pela introdução inadvertida de ar dentro dos tecidos, pela prática de técnicas invasivas, procedimentos cirúrgicos e algumas patologias médicas. (Sucena, 2010)

O enfisema subcutâneo é, habitualmente, tratado de forma conservadora, e na maior parte dos casos, apenas causa sintomas mínimos. Uma complicação grave pode causar obstrução respiratória ou circulatória. (Matsushita, 2007)

O dispositivo piezoelétrico tem a vantagem de reduzir o risco de enfisema subcutâneo devido ao efeito de aerossol produzido por este. (Vercellotti, 2004)

### **Diminuição da dor pós-intervenção**

Evidências histológicas e histomorfométricas de cura e formação óssea nos modelos experimentais em animais, demonstram que, a reação tecidular é mais favorável na

cirurgia piezoelétrica do que nas técnicas convencionais de osteotomia. (Pavliková *et al.*,

2011)

Devido à ação do sistema piezoelétrico ser menos invasiva, vai produzir menos danos aos tecidos colaterais e produz, conseqüentemente, menos tempo de cura. (Biesaga *et al.*, 2010)

### **Melhores resultados pós-operatórios**

Varcellotti *et al.*, (2005), demonstraram claramente num estudo animal os efeitos do dispositivo piezoelétrico na cicatrização óssea. Estes autores fizeram experiências em cães, realizaram recessões ósseas com o sistema piezoelétrico (Mectron), uma broca de carboneto de tungsténio e uma broca revestida em diamante.

Estes avaliaram a cicatrização após 14, 28 e 56 dias. Foi feita uma ranhura no dente no dia da recessão óssea indicando o aumento ou perda óssea. Passados 14 dias, os resultados mostraram uma diferença nos locais cirúrgicos tratados com broca de carboneto de tungsténio ou broca de diamante, que haviam perdido osso, versus aqueles tratados com o sistema piezoelétrico, que houve aumento de osso. Após 56 dias os locais com broca de carboneto de tungsténio e broca de diamante tinha perdido uma quantidade mínima de osso, em comparação com o sistema piezoelétrico, cujo aumento de osso foi significativo.

Stubinger *et al.*, (2007), estudaram o processo de remodelação óssea após osteotomia piezoelétrica em diáfise de tibia de ovelhas em carga funcional após 8 e 12 semanas. Após dois a três meses realizou-se avaliação histológica e radiográfica. Os fragmentos foram cicatrizados e a medula óssea restabeleceu-se mais rapidamente do que os métodos convencionais.

### **Redução do *stress* traumático**

Vários autores defendem a redução do *stress* traumático durante a piezocirurgia. Stubinger *et al.*, (2008), refere que dispositivo produz menos ruído das microvibrações do material piezocirúrgico em comparação com um motor convencional, assim o medo e o *stress* psicológico do paciente é reduzido.

Pavliková *et al.*, (2011), também defende que a cirurgia piezoelétrica produz menos vibração e barulho devido às microvibrações. O que faz com que minimize o *stress* psicológico e o medo do paciente durante a osteotomia sob anestesia local. As macrovibrações causadas pelos instrumentos rotatórios convencionais podem originar barulho intenso.

## V.2- Desvantagens e precauções da piezocirurgia

A maior desvantagem do procedimento com recurso a piezocirurgia é o aumento do tempo de operação que é requerido para a preparação do osso, quando comparado com os instrumentos rotatórios convencionais.

