

O apoio da piezocirurgia em avulsões complexas

Jade Kim-ly Marie-Claude Emily Morgane Ermeneux

**Dissertação conducente ao Grau de Mestre em Medicina Dentária
(Ciclo Integrado)**

Gandra, 20 de setembro 2021



CESPU

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

**Jade Kim-ly Marie-Claude Emily Morgane
Ermeneux**

**Dissertação conducente ao Grau de Mestre em Medicina
Dentária (Ciclo Integrado)**

O apoio da piezocirurgia em avulsões complexas

**Trabalho realizado sob a Orientação de “Mestre José
Adriano Costa”**

Declaração de Integridade

Eu, acima identificado, declaro ter atuado com absoluta integridade na elaboração deste trabalho, confirmo que em todo o trabalho conducente à sua elaboração não recorri a qualquer forma de falsificação de resultados ou à prática de plágio (ato pelo qual um indivíduo, mesmo por omissão, assume a autoria do trabalho intelectual pertencente a outrem, na sua totalidade ou em partes dele). Mais declaro que todas as frases que retirei de trabalhos anteriores pertencentes a outros autores foram referenciadas ou redigidas com novas palavras, tendo neste caso colocado a citação da fonte bibliográfica.

Agradecimentos

Quero agradecer aos meus pais Patrick e Mary, assim como às minhas duas irmãs Emily e Morgane por me acompanharem e apoiarem sempre ao longo da minha vida, durante os fracassos e os momentos de pelo qual passei, e por todos aqueles que ainda virão.

Ao meu orientador, o Professor José Adriano Costa pela sua ajuda e conselhos durante a elaboração desta dissertação.

Também aos meus amigos em Portugal, que têm sido como uma segunda família aqui no estrangeiro, MC, Lauranne, Aurélien, Iris, Jessica, Sandra, Camille, Marion, Malek, Cate e todos aqueles sem os quais os últimos 5 anos não teriam sido os mesmos. Depois àqueles que ficaram em França e que acreditaram em mim e neste projeto de estudo num país estrangeiro (Chloé, Camille, Clara, Thomas, Soizic, François).

Obrigado a todas estas pessoas por terem percorrido ao meu lado.

Resumo

Introdução: A dificuldade de uma avulsão dentária depende de cada situação clínica. No caso de uma extração difícil, geralmente, o operador utiliza instrumentos rotativos e convencionais. No entanto, com a evolução da tecnologia, foi introduzida a piezocirurgia, que se baseia no princípio da piezoelectricidade inversa. A mesma é 3 vezes mais potente que os instrumentos convencionais.

Objetivo: O objetivo desta revisão sistémica é conhecer o funcionamento da piezocirurgia, a forma como pode ajudar durante a realização de uma avulsão complexa e os seus benefícios relativamente aos métodos tradicionais.

Matérias e métodos: Foi realizada uma pesquisa na base de dados PubMed com a combinação de vários termos científicos. Através da pesquisa foram encontrados 108 artigos que, após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foram considerados relevantes apenas 22 artigos, sendo assim, incluídos nesta pesquisa.

Resultados: Os artigos demonstram que existem várias vantagens do uso da piezocirurgia, tanto ao nível da capacidade de corte (micro vibrações, corte preciso e fino, sem grande pressão aplicada), como na conservação do osso e dos tecidos (seletividade do corte, risco de necrose diminuído, sistema de arrefecimento). Para além disto, é também benéfico para o bem-estar do paciente durante e pós-operatório (menos ruído).

Conclusão: A piezocirurgia é caracterizada como uma tecnologia adequada na realização de avulsões complexas, devido aos seus benefícios. Sendo também utilizada nas diversas áreas da medicina.

Palavras-chaves: “piezocirurgia”, “extração”, “cirurgia oral”, “ultrassónica”

Abstract

Introduction: The difficulty of avulsion of a tooth can vary. In the case of a difficult extraction, most of the time the operator will use the rotary and conventional instruments. However, with the evolution of technologies, compared to a scaling unit for example, piezosurgery, which is also based on the principle of reverse piezoelectricity, is 3 times more powerful.

Objective: The aim of this systemic review is to know how a piezosurgery unit works, how it can help during a complex avulsion and its benefits compared to traditional methods.

Materials and methods: An electronic search of the PubMed scientific database with a combination of several scientific terms was performed. The search identified 108 articles which, after applying the inclusion and exclusion criteria, remained 22 articles considered revealing.

Results: The articles show that there are several advantages of the use of piezosurgery, both at the level of improved cutting ability (micro-vibrations, precise and fine cutting with less applied force), both for bone and tissue conservation (selectivity of cutting, decreased risk of necrosis, cooling system). But also, for the well-being of the patient during and postoperative (less noise).

Conclusion: Piezosurgery is a suitable technology in situations of complex avulsions for all its benefits. However, it is used in other areas of medicine in general.

Keywords: "piezosurgery", "extraction", "oral surgery", "ultrasonic"

Índice Geral

1. Introdução	1
2. Objetivo.....	3
3. Material e métodos	3
4. Resultados	5
5. Discussão	28
5.1 Critérios de dificuldade de extração:	28
5.2 Princípios da piezocirurgia:	29
5.2.1 Efeito piezoelétrico:	29
5.2.2 Fenómeno de cavitação:	30
5.3 Sistema piezoelétrico:	31
5.3.1 Geradores:.....	31
5.3.2 Sistema de irrigação:.....	32
5.3.3 Peça de mão:	32
5.3.4 Tipos de ponta do dispositivo piezocirúrgico:	33
5.4 Contribuição da piezocirurgia em avulsões complexas:.....	35
5.4.1 Qualidade de corte:	35
5.4.2 Preservação do osso:.....	38
5.4.3 Preservação dos tecidos moles:	40
5.4.4 Vantagens para o paciente:.....	41
6. Conclusão.....	44
7. Referências Bibliográficas.....	46

Índice figuras:

Figura 1: Diagrama de fluxo da estratégia de pesquisa utilizada neste estudo	4
Figura 2: Aparelho de piezocirurgia de 3ª geração em 2009 de Mectron Dental... 32	
Figura 3: (A) Efeito de corte por micro vibrações. (B) Pastilhas cerâmicas que vibram a uma frequência média para produzir os micro movimentos.....	33
Figura 4: (A) Ponta de destartarização. (B) Ponta para avulsões dentarias. (C) Para curetagem de bolsas císticas. (D) Para osteotomia fina. (E) Para osteotomia extensa de tecido duro espesso.	34
Figura 5: Osteotomia realizada por broca óssea. As macro-vibrações limitam o controle do procedimento. Corte menos limpo e preciso.	36
Figura 6: Osteotomia realizada por serra óssea. Controle cirúrgico limitado. Trauma nos tecidos adjacentes.....	36
Figura 7: Osteotomia realizada por piezocirurgia. As micro vibrações permitem um corte preciso, com trauma e complicações reduzidos nos tecidos adjacentes..	36
Figura 8: Imagens SEM para cargas de contacto de 50 a 200 g. Para 200 g, as linhas pontilhadas indicam o defeito produzido durante a fase inicial de contacto de corte.....	37
Figura 9: Micrografias eletrónicas de superfícies ósseas após osteotomia: (A) Corte piezocirúrgico. (B) Corte convencional com broca convencional.....	38
Figura 10: Análise morfológica de amostras ósseas. A amostra óssea colhida mostrou linhas irregulares de osteotomia com evidência de osteonecrose por calor ósseo.	39
Figura 11: Análise morfológica de amostras ósseas. As amostras de osso colhidas com o dispositivo piezoelétrico mostraram um osso bem organizado e bem vascularizado com uma arquitetura lamelar em torno dos canais de Havers e com osteotomias lineares.....	39
Figura 12: O VAS para a medição da dor em Piezocirurgia e local de controlo.....	42

Índice tabelas:

Tabela 1: Comparação dos artigos.....	5
Tabela 2: Comparação da técnica convencional e do dispositivo piezoelétrico	42

1. Introdução

A remoção dos dentes impactados e avulsões são dos procedimentos mais comuns na cavidade oral. Uma extração pode ser fácil ou extremamente difícil, dependendo da sua localização, profundidade, angulações e da densidade do osso do paciente.(1)(2)

Numa extração sem carácter complexo, a maioria dos protocolos cirúrgicos envolve o uso das técnicas convencionais, utilizando instrumentos rotativos ou manuais (periotomos, fórceps, elevadores radiculares). (3) No entanto, isto pode provocar efeitos indesejados, tais como perda óssea significativa ou ser prejudicial a elementos anatómicos subjacentes (nervos e vasos). (4)

Em 1881, Pierre Curie descobriu a piezoelectricidade que deu origem à piezocirurgia. Esta encontra-se em alguns cristais que, quando sujeitos a cargas mecânicas, adquirem uma polarização elétrica. Os cristais piezoelétricos podem incluir quartzo, sal de Rochelle, e certas categorias de cerâmica e podem converter um campo elétrico numa vibração oscilante. (5)

Na 2ª metade do século XX, foi introduzida a utilização de ultrassom através de uma sonda metálica oscilante para remover a placa bacteriana e os depósitos de cálculo nas superfícies dentárias. Isto é possível graças ao impacto da ponta do ultrassom juntamente com a ajuda de forças cavitárias produzidas. (6)

Em 1953, Catuna publicou o primeiro relatório sobre o efeito da alta frequência no tecido dentário em endodontia e periodontologia. (7)

Em 1988, o cirurgião oral italiano Tomaso Vercelloti realizou investigação sobre os ultrassons e as suas indicações. Já em 1998, Vercelloti criou, em colaboração com a empresa Mectron, o primeiro sistema de ultrassons utilizado para a cirurgia óssea. O ultrassom permite um controlo fácil do processo de corte, o que aumenta o controlo táctil e a precisão do mesmo. (8) A piezocirurgia é cerca de três vezes mais

potente do que os ultrassons convencionais, sendo capaz de cortar osso cortical altamente mineralizado. (9)

Durante os últimos anos, em cirurgia oral e maxilo-facial (tal como elevação do seio, enxerto ósseo, osteogénese de distração, descompressão do nervo alveolar inferior e excisão de cisto) a piezocirurgia foi amplamente desenvolvida. (10)

Atualmente, a piezocirurgia é utilizada em várias áreas de medicina dentária, para modificar e melhorar a tecnologia dos ultrassons convencionais, de modo, a ultrapassar os limites dos instrumentos tradicionais. (9)

Devido às tendências cirúrgicas contemporâneas, é necessário obter uma cirurgia com o mínimo de trauma físico e psicológico para o bem-estar do paciente. (11)

Assim, este trabalho visa perceber o funcionamento da piezocirurgia e como a sua utilização na prática clínica pode melhorar e superar as técnicas convencionais nas extrações complexas. Para tal foi realizado uma revisão sistémica com os artigos selecionados.

2. Objetivo

Este estudo pretende dar a conhecer o desempenho da piezocirurgia e estudar as diferentes vantagens que este dispositivo pode fornecer comparativamente aos métodos tradicionais de extração nomeadamente ao nível:

- Da qualidade de corte.
- Da preservação do osso e dos tecidos.
- Do conforto do paciente.

3. Material e métodos

De modo a elaborar esta revisão, foi realizada uma pesquisa bibliográfica utilizando o a base de dados PUBMED, procurando por artigos publicados entre 2011 e 2021.

As palavras-chave foram: “piezocirurgia”, “extração”, “cirurgia oral”, “ultrassónica” e um critério de pesquisa foi os artigos publicados em inglês ou em francês.

Os artigos duplicados foram removidos utilizando o Gerenciador de Citações do Mendeley. O artigo mais antigo é de 2007, os artigos mais recentes são de 2018.

Foram identificados 108 artigos no PUBMED. Um dos critérios de seleção era obter os artigos em versão completa, que corresponde a 90 artigos. Após a leitura do título e resumo, foram selecionados 29 artigos nos anos 2011 e 2021.

Desta forma, os critérios de inclusão são os seguintes:

- Artigos publicados entre 2005 e 2021
- Artigos com versão completa em inglês
- Artigos que apresentam estudos experimentais, estudos comparativos,

Através do fluxograma PRISMA, que corresponde à figura 1, é apresentado o modo de como foi realizada a seleção:

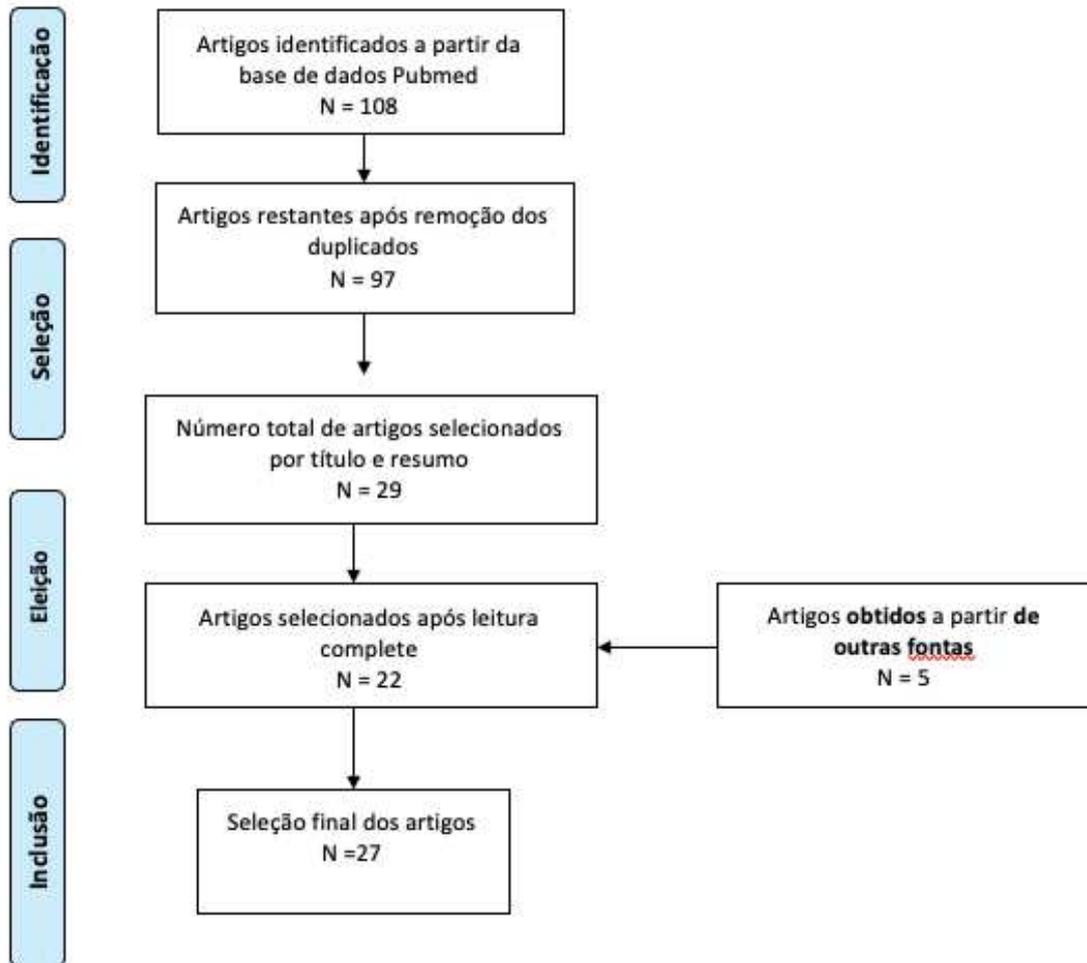


Figura 1: Diagrama de fluxo da estratégia de pesquisa utilizada neste estudo

4. Resultados

Tabela 1: Comparação dos artigos

Autores e ano de publicação	Objetivo	Materiais e métodos	Resultados	Conclusão
Pavlíková <i>et al.</i> , 2011	Resumir os conhecimentos sobre a piezocirurgia.	Análise de artigos publicados.		A piezocirurgia tem várias indicações como em cirurgia endodôntica, cirurgia periodontal, descompressão do nervo alveolar inferior, remoção de cistos e extração dentária e principalmente para cirurgia de dentes impactados.
Weiss <i>et al.</i> , 2011	Analisar as mais recentes inovações em medicina dentária, incluindo o periótomo motorizado, a piezocirurgia, a Física, a terapia a laser, as técnicas ortodônticas e			A tecnologia tem permitido a evolução das técnicas de extração, da cirurgia ambulatorial oral e maxilo-facial. Tanto os cirurgiões como os pacientes são beneficiados.

	a utilização de espuma de poliuretano.			
Weiss & Dym ,2012	Conhecer algumas informações sobre avulsões simples e complexas.			O objetivo final não é só a extração do dente, mas também a preservação do osso alveolar, recorrendo a novas técnicas e dispositivos.
Cai <i>et al.</i> , 2018	Investigar a aplicação da cirurgia sem retalho associada à piezocirurgia para aumentar o espaço ósseo durante a extração dentária e avaliar a sua taxa de sucesso, os resultados pós-operatórios e a incidência de complicações.	Estudo sobre 140 pacientes (2014-2016), com e sem uso da piezocirurgia.	A incidência de complicações pela cirurgia sem retalho associada a piezocirurgia é significativamente mais baixa do que o método tradicional.	A cirurgia sem retalho associada a piezocirurgia permite a preservação máxima do osso alveolar e minimiza a probabilidade de lesar os tecidos moles, bem como, previne a fratura radicular e do processo alveolar durante a cirurgia.

<p>Gao <i>et al.</i>, 2014</p>	<p>Comparar a utilização da cirurgia óssea piezoelétrica ultrassónica para a extração de dentes supranumerários e a utilização do método tradicional com cinzéis ósseos.</p>	<p>60 pacientes com dentes supranumerários divididos em dois grupos. Um grupo de controlo usando o cinzel ósseo, e o grupo experimental, em que os dentes foram extraídos por piezocirurgia.</p>	<p>Observou-se uma diminuição significativa de hemorragias e de dor pós-operatória no grupo experimental relativamente ao grupo de controlo, embora o tempo operatório tenha sido significativamente maior com a utilização do sistema piezoelétrico. No entanto, os pacientes que fizeram parte do grupo experimental, viram o seu inchaço pós-operatório desaparecer mais rapidamente.</p>	<p>O uso da piezocirurgia neste caso foi benéfico, devido à diminuição do sangramento e menos complicações após o tratamento.</p>
<p>Mozzati <i>et al.</i>, 2014</p>	<p>Avaliar o período pós-operatório e a cicatrização entre os 2 métodos cirúrgicos (cirurgia tradicional e com ultrassom) que são utilizados para a</p>	<p>15 pacientes com avulsões bilaterais mandibulares. Avaliação do tecido cicatrizado depois 7, 14 dias e 1, 3 meses.</p>	<p>Apenas houve 1 paciente com complicações pós-operatórias (alveolite após a cirurgia tradicional).</p>	<p>Nos locais onde foi usada a piezocirurgia, não surgiu nenhuma complicação (apesar do tempo cirúrgico ter sido maior com o ultrassom).</p>

	extração de terceiros molares mandibulares.			
<i>Ge et al., 2014</i>	Introduzir quatro métodos de osteotomia usando a piezocirurgia e avaliar os seus efeitos.	Estudo retrospectivo em pacientes com terceiros molares mandibulares impactados. No método 1 utilizou-se a técnica de remoção óssea completa; no método 2, a técnica de remoção óssea segmentar; no método 3 a técnica de remoção óssea combinada com a técnica de divisão dentária; por fim, no método 4 a técnica de remoção óssea em bloco.	55 pacientes com 74 dentes impactados. 38 molares (51,4%) pelo método 1, 18 molares (24,3%) pelo método 2, 12 molares (16,2%) pelo método 3, e 6 molares (8,1%) pelo método 4. Dois casos (2,7%) desenvolveram infeções pós-operatórias, e recuperaram no prazo de uma semana utilizando drenagem e administração de antibióticos.	Através do uso da piezocirurgia, os 4 métodos permitiram a remoção dos terceiros molares impactados de forma eficaz.