Devem ser tomadas precauções, pois as ondas ultrassónicas do material piezoelétrico têm energia mecânica que pode ser convertida em calor e passar para os tecidos adjacentes. É necessário e importante ter em conta a constante irrigação, não apenas para o efeito de cavitação, mas também para evitar o sobreaquecimento. A intensidade do líquido de arrefecimento pode ser ajustada dependendo das diferentes preparações. (Stubinger *et al.*, 2008)

Segundo Zhen *et al.*, (2012), antes de fazer uso do instrumento piezoelétrico, devem ser tomadas algumas precauções necessárias para o sucesso das cirurgias:

- É necessário controlar a pressão, uma vez que a eficiência de corte de osteótomo piezoelétrico não é aumentada pela aplicação adicional de pressão na peça de mão. Até um certo ponto, o aumento da pressão pode perturbar a vibração do trabalho final e transformar a energia em calor prejudicando os tecidos vizinhos. Para uma melhor eficiência de corte deve levar-se em conta os diferentes tipos de osso e as respetivas frequências a serem trabalhadas, de acordo com a densidade e espessura do osso.
- Durante a cirurgia a pressão aplicada deve ir em direção à profundidade da cavidade, e não às suas paredes, para impedir o alargamento da osteotomia para a posterior colocação de implantes. Isto faz com que o controlo da direção do instrumento seja um fator a ter em conta.

## VI. Contra-indicações da piezocirurgia

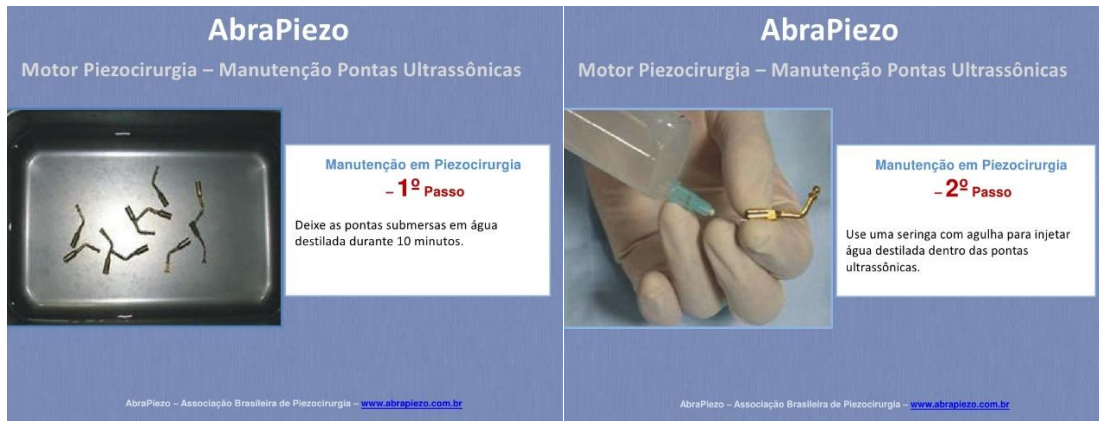
Para realizar uma cirurgia, é importante conhecer a saúde geral do paciente, uma vez que esta terá ou não impacto no tratamento do paciente. As contra-indicações da piezocirurgia são as mesmas contra-indicações de qualquer procedimento cirúrgico em certos casos.

Michel *et* Poblete-Michel, (2009), referem algumas contra-indicações:

- Implantes elétricos como *pacemakers*, nem no paciente nem no clínico;
- Certas doenças sistémicas, como doenças cardiovasculares, diabetes e doenças ósseas não controladas;
- Pacientes que são submetidos a tratamento com radioterapia, todos os quais podem prejudicar a cirurgia de implante dentário;
- Alterações que podem ou não estar relacionada com doenças sistémicas, estruturas ósseas e vascularização. Verificar as estruturas ósseas e a condição da saúde vascular do paciente são elementos fundamentais para boa integração e cura;
- Pacientes que fazem terapia anticoagulante;
- Prescrição a longo prazo de bifosfanatos;
- Sistema imunitário comprometido;
- Doença crónica do fígado e renal;
- Gravidez;
- Fumadores excessivos e alcoólatras
- Pacientes não cooperantes.