<p>Spinato <i>et al.</i>,2015</p>	<p>Comparar quantitativamente, pela primeira vez, os resultados clínicos da reabsorção do osso da crista alveolar submetidos à técnica de extração tradicional (TET) ou à técnica de extração piezocirúrgica (PET), considerando também a influência da espessura óssea vestibular.</p>	<p>19 sítios foram tratados aleatoriamente com TET, e 18 foram tratados aleatoriamente com PET. Ademais, os pacientes foram divididos em subgrupos. O subgrupo A, com espessura da tábua óssea vestibular (TPB) ≤ 1 mm, e subgrupo B, com TPB > 1 mm. A altura do córtex vestibular (BCH) e palatino (PCH), a largura do rebordo vestibulopalatino (BPR) foram monitorizados na extração dentária e após o período pós-operatório de 4 meses.</p>	<p>Após 4 meses, a largura do BCH, PCH e BPR diminuiu mais na TET do que no grupo PET, mas apenas a diminuição do BPR foi estatisticamente significativa. Ambos os subgrupos A e B do PET mostraram uma diminuição estatisticamente significativa inferior à dos subgrupos correspondentes do TET.</p>	<p>Com tábuas vestibulares finas e grossas, a técnica de extração piezocirúrgica dos dentes diminuiu significativamente a reabsorção horizontal da crista óssea e aumenta a reabsorção vertical. Adicionalmente, a espessura da placa vestibular parece ser um fator chave na reabsorção óssea pós-operatória: quanto mais fina for a placa vestibular, maior será a perda de osso da crista horizontal.</p>
-----------------------------------	---	---	--	--

<p>Rahnama <i>et al.</i>,2011</p>	<p>Conhecer as diferentes aplicações da piezocirurgia e as suas vantagens comparativamente ao equipamento cirúrgico convencional.</p>	<p>6 procedimentos diferentes de cirurgia oral durante os quais utilizámos um Surgysonic II Piezo</p>	<p>Devido à possibilidade de trocar as pontas ultrassónicas, bem como, alterar a frequência do aparelho, a utilização da unidade de ultrassons na prática da cirurgia oral é ampla: Extração do dente; Procedimento de elevação do seio; Cistectomia; Fenda óssea; Osteotomia óssea ou Corticotomia; Colheita de blocos ósseos e enxerto ósseo</p>	<p>Durante alguns procedimentos cirúrgicos, o dispositivo piezoelétrico proporciona grandes vantagens e, em certa medida, torna-se indispensável. Tem uma invasão operatória mínima, diminuindo também a dor após a intervenção e reduz o stress traumático. Para além disto, provoca hemorragia intra e pós-operatória.</p>
<p>Rullo <i>et al.</i>,2012</p>	<p>Investigar e comparar a influência da dificuldade cirúrgica na dor pós-operatória após o tratamento dos terceiros molares inferiores impactados por osteotomia</p>	<p>52 pacientes que foram tratados cirurgicamente utilizando uma broca (Grupo A) num lado aleatório do maxilar inferior e um dispositivo piezoelétrico (Grupo</p>	<p>Os resultados mostraram conforto pós-operatório imediato no dia 0, em situações em que o dispositivo piezoelétrico foi utilizado para realizar "extrações simples". Já</p>	<p>A dor após a extração de um terceiro molar mandibular aumenta com o aumento da dificuldade cirúrgica e especialmente em intervenções mais longas. A integridade da estrutura óssea</p>

	rotatória ou cirurgia piezoelétrica.	B) no lado contralateral. Os parâmetros aplicados foram a comparação da avaliação da dor pós-operatória e as diferenças relativamente ao tempo cirúrgico entre os grupos. Foram feitas biópsias ósseas durante a cirurgia para estudar os efeitos prejudiciais que estas técnicas podem provocar no osso, e verificar a diferença entre os dois métodos.	nas “extrações complexas”, os pacientes afirmaram ter dores mais intensas. A realização da cirurgia piezoelétrica trouxe vantagens, como a redução do tempo da cirurgia.	observada após a técnica ultrassónica pode favorecer o processo de cicatrização óssea.
Mantovani <i>et al.</i> ,2014	Estudar o desempenho da piezocirurgia comparativamente aos instrumentos rotativos tradicionais durante a extração dos terceiros molares mandibulares.	Foi realizado um estudo sobre a extração cirúrgica de terceiros molares bilaterais mandibulares. Cada paciente foi tratado, na mesma consulta,	A avaliação da dor realizada pelos pacientes, que foram submetidos à piezocirurgia foi significativamente mais baixa do que a dor após	A utilização de um dispositivo piezoelétrico pode melhorar a experiência do paciente e reduzir a dor e o inchaço pós-operatórios.

		<p>utilizando instrumentos rotatórios num lado da mandíbula e um dispositivo piezoelétrico no lado contralateral. Os resultados primários relatados foram dor pós-operatória, inchaço orofacial e a duração do tempo cirúrgico; os resultados secundários foram sexo, idade e possíveis efeitos adversos.</p>	<p>a remoção com técnica convencional.</p>	
<p>Piersanti., 2014</p>	<p>Comparar o desconforto e a eficácia do dispositivo piezocirúrgico com os dos instrumentos rotatórios na extração dos terceiros molares inferiores.</p>	<p>O desconforto do paciente foi avaliado através da escala de avaliação da Severidade do Sintoma Pós-Operatório (PoSse), que foi utilizada em cada um dos</p>	<p>A pontuação total na escala PoSse foi significativamente mais baixa quando realizada a piezocirurgia. Além disso, o inchaço pós-operatório após 1 semana da realização da cirurgia, foi</p>	<p>A piezocirurgia foi associada a um menor desconforto pós-operatório e demonstrou obter bons resultados relativamente ao inchaço. A piezocirurgia mostrou ser uma boa técnica na prática diária</p>

		pacientes. Os parâmetros secundários foram dor, trismo, inchaço e avaliação do tempo cirúrgico.	significativamente menor com a piezocirurgia do que com a peça de mão rotativa convencional.	da cirurgia, especialmente em situações que exigem especial cuidado com tecidos moles, nervos e osso.
Goyal, 2011	Comparar a utilização de uma peça de mão rotativa convencional com a piezocirurgia na extração de terceiros molares inferiores.	Foram escolhidos aleatoriamente 40 pacientes, para serem submetidos a uma cirurgia utilizando uma peça de mão ou a uma piezocirurgia. A presença de dor, trismo e edema foram avaliados no pós-operatório, juntamente com a parestesia, nos dias pós-operatórios 1, 3, 5, 7, e 15. Os danos no tecido circundante foram verificados no mesmo dia, enquanto a alveolite seca foi	Os indivíduos que fizeram parte do grupo que foi sujeito à técnica convencional afirmaram ter dor. Estes necessitaram de mais analgésicos e desenvolveram mais casos de trismo do que no grupo em que se aplicou a piezocirurgia. Para além disto, também se verificou mais inchaço pós-operatório no grupo em que se utilizou o método convencional.	A piezocirurgia é uma alternativa eficaz para a extração de terceiros molares.

		avaliada a partir do 3º dia de pós-operatório.		
Sukegawa <i>et al.</i> , 2015	Perceber se a piezocirurgia pode ser usada para extrair, com segurança, um dente supranumerário impactado na parte anterior da maxila.	Um paciente de 15 anos com um dente supranumerário no assoalho da cavidade nasal. Através de um dispositivo de piezocirurgia, foi realizada uma incisão em torno da coroa do dente supranumerário impactado, procedendo-se depois à sua extração.	O paciente não sofreu complicações pós-operatórias, tais como hemorragia nasal ou lesões nos dentes adjacentes.	Esta abordagem pode ser utilizada como um procedimento cirúrgico minimamente invasivo e seguro para a extração de um dente supranumerário impactado.

<p>Claire <i>et al.</i>,2012</p>	<p>Avaliar as características de oscilação e de corte de um dispositivo cirúrgico ultrassónico.</p>	<p>Um sistema de corte ultrassónico Piezosurgery foi utilizado com uma ponta estilo OP3. O sistema é composto por uma ponta em contacto com amostras de osso suíno (cargas de 50 a 200g) montado a 45° na ponta de inserção vertical e com um fluxo de água de 57 ml/min. A amplitude de oscilação da ponta foi medida através de vibrometria laser de varrimento. Os defeitos das superfícies ósseas foram caracterizados utilizando a profilometria laser e a microscopia eletrónica de varrimento.</p>	<p>Foi observada uma relação positiva entre a magnitude das oscilações das pontas e as dimensões dos defeitos cortados na superfície óssea. A sobrecarga da ponta levou a uma redução da oscilação e, conseqüentemente, do defeito produzido. Uma carga de contacto de 150 g proporcionou uma maior profundidade de corte. Os defeitos produzidos no osso provêm de duas fases claras de corte.</p>	<p>A estrutura do osso foi considerada um fator importante nas características do corte após a piezocirurgia.</p>
----------------------------------	---	---	---	---

<p>Parmar <i>et al.</i>,2011</p>	<p>Investigar como as ferramentas de corte ósseo ultrassónico oscilam e como esta oscilação é modificada quando contacta superfícies ósseas com cargas variáveis.</p>	<p>Uma sonda de corte ultrassónica foi examinada, usando um vibrómetro laser para determinar o seu padrão de oscilação e amplitude. Esta sonda foi então colocada em contacto com o osso sob várias cargas para avaliar a modificação nas características de oscilação. Os cortes foram efetuados durante um período de 10s. As superfícies ósseas cortadas foram avaliadas utilizando a profilometria laser para determinar a profundidade dos defeitos.</p>	<p>A amplitude média de deslocamento vibratório na ponta da sonda, sob carga, foi de 12 mm na direção longitudinal e mostrou-se maior para o corte cortical. Foram detetadas profundidades de defeito até 0,36 mm e foram maiores quando a ponta estava em contacto com o osso com uma carga de 100g.</p>	<p>A natureza da superfície a ser cortada pode alterar significativamente a forma, o modo e a magnitude da oscilação da sonda. A profundidade máxima de corte com a mínima restrição do movimento da ponta foi alcançada a 100g de carga de contacto.</p>
----------------------------------	---	---	---	---

<p>Gulnahara <i>et al.</i>, 2013</p>	<p>Este estudo examinou a expressão da Hsp70 como um biomarcador potencial de stress pós-operatório imediato em pacientes submetidos a dois procedimentos cirúrgicos distintos e de gravidade diferente.</p>	<p>20 pacientes com impactação bilateral dos terceiros molares mandibulares foram submetidos à cirurgia. De um lado, a remoção do osso alveolar foi realizada com brocas convencionais e do outro lado com piezocirurgia. Foi realizada cada extração dentária com um intervalo de tempo de 1 mês entre cada uma, uma vez que executar extrações dentárias no mesmo dia pode interferir com a determinação da expressão de Hsp70.</p>	<p>A expressão de Hsp70 no grupo convencional foi duas vezes superior à do grupo piezoelétrico. Os pacientes submetidos a uma cirurgia mais agressiva utilizando métodos convencionais mostraram um aumento significativo de Hsp70 no período pós-operatório imediato.</p>	<p>A expressão da Hsp70 no osso alveolar por ambas técnicas sugere que a piezocirurgia provoca um stress relativamente menor. Além disso, a piezocirurgia pode cortar o osso sem provocar grandes hemorragias. Por conseguinte, este método é preferível em relação à cirurgia convencional.</p>
<p>Reside <i>et al.</i>, 2013</p>	<p>Avaliar a regeneração molecular, histológica e radiográfica do osso com dispositivos</p>	<p>14 ratos foram submetidos a osteotomias bilaterais da tíbia utilizando um</p>	<p>Após 1 semana, a expressão de 11 e 18 genes envolvidos na remodelação óssea foi</p>	<p>A instrumentação piezoelétrica favorece a preservação do osso adjacente às osteotomias.</p>

	<p>piezoelétricos ou rotativos de alta velocidade, durante um período de 3 semanas.</p>	<p>Piezosome (P1), Piezosome (P2), instrumentação (R) de alta velocidade, ou cirurgia falsa (S). Após 1 semana, utilizou-se uma matriz de osteogênese para avaliar diferenças na expressão genética. Por outro lado, a análise quantitativa avaliou a percentagem de preenchimento ósseo (PBF) e a densidade mineral óssea (BMD) no local onde foi realizada a osteotomia, na periferia, e nos locais mais distantes da intervenção, após 3 semanas. A avaliação histológica qualitativa das osteotomias também foi realizada depois de 3 semanas.</p>	<p>mais baixa após a instrumentação com P1 e P2, respetivamente, em relação a S enquanto 16 e 4 genes foram mais baixos em relação a R. Não foram detetadas diferenças ao nível do PBF e ao BMD entre os grupos, no local onde foi feita a osteotomia. No entanto, foram observadas diferenças significativas no PBF e BMD ao longo da periferia entre os grupos P2 e R, sendo R o grupo com os valores mais baixos.</p>	<p>Verificou-se que a cirurgia piezoelétrica é menos invasiva, promovendo a cicatrização óssea, contrariamente ao dispositivo R de alta velocidade.</p>
--	---	--	--	---