## VII. Manutenção em piezocirurgia

Segundo a Associação Brasileira de Piezocirurgia, existe uma serie de procedimentos que devem ser realizados para a manutenção da piezocirurgia, garantindo a longevidade e bom funcionamento deste material:



**Figura 24.** Manutenção passo a passo das pontas ultrassônicas de um material piezoelétrico. Adaptadas Abrapiezo [Disponível em [www.abrapiezo.com.br](http://www.abrapiezo.com.br)]



**Figura 25.** Manutenção passo a passo das pontas ultrassônicas de um material piezoelétrico. Adaptadas Abrapiezo [Disponível em [www.abrapiezo.com.br](http://www.abrapiezo.com.br)]



**Figura 26.** Manutenção passo a passo das pontas ultrassônicas de um material piezoelétrico. Adaptadas Abrapiezo [Disponível em [www.abrapiezo.com.br](http://www.abrapiezo.com.br)]

A limpeza, desinfecção e esterilização dos instrumentos são muito importantes para evitar a contaminação dos pacientes e dos clínicos e iatrogenia nos consultórios dentários.

Tanto nos instrumentos rotatórios convencionais como nos instrumentos piezoelétricos devem respeitar as normas de manutenção e biossegurança, tanto de modo universal como de acordo com as indicações de fabrico e instruções de cada marca.

## **Conclusão**

Ao longo desta monografia foi abordada a piezocirurgia na medicina dentária. Mas para saber se a técnica é realmente viável e se traz vantagens teve de ser abordada e comparada com as técnicas da cirurgia oral convencional, uma vez que esta é a mais utilizada em todo o mundo, a mais conhecida e a que tem maiores estudos em relação aos instrumentos.

Pelo tanto o que se conhece, os instrumentos convencionais são e irão ser sempre os mais utilizados em todo o mundo na medicina dentária enquanto a ciência e as tecnologias assim o ditarem.

A cirurgia piezoelétrica, técnica desenvolvida pelo cirurgião oral Tomaso Vercellotti em 1988 veio ultrapassar e as limitações da cirurgia oral tradicional. A primeira vez que foi utilizado o dispositivo piezoelétrico foi em cirurgia de levantamento do seio maxilar, e a maioria dos estudos e artigos que foram descritos sobre a cirurgia piezoelétrica eram na vertente da elevação do seio maxilar. Não obstante, as indicações para a cirurgia piezoelétrica têm vindo a aumentar nos últimos anos tanto em cirurgia oral e maxilofacial como nas diversas áreas da medicina dentária.

O ultrassom piezoelétrico mostra-se como um dispositivo seguro e efetivo para trabalho sobre tecido ósseo. Na Implantologia, a utilização deste aparelho parece facilitar o trabalho dos cirurgiões e o conforto oferecido aos pacientes. Embora esta seja uma questão muito discutida por parte quem utiliza na sua prática clínica, alegando não haver diferenças significativas.

A cirurgia piezoelétrica trouxe inúmeras vantagens tanto no intra como no pós-operatório. A própria qualidade e propriedades do material piezoelétrico, aliadas com as técnicas de cirurgias e os conhecimentos do clínico garantem o sucesso.

A cirurgia piezoelétrica necessita contudo, de mais estudos e mais desenvolvimentos para as ultrapassar as desvantagens que ela própria apresenta, tais como o seu custo elevado, o tempo perdido no intra operatório durante a troca das brocas piezoelétricas e no corte do osso. Embora alguns autores refiram que o tempo dispendido com o piezoelétrico em relação ao instrumento convencional não influencia o sucesso da cirurgia e que as suas vastas vantagens suprem a desvantagem de maior tempo dispendido com o dispositivo piezoelétrico.

As contra- indicações da piezocirurgia podem, também, não estar relacionadas diretamente com o dispositivo piezoelétrico senão com o paciente em questão, se está apto ou não para ser submetido algum tratamento cirúrgico.

Pelo dispositivo piezoelétrico ser recente em relação aos instrumentos convencionais, alguns autores e clínicos referem que não existe nenhuma vantagem da piezocirurgia em relação à cirurgia oral convencional.

A verdade é que para além do dispositivo piezoelétrico ser dispendioso em termos de custo, poucos são os clínicos que desenvolvem na sua prática clínica a utilização deste dispositivo. Alguns por ainda desconhecerem o material, as suas técnicas e vantagens, outros pela falta de experiência.