<p>Tepedino., 2018</p>	<p>Avaliar o desgaste do material e as variações de temperatura após o uso de broca rotativa convencional e a piezocirurgia numa cirurgia de ressecção óssea em blocos de osso bovino com irrigação fisiológica.</p>	<p>A avaliação do desgaste foi realizada através da contabilização do tempo de corte e o desgaste foi analisado por microscopia eletrónica de varredura.</p>	<p>Através da análise do tempo foi possível concluir que o desgaste do material e a produção de calor são maiores com a utilização da piezocirurgia. No entanto, as temperaturas permaneceram abaixo dos valores que podem causar preocupação clínica, mesmo após um tempo de corte de 20 minutos. Por outro lado, a superfície do osso tornou-se irregular e com sinais de lesão térmica na superfície perfurada pela broca, provocada provavelmente pela ação traumática da broca diamantada.</p>	<p>As pontas dos dispositivos de piezocirurgia quando estão desgastadas devem ser substituídas com frequência para garantir um corte eficaz e evitar o calor elevado no osso. Considerando a variabilidade da espessura e densidade do osso cortical e da extensão do tratamento cirúrgico, é difícil estabelecer o número de vezes que uma ponta de piezocirurgia pode ser usada, sem provocar lesões, numa cirurgia ressetiva. Deve-se verificar o desgaste do material de revestimento para que a ponta seja substituída atempadamente.</p>
------------------------	--	--	---	--

<p>Degerliyurt., 2009</p>	<p>Apresentar um método alternativo que utiliza piezoelectricidade para minimizar o trauma ao IAN (nervo alveolar inferior), tecidos vasculares, ou tecidos dentários circundantes.</p>	<p>Foram analisados 2 casos: Caso 1: Uma rapariga de 18 anos que apresentava os segundos molares e pré-molares supranumerários mandibulares bilaterais não erupcionados. Caso 2: Foi avaliado o caso de uma mulher de 45 anos que sofria de dor persistente na região do terceiro molar mandibular esquerdo, em que o seu tratamento consistiu na utilização do dispositivo de piezocirurgia para cortar e elevar uma parte do osso no córtex lateral da mandíbula para desta forma, permitir o acesso aos dentes e à lesão.</p>	<p>Não havia necessidade de proteger o IAN e os tecidos moles e/ou dentários adjacentes. O campo cirúrgico foi irrigado cuidadosamente para observar qualquer lesão no IAN ou nos tecidos adjacentes. Após a confirmação visual de que o IAN não estava danificado, bem como, os tecidos adjacentes, o osso foi fixado com miniplacas absorvíveis. Houve uma boa cicatrização e nenhum dos pacientes relatou quaisquer perturbações sensoriais de IAN no pós-operatório.</p>	<p>A remoção do osso cortical lateral da mandíbula com instrumentação piezoelétrica permite um acesso rápido à área necessária, excelente visibilidade, perda óssea mínima, uma capacidade de corte precisa, protege o IAN e não atinge o tecido mole quando a osteotomia for realizada às cegas.</p>
---------------------------	---	--	--	---

<p>Mozzati., 2014</p>	<p>Comparar o período pós-operatório e de cicatrização de 2 métodos utilizados para a extração de dentes: a cirurgia tradicional e a cirurgia óssea ultrassónica. Foram também avaliadas a cicatrização clínica dos alvéolos e a aceitação psicológica da cirurgia óssea ultrassónica.</p>	<p>Foram inscritos 200 pacientes que necessitavam de extrações bilaterais maxilares ou mandibulares. As extrações dos 2 dentes foram realizadas na mesma sessão cirúrgica. A extração de 1 lado foi realizada utilizando a cirurgia tradicional (local de controlo), enquanto a cirurgia ultrassónica foi utilizada no outro lado (local de teste). Os pacientes foram clinicamente examinados aos 1, 7, 14, e 21 dias.</p>	<p>O tempo necessário para realizar as extrações de dentes foi mais longo no local de teste do que no local de controlo, embora esta diferença não seja significativa estatisticamente.</p>	<p>A técnica de extração piezoelétrica apresenta uma melhor recuperação, principalmente pela integridade das paredes alveolares e dos tecidos moles circundantes. Além disso, os pacientes responderam positivamente à cirurgia ultrassónica e preferiram-na à cirurgia tradicional, tanto na fase cirúrgica como na pós-cirúrgica. A utilização de ultrassons reduz o traumatismo no osso e nos tecidos moles adjacentes durante a extração dentária.</p>
-----------------------	--	---	---	--

<p>Peivandi., 2007</p>	<p>Conhecer as aplicações da piezocirurgia na cirurgia periodontal e na implantologia</p>	<p>Há imensas aplicações clínicas conhecidas em cirurgia oral (avulsões atraumáticas, remoção de dentes impactados, desbridamento de cistos periapicais, cirurgia pré-prótese), e mais particularmente em periodontologia e implantologia (elevação do seio, remoção de implantes fraturados, expansão de cristas ósseas).</p>	<p>Na cirurgia oral, as aplicações potenciais do bisturi ultrassónico são numerosas. No entanto, a falta de potência de corte observada nas primeiras versões deste instrumento limitou as suas indicações.</p>	<p>O bisturi ultrassónico é uma ferramenta inovadora que permite realizar, com precisão, cirurgias delicadas. As principais vantagens desta ferramenta em comparação com os sistemas rotativos são muitas, pois, oferece uma linha de osteotomia limpa e precisa, com um risco muito baixo de danificar os tecidos moles e um aquecimento ósseo muito limitado, graças à sua irrigação eficiente. Ademais, este instrumento proporciona um acesso fácil a sítios difíceis.</p>
------------------------	---	--	---	--

Koszowski., 2013	Dar a conhecer uma forma minimamente traumática para os tecidos durante o autotransplante dentário usando Piezocirurgia.	É apresentado um caso de um acompanhamento de 3 anos de um paciente que necessitou de um autotransplante do dente 38 não erupcionado para o alvéolo pós-extração do dente 36. Foi utilizado um dispositivo de Piezocirurgia (Mectron) para remover o osso e permitir assim, que o terceiro molar esquerdo fosse extraído e também, para separar as raízes do primeiro molar esquerdo.	O processo de cicatrização não apresentou complicações. A polpa dentária foi testada após 4 meses e os resultados foram satisfatórios. Após 36 meses, as condições clínicas do dente transplantado e da gengiva adjacente eram aceitáveis.	O uso de um dispositivo de Piezocirurgia durante o autotransplante dentário permite a proteção e manutenção das fibras periodontais do dente transplantado. Foi evidente a regeneração correta do osso.
Agarwal <i>et al.</i> ,2014	Esta revisão tem como objetivo destacar a importância da piezocirurgia e enfatiza		Vantagens: Corte ósseo preciso e seletivo.	A piezocirurgia garante os 3 'P's, ou seja, previsibilidade, menos dor pós-operatória e