O futuro da piezocirurgia passa pela formação de clínicos, pela criação de novos e mais instrumentos, pela atualização dos instrumentos que já existem e suas respetivas técnicas. Os estudos continuados e com a evolução das tecnologias tornarão possíveis novos passos e novas alternativas para o clínico.

Esta monografia foi ao encontro com os objetivos da autora da mesma, em salientar a piezocirurgia, nomeadamente a sua definição, as indicações, vantagens e limitações, as precauções, o seu funcionamento e manutenção, e para onde caminha o futuro desta técnica.

Serve também para o desenvolvimento pessoal e profissional da autora na sua futura prática clínica.

## Bibliografia

Antolín, A., *et al.* (2012) *Cirurgía guiada piezoelétrica*. *Gaceta Dental*. 233, pp. 160-166. [Disponível em <[ww.clinicabowen.com](http://www.clinicabowen.com)>]. (Consultado em 27/03/2015)

Aronson, J. (1999) *Principles of distraction osteogenesis: The orthopedic experience*. In McCarthy JO (ed): *Distraction of the Craniofacial Skeleton*. New York, Springer Verlag, Pp. 51–64.

Berengo, M., *et al.* (2006) *Histomorphometric evaluation of bone grafts harvested by different methods*. *Minerva Stomatol.* 55(4), pp. 189-198.

Bernardes, R.A., *et al.* (2009) *Ultrasonic Chemical Vapor Deposition–coated Tip versus High- and Low-speed Carbide Burs for Apicoectomy: Time Required for Resection and Scanning Electron Microscopy Analysis of the Root-end Surfaces*. *J Endod.* 35(2), pp. 265-268.

Berro, J.R., Nemr, K. (2014) *Avaliação dos ruídos em alta frequência dos aparelhos ortodônticos*. *Rev CEFAC*, São Paulo, v.6, n.3, pp. 300-305. [Disponível em <<http://www.cefac.br/revista/>>]. (Consultado em 21/03/2015)

Biesaga, M. (2011) *Influence of extraction methods on stability of flavonoids*. *J Chromatography A*, 1218, pp. 2505-2512.

Blus, C., Szmukler-Moncler, S. (2010) *Atraumatic tooth extraction and immediate implant placement with piezosurgery (ultra-sonic surgery). Evaluation of 40 sites after at least 1-year of loading*. *Int J Period Res Dent.* 30, pp. 355–363.

Boioli, L.T., Vercellotti, T., Tecucianu, J.F. (2004) *La chirurgie piézoélectrique: Une alternative aux techniques classiques de chirurgie osseuse*. *Inf Dent*, 86 (41), pp. 2887-2893.

Boyd, L.R. (2011) *Manual de Instrumentais e Acessórios Odontológicos. Por especialidades*. Tradução da 4ª edição. Rio de Janeiro. Elsevier.

Bowers, D.J., *et al.* (2010) Magnification's Effect on Endodontic Fine Motor Skills. *J Endod.* 36(7), pp. 1135-1138.

Busslinger, A., *et al.* (2001) comparative in vitro study of a magnetostrictive and a piezoelectric ultrasonic scaling instrument. *J Clin Periodontol.* 28(7), pp. 642-649.

Casarin, R.C., *et al.* (2009) Root surface defect produced by hand instruments and ultrasonic scaler with different power setting: an in Vitro Study. *J Braz Dent.* 20(1), pp. 58-63.

Catuna, M.C. (1953) *Sonic energy. A possible dental application. Preliminary report of an ultrasonic cutting method*. *Ann Dent* , 12, pp. 256-260.

Cohen, S., Hargreaves, K. (2011) *Cohen Caminhos da Polpa*. Rio de Janeiro. Elsevier

Consolaro, M., *et al.* (2007) Cirurgia Piezoelétrica ou Piezocirurgia em Odontologia: o sonho de todo o cirurgião. *R Dental press Ortodon Ortop Facial*. Maringá, 12 (6), pp. 17-20.