	<p>os aspetos clínicos e biológicos que contribuem para uma melhor saúde oral.</p>		<p>Regeneração eficaz e mais rápida. Dores pós-operatórias reduzidas. Resposta óssea favorável. Proteção de estruturas vitais como a membrana de Schneider e nervos. Capacidade de manter a assepsia. Melhor sensibilidade tátil. Devido ao efeito da cavitação, a cirurgia é realizada sem sangue, garantindo uma ótima visibilidade. Não produz ruído durante o procedimento. Não há risco de enfisema. Reduz o stress traumático. Pode ser aplicado em pacientes pediátricos e imunocomprometidos.</p>	<p>maior adesão da parte do paciente. O uso do dispositivo piezocirúrgico, não se limita apenas ao campo da cirurgia oral, sendo também útil em casos mais complexos e na área da ciência.</p>
--	--	--	---	--

<p>Stubinger <i>et al.</i>, 2005</p>	<p>Dar a conhecer a técnica cirúrgica baseada em ultrassons e a forma como protegem os nervos e tecidos moles.</p>	<p>Foi executada uma intervenção cirúrgica em 4 pacientes, com um instrumento de piezocirurgia fabricado pela Mectron Medical Technology (Carasco, Itália). O instrumento funciona com ultrassons e pode gerar micro movimentos entre 60 e 200 mm/seg. Foi utilizada uma solução fisiológica de cloreto de sódio a uma temperatura de aproximadamente 4°C para efetuar a irrigação.</p>	<p>Foi demonstrado que diferentes amplitudes ultrassónicas provocam diferentes graus de destruição da superfície da raiz, o que acabou por influenciar o processo de cicatrização periodontal.</p>	<p>Depois de realizada um osteotomia, foi verificado que o dispositivo de piezocirurgia não originou nenhuma lesão visível nos tecidos moles adjacentes, devido à frequência ultrassónica do instrumento piezocirúrgico, remover apenas substâncias duras mineralizadas.</p>
<p>Delgado-Ruiz <i>et al.</i>, 2005</p>	<p>Avaliar os efeitos do dispositivo piezoelétrico de acordo com as diferentes variações de</p>	<p>Foram utilizados dois dispositivos piezocirúrgicos diferentes, o OE-F15 e o Surgybone.</p>	<p>A análise térmica mostrou temperaturas significativamente mais elevadas durante a realização da</p>	<p>Dentro das limitações deste estudo <i>in vitro</i>, pode-se concluir que a temperatura é mais elevada nas osteotomias</p>

	<p>temperatura e tempo, em osteotomias realizadas em blocos ósseos bovinos.</p>	<p>Inserções serrilhadas com geometria semelhante foram acopladas a cada dispositivo. Foram realizadas osteotomias de 10 mm de comprimento e 3 mm de profundidade em blocos ósseos semelhantes ao tipo II (denso) e densidades ósseas do tipo IV (menos denso) com e sem irrigação. Foram registadas as alterações térmicas e variações de tempo. Foram analisados os efeitos da densidade óssea, da irrigação e do dispositivo nas mudanças de temperatura. Para além disto, foi analisado também o tempo necessário</p>	<p>osteotomia, com recurso à piezocirurgia, num osso denso, sem irrigação ($P < 0,05$). O tipo de dispositivo piezocirúrgico não influenciou as variações térmicas ($P > 0,05$). A análise temporal mostrou que o valor médio de tempo necessário para realizar uma osteotomia era mais curto no osso menos denso do que denso ($P < 0,05$).</p>	<p>realizadas com um dispositivo piezoelétrico num osso denso sem irrigação; o tempo para realizar a osteotomia com piezocirurgia é menor num osso menos denso do que no denso. O dispositivo piezocirúrgico tem uma influência mínima nas variações de temperatura e tempo.</p>
--	---	---	--	--

		para realizar as osteotomias.		
Eggers <i>et al.</i> , 2005	Descrever a utilização da piezocirurgia, bem como as suas e limitações na cirurgia maxilo-facial	A utilização da piezocirurgia (Mectron, Carasco, Itália) é um sistema recentemente desenvolvido para fazer cortes no osso através de micro vibrações. O equipamento é constituído por uma peça de mão piezoelétrica e um interruptor de pé ligado a uma unidade principal, que fornece energia e tem suportes para a peça de mão e que contém fluidos de irrigação.	Foi útil combinar a piezocirurgia para a incisão inicial e um cinzel para a osteotomia final. Nos casos em que é necessário obter material autólogo para preencher defeitos ósseos, tais como, no procedimento de elevação do seio, poderia ser utilizado um inserto especialmente concebido para colar material na superfície óssea.	A qualidade dos cortes por piezocirurgia é comparável aos realizados pelos instrumentos convencionais.

5. Discussão

Neste capítulo, numa primeira parte vão ser definidos os critérios de dificuldade de extração dos dentes. Depois serão apresentados os princípios da piezocirurgia, e a contribuição do sistema piezoelétrico em avulsões complexas.

5.1 Critérios de dificuldade de extração:

Em primeiro lugar, uma exodontia básica é definida por uma técnica simples de luxação, alargamento do osso alveolar, segmentação do ligamento periodontal e extração do dente com um boticão. Se a utilização de um luxador e de um boticão não for suficiente para realizar a avulsão, a exodontia classifica-se como complexa. (12)

Existem várias situações em que um dente pode necessitar de técnicas especializadas para a sua extração como:

- Fratura da coroa e raízes retidas no alvéolo.
- Lesão de cárie num estado avançado.
- Dentes com uma morfologia anormal da raiz (curvadas, divergentes ou dilaceradas).
- Dentes perto de locais anatómicos vitais (como o nervo alveolar inferior).
- Dentes anquilosados.
- Dentes para autotransplante.
- Dentes com anomalias periodontais e/o endodônticas. (8)

A ortopantomografia é o meio auxiliar de diagnóstico eleito para determinar a categoria de extração, fornece uma imagem dos dentes, arcos dentários, ossos mandibulares, maxilares e seios maxilares numa única radiografia. Para que desta forma, seja possível visualizar, se existem condições patológicas e onde estas se localizam. (12)

Através deste meio auxiliar, também é possível determinar a presença de dentes supranumerários, embora na maior parte das vezes, estes dentes não possuam sintomatologia. No entanto, ocasionalmente podem levar a uma má oclusão,

apinhamento, reabsorção radicular, abscessos periodontais, inflamação gengival, anomalia radicular e pericoronarite. Nestes casos, é necessário extrair o dente. (13)

Da mesma forma, a extração do terceiro molar mandibular está especialmente, dependente de vários fatores, que podem ser classificados com a escala Yuasa. (14) Há um risco de lesar o nervo alveolar inferior (IAN) durante a avulsão convencional de terceiros molares mandibulares impactados (varia entre 1% e 22%). Os instrumentos convencionais (manuais ou mecânicos), ao serem manuseados perto do mesmo e de estruturas delicadas podem provocar lesões por inadvertência, sendo difícil controlar o corte. (15)