Chiriac, G., *et al.* (2005). Autogenous bone chips: influence of a new piezoelectric device (Piezosurgery) on chip morphology, cell viability and differentiation. *J Clin Periodontol.* 32(9), pp. 994-999.

Choung, P.H. (2007) Orthognathic surgery. *J Oral Maxillofacl Surgery.* 1018, pp. 1023-1036.

Christgau, M., *et al.* (2007) Periodontal healing after non-surgical therapy with a new ultrasonic device: a randomized controlled clinical trial. *J Clin Periodontol.* 34(2), pp. 137-147.

Christiansen, R., *et al.* (2009) Randomized clinical trial of root-end resection followed by root-end filling with mineral trioxide aggregate or smoothing of the orthograde gutta-percha root filling–1-year follow-up. *Int J Endod.* 42 (2), pp. 105-111.

Dibart, S., Dibart, J.P. (2014) tradução Andrea Favano, Igor Castro da Silva. 1ª ed. *Cirurgia óssea para periodontia e implantologia.* Rio de Janeiro. Elsevier.

Donado, M. (2005) *Cirurgia Bucal: patología y técnica.* Barcelona, Masson, 3ª Edicion, pp. 182-183.

Eggers, G., *et al.* (2004) Piezosurgery: Na ultrasound device for cutting boné and its use and limitations in maxillofacial surgery. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 42 (5), pp. 451-453.

Escoda-Francolí, J., *et al.* (2010) *Application of ultrasound in bone surgery: Two case reports.* *Med Oral Patol Oral Cir Bucal,* 15 (6), pp. 902-905.

Flemming, T.F., *et al.* (1998) The effect of working parameters on root substance removal using a piezoelectric ultrasonic scaler in vitro. *J Clin Periodontol.* 25(2), pp. 158-163.

Folwaczny, M., *et al.* (2002) Root surface roughness following Er:YAG laser irradiation at different radiation energies and working tip angulations. *J Clin Periodontol.* 29(7), pp. 598-603.

Gagnet, G., Poblete, M.G. (2004) Du bom usage des ultrasons: La maîtrise des vibrations. *Rev Odont Stomat (Paris)*, 33, pp. 85-95.

García-García, A., *et al.* (2003) Alveolar distraction before insertion of dental implants in the posterior mandible. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 41, pp. 376–379.

Garg, A.K. (2007) *Using the Piezosurgery device: basics and possibilities.* Dent Implantol Update. 18(1), pp. 1-4.

Geha, H.J., *et al.* (2006) *Sensitivity of the inferior lip and chin following mandibular bilateral sagittal split osteotomy using Piezosurgery.* Plast Reconstr Surg. 118(7), pp. 1598-1607.

Geovannal, C. (1990) *Piezoelétricidade.* [Disponível em <<http://pt.scribd.com/doc/57383407/>>]. (Consultado em 19/03/2015)

Giraud, J., *et al.* (1991) *Bone cutting.* Clin Phys Physiol Meas. 12 (1), pp. 1-19.

Gleizal, A., *et al.* (2007) *Piezoelectric osteotomy: a new technique for bone surgery-advantages in craniofacial surgery*. *Childs Nerv Syst.* 23(5), pp. 509-513.

González-García, A., *et al.* (2008) Piezoelectric and conventional osteotomy in alveolar distraction osteogenesis in a series of 17 patients. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 23(5), pp. 891-896.

Gruber, R., *et al.* (2005) Ultrasonic surgery--an alternative way in orthognathic surgery of the mandible. A pilot study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 34(6), pp. 590-3.

Hart, T.C., Atkinson, J.C. (2007) Mendelian forms of periodontitis. *J Clin Periodontol.* 45, pp. 95-112.

Herrero, A., *et al.* (2010) *Effect of two kinds of Er:YAG laser systems on root surface in comparison to ultrasonic scaling: an in vitro study*. *Photomed Laser Surg.* 28(4), pp. 497-504.