Deste modo, a piezocirurgia revela-se útil quando é necessário o corte de osso, e o mesmo está na proximidade de tecidos moles, como nervos, a membrana de Schneider e vasos, ou seja, estruturas onde é necessária precaução e devem ser evitadas possíveis lesões. (5)

5.2 Princípios da piezocirurgia:

Na área de cirurgia oral, existe um número considerável das aplicações do bisturi ultrassónico. (10)

Em 1988, foi introduzida a utilização de uma cirurgia de ultrassons, como uma alternativa aos instrumentos tradicionais de corte de osso. (16)

A tecnologia piezoelétrica, com as suas peças de mão leves e fáceis de manipular, e o seu sistema de arrefecimento de água estéril, é a opção eleita especialmente para realizar cortes precisos e em áreas complicadas de aceder. (17)

5.2.1 Efeito piezoelétrico:

A piezocirurgia é fundada no efeito piezoelétrico. Esta é definida por um sistema de corte ósseo baseado na tecnologia de micro vibrações por oscilações das frequências ultrassónicas. (9)

Atualmente o termo "piezo" é utilizado para descrever dois efeitos distintos, mas relacionados, o direto e o indireto.

O efeito direto está ligado às propriedades do quartzo ou alguns tipos de cerâmicas, pois podem polarizar-se (movimento das cargas negativas e positivas) com a atuação de uma força mecânica.

Existe um transdutor ultrassónico que permite a conversão de qualquer categoria de energia numa vibração ultrassónica. (5) A geração de uma corrente elétrica através de certos cristais e cerâmicas deforma-os, produzindo oscilações de frequência ultrassónica.(9) Designa-se por piezoelectricidade inversa, quando os cristais estão submetidos a uma carga elétrica e esta transforma-se numa carga mecânica. A carga elétrica pode ser alternativa, que conduz a expansão e contração, adicionando uma frequência intermédia, e formando oscilações mecânicas de média frequência, produzindo assim, ondas ultrassónicas. (10) Portanto, o cristal piezoelétrico que transforma um campo elétrico oscilante numa vibração mecânica, é o modelo mais aceite. (5)

Na prática clínica, os cristais de quartzo foram substituídos por pastilhas de cerâmica à base de titanato de bário, por serem mais resistentes e com uma melhor adaptação às frequências utilizadas. (10)

Atualmente, os geradores ultrassónicos usam o efeito inverso piezoelétrico. Mas não podem cortar tecido pouco nem muito denso. Assim, os bisturis ultrassónicos diferenciam-se, pela sua massa, dureza, forma das pontas e as frequências do gerador.

5.2.2 Fenómeno de cavitação:

Corresponde a um efeito de corte mecânico que decorre apenas no tecido mineralizado.

A palavra “cavitação” caracteriza-se pela implosão de bolhas de gás em várias frações do seu tamanho inicial (devido à redução da pressão) nos vasos sanguíneos.(1) De acordo com Rahnema *et al* (2013) o efeito de cavitação cria bolhas da solução fisiológica de sal que geram uma onda de choque que origina uma micro coagulação e reduz a perda de sangue. Esta micro coagulação favorece uma visibilidade ideal intraoperatória para o operador, e também proporciona uma melhor desinfeção e uma manutenção da temperatura óssea.(3) (5)

Além disso, a cavitação tem uma propriedade antibacteriana pelo efeito da fragmentação da parede celular bacteriana, o que proporciona à área cirúrgica uma alta previsibilidade e uma baixa morbidade. (18)

5.3 Sistema piezoelétrico:

5.3.1 Geradores:

O dispositivo é constituído por um pedal de controlo e uma peça de mão piezoelétrica conectada a uma unidade principal, por uma base que facilita o suporte da peça de mão e que contém fluidos de irrigação. (10)

O gerador é a “fonte” eletrónica do dispositivo piezoelétrico.

Nos aparelhos atuais, é possível regular a frequência das vibrações, a potência de corte e a quantidade de irrigação. A potência varia entre 2,8W e 16W, isso decorre em função da densidade do osso. O gerador possibilita a modificação de uma corrente de baixa frequência (50Hz) numa corrente alternativa periódica de média frequência de 25kHz a 30kHz (pode mesmo atingir o 35kHz). (5)

Abaixo seguem-se alguns modos de funcionamento e as áreas em que estes se adequam:

- O modo baixo na área de endodontia (tratamento dos canais radiculares) e de ortodontia.
- O modo alto, para a limpeza e alisamento de bordos ósseos.
- O modo *boosted*, aplicado em cirurgia oral e maxilo-facial para osteoplastia e osteotomia. (5)(9)

Por exemplo, estão disponíveis 10 programas na unidade Surgysonic II[®] em que cada um possui uma função específica, para cada área da medicina dentária, como a cirurgia e a endodontia, para além da função geral.



Figura 2: Aparelho de piezocirurgia de 3ª geração em 2009 de Mectron Dental. (Agarwal E, Masamatti SS, Kumar A. Escalating role of piezosurgery in dental therapeutics. J Clin Diagnostic Res. 2014;8)

5.3.2 Sistema de irrigação:

É essencial uma boa irrigação para preservar o osso e não sobreaquecer o mesmo. Este sistema deixa o local cirúrgico a uma temperatura baixa e com uma grande visibilidade. Tem que haver um fluxo contínuo, o “spray” de refrigeração salino tem que estar a 4°C, de modo a acentuar a diminuição da temperatura.

O caudal de irrigação deve ser selecionado previamente para qualquer procedimento (caudal ajustável entre 0 e 150 ml/min). Contudo, para os procedimentos de corte de camadas de osso demasiado profundas, como o de osteotomia profunda, é preferível utilizar um cinzel para auxiliar, pois o arrefecimento pode não ser suficiente e uma pressão elevada iria reduzir a velocidade de corte.(9)

5.3.3 Peça de mão:

As micro vibrações provêm da peça de mão no sistema piezoelétrico. Esta peça usa o princípio da piezoelectricidade inversa. Na peça de mão, as pastilhas de cerâmica vão fazer com que haja um efeito de compressão e dilatação. Estas deformações geram micro vibrações que serão amplificadas e propagadas ao longo do eixo da peça de mão até à sua ponta. Existe na extremidade posterior da peça de mão uma contra massa que amortece as micro vibrações e otimiza a eficiência eletromecânica. (19)

Na aplicação, a peça manual não deve ser utilizada com grande pressão, já que em demasia tem um efeito negativo no corte. Quando há uma paragem do movimento da ponta, há uma geração de calor, em que é necessário suspender o corte para não ter lesões no osso. Ao contrário das brocas tradicionais, uma unidade de piezocirurgia necessitam uma boa destreza e uma nova maneira de abordagem sobre os atos de osteotomia e osteoplastia. (9)

5.3.4 Tipos de ponta do dispositivo piezocirúrgico:

Existem