Hsu, S.K., *et al.* (2011) *Effects of nearfield ultrasound stimulation on new bone formation and osseointegration of dental titanium implants in vitro and in vivo*. *Ultrasound Med Biol.* 37(3), pp. 403-416.

Kawashima, H., *et al.* (2007) Comparison of root surface instrumentation using two piezoelectric ultrasonic scaers and a hand scaler in vivo. *J Periodont Res.* 42(1), pp. 90-95.

Kfoury F.A., *et al.* (2009) Cirurgia piezoelétrica em implantodontia: aplicações clínicas. *RGO.* 57(1), pp. 121-126. [Disponível em: <[www.revistargo.com.br](http://www.revistargo.com.br)>]. (Consultado em 19/03/2015)

Kim, E., *et al.* (2008) Prospective clinical study evaluating endodontic microsurgery outcomes for cases with lesions of endodontic origin compared with cases with lesions of combined periodontal-endodontic origin. *J Endod.* 34(5), pp. 546-551.

Kishida, M., Sato, S., Ito, K. (2004) Effects of a new ultrasonic scaler on fibroblast attachment to root surfaces: a scanning electron microscopy analysis. *J Periodontol Res.* 39(2), pp. 111-119.

Kocher, T., *et al.* (2001) Subgingival polishing with a Teflon-coated sonic scaler insert in comparison to conventional instruments as assessed on extracted teeth. (II) Subgingival roughness. *J Clin Periodontol.* 28(8), pp. 723-729.

Lambrecht, J.T. (2004) *Intraoral piezo-surgery*. Schweiz Monatsschr Zahnmed, 114 (1), pp. 28-36.

Leclercq, P., Dohan, D. (2004) *De l'intérêt du bistouri ultrasonore en implantologie: technologies, applications cliniques: Ire partie: technologies* [online]. Implantodontie. 13 (3) 151:7. [Disponível em: <<http://www.emconsulte.com/article/28143/resultatrecherche/1>>]. (Consultado em 19/03/2015)

Leclercq, P., Zenati, C., Dohan, D.M. (2008) Ultrasonic bone cut part 2: State-of-the-art specific clinical applications. *J Oral Maxillofac Surg.* 66(1), pp. 183-188.

Lekholm, U., Zarb, G.A. (1985) Patient selection and preparation. In: Branemark, P.I., Zarb, G.A., Albrektsson, T. (eds.). *Tissue-Integrated prostheses osseointegration in clinical dentistry*. Chicago: Quintessence, pp. 199-209.

Matsushita, T., *et al.* (2007) Management of life-threatening subcutaneous emphysema using subcutaneous penrose drains and colostomy bags. *Heart Lung Circ.* 16 (6), pp. 469-471.

Michel, J.F., Poblete-Michel, M.G., Hourdin, S. (2007) *Utilisation des ultrasons de puissance en chirurgie parodontale et implantaire.* Objectif Paro, pp. 13-17.

Michel, J.F., Poblete.Michel, M.G. (2009) *Clinical success in bone surgery with ultrasonic devices.* Quintessence

Misch, C.M., *et al.* (1992) Reconstruction of maxillary alveolar defects with mandibular symphysis grafts for dental implants: A preliminary procedural report. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 7 (3), pp. 360–366.

Mondelli, J. (1976) *Dentística Operatória.* Servier: São Paulo. [Disponível em <<http://www.cefac.br/library>>]. (Consultado em 19/03/2015)

Neto, F. (2011) A evolução das peças de mão. *R Odonto Magazine.* [Disponível em <<http://www.odontomagazine.com.br/>>]. (Consultado em 19/03/2015)

Palti, A. (2003) *Ridge splitting and implant techniques for the anterior maxilla.* *Dent Implantol Update,* 14 (4), pp. 25-32.

Pappalardo, S. (2011) Piezosurgery e micromotore: studio comparativo in vivo. *Dossier lesioni cistiche mascellari,* Dental clinics, Anno 2, 4, pp. 9-20.

Pappalardo, S., *et al.* (2008) *Tecnologia piezoeletrica e sequele postoperatorie*. Dental Clinics, Anno II, n. 4.

Preti, G., *et al.* (2007) Cytokines and growth factors involved in the osseointegration of oral Titanium Implants positioned using Piezoelectric Bone Surgery versus drill technique: A pilot study in minipigs. *J Periodontol.* 78 (4), pp. 716-722.

Pavliková, G. *et al.* (2011) Piezosurgery in oral and maxillofacial surgery. *Int. J. Oral Maxilofacial surgery, Copenhagen*, 40 (5), p.451-457.

Pereira, L. A. (2010) Periapical microsurgery for removal of a fractured endodontic instrument. *Roots International Magazine of Endodontology*, v. 6, pp.17-19.

Pécora, J., *et al.* (2004) 5 instrumentos convencionais acionados a motor para uso endodôntico. *WebMasters do Laboratório de Pesquisa em Endodontia da FORP-USP*. [Disponível em <www.forp.usp.br>]. (Consultado em 25/04/2015)

Plotino, G., *et al.* (2007) Ultrasonics in Endodontics: A Review of the Literature. *J Endod*, 33(2), pp. 81-95.

Rahbaran, S., *et al.* (2001) Comparison of clinical outcome of periapical surgery in endodontics and oral surgery units of a teaching dental hospital: a retrospective study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 91(6), pp. 700-709.

Rahnama, M., *et al.* (2013) *The use of piezosurgery as an alternative method of minimally invasive surgery in the authors' experience*. *Videosurgery Miniiny* 8 (4), pp. 321-326.

Robiony, M., *et al.* (2007) Ultrasonic bone cutting for surgical assisted rapid maxillary expansion (SARME) under local anaesthesia. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 36 (3), pp. 267-269.

Robiony, M., *et al.* (2004) Piezoelectric bone cutting in multipiece maxillary osteotomies. *J Oral Maxillofac Surg.* 62(6), pp. 759-761.

Rubinstein, R.A., Kim, S. (2002) Long-term follow-up of cases considered healed 1 year after apical microsurgery. *J Endodon.* 28(5), pp. 378-83.

Rubinstein, R.A., Kim, S. (1999) Short-term observation of the results of endodontic surgery with the use of a surgical operation microscope and Super-EBA as root-end filling material. *J Endodon.* 25(1), pp. 43-48.

Schlee, M., *et al.* (2006) *Piezosurgery: basics and possibilites.* *Implant Dent.* 15(4), pp. 334-340.

Seshan, H., Konuganti, K., Zope, S. (2009) Piezosurgery in periodontology and oral implantology. *Indian Soc Periodontol.* 13(3), pp. 155–156.

Setzer, F.C., *et al.* (2010) Outcome of endodontic surgery: a meta-analysis of the literature--part 1: Comparison of traditional root-end surgery and endodontic microsurgery. *J Endod.* 36(11), pp. 1757-1765.

Siervo, S., *et al.* (2004) *Piezoelectric surgery. An alternative method of minimally invasive surgery.* *Schweiz Monatsschr Zahnmed,* 114 (4), pp. 365-377.

Sohn, D.S., *et al.* (2007) Piezoelectric Osteotomy for Intraoral Harvesting of Bone Blocks. *Int J Periodont Res Dent.* 27 (2), pp. 127-131.

Stefano, S., *et al.* (2006) *Autogenous particulate bone collected with a piezo-electric surgical device and bone trap: a microbiological and histomorphometric study.* Arch Oral Biol. 51 (10), pp. 883-891.

Stübinger, S., *et al.* (2005) Intraoral piezosurgery: preliminary results of a new technique. *J Oral Maxillofac Surg.* 63(9), pp. 1283-1287.

Stübinger, S., *et al.* (2008) *Ultrasonic bone cutting in oral surgery: a review of 60 cases.* Ultraschall Med. 29(1), pp. 66-71.

Stübinger, S., *et al.* (2007) *Er:YAG laser osteotomy for removal of impacted teeth: clinical comparison of two techniques.* Lasers Surg Med. 39(7), pp. 583-588.

Sucena, M., *et al.* (2010) Enfisema subcutâneo maciço- tratamento com drenos subcutâneos. *Rev Portuguesa de Pneumologia*, Lisboa, 16 (2).

Tarquini, G. (2010) *La chirurgia piezoelétrica del seno maxilar: indicaciones clínicas e descripción de un caso series.* Dental tribune. [Disponível em <[www.dental-tribune.com](http://www.dental-tribune.com)>]. (Consultado em 21/03/2015)

Theodoro, L.H., *et al.* (2006) Effect of Er:YAG and Diode lasers on the adhesion of blood components and on the morphology of irradiated root surfaces. *J Periodont Res.* 41(5), pp. 381-390.

Tetè, S., et al. (2009) Evaluation of effects on bone tissue of different osteotomy techniques. *J Craniofac Surg.* 20(5), pp. 1424-1429.

Tsesis, I., et al. (2006) Retrospective evaluation of surgical endodontic treatment: traditional versus modern technique. *J Endod.* 32(5), pp. 412-416.

Tsuzuki, C.O., et al. (2009) *In vitro* adhesion of *Streptococcus sanguinis* to dentin root surface after treatment with Er:YAG laser, ultrasonic system, or manual curette. *Photomed Laser Surg.* 27(5), pp. 735-741.

Van Der Weijden, F. (2007) *The Power of Ultrasonics*. Chicago: Quintessence.

Vercellotti, T. (2000) Piezoelectric surgery in implantology: A case report - A new piezoelectric ridge expansion technique. *Int J Periodont Res Dent.* 20 (4), pp.358-365.

Vercellotti, T. (2004) *Technological characteristics and clinical indications of piezoelectric bone surgery*. *Minerva Stomatol.* 53, p. 207-214.

Vercellotti, T., et al. (2001) The piezoelectric bony window osteotomy and sinus membrane elevation: introduction of a new technique for simplification of the sinus augmentation procedure. *Int J Periodont Res* 21 (6), pp. 561-567.

Vercellotti, T., et al. (2005) Osseous response following resective therapy with piezosurgery. *Int J Periodont Res Dent.* 25 (6), pp. 543-549.

Vercellotti, T., Pollack, A.S. (2006) *A new bone surgery device: sinus grafting and periodontal surgery*. *Compend Contin Educ Dent.* 27 (5), pp. 319-325.

Volkov, M.V., Shepeleva, I.S. (1974) *The use of ultrasonic instrumentation for the transaction and uniting of boné tissue in orthopedic surgery*. *Reconstr Surg Traumatol*. 14 (0), pp. 147-152.

Wallace, S.S., *et al.* (2007) Schneiderian membrane perforation rate during sinus elevation using piezosurgery: clinical results of 100 consecutive cases. *Int. J. Periodontics Restorative Dent.*, 27 (5), pp. 413-419.

Wallace, S.S., Froum, S.J. (2003) *Effect of maxillary sinus augmentation on the survival of endosseous dental implants. A systematic review*. *Ann Periodontol*. 8 (0), pp. 328-343. [Disponível em <http://www1.umn.edu/periodo>. (Consultado em 20/03/2015)]

Wesson, C.M., Gale, T.M. (2003) Molar apicoectomy with amalgam root-end filling: results of a prospective study in two district general hospitals. *Disussion 698; Br Dent J*. 195 (12), pp. 707-714.

Zhen, F., *et al.* (2012) The use of a piezoelectric ultrasonic osteotome for internal sinus elevation: a retrospective analysis of clinical results. *Int J. Oral Maxillofac. Implants*, 27 (4), pp. 920-926. [Disponível em [www.lume.ufrgs.br](http://www.lume.ufrgs.br)]. (Consultado em 20/03/2015)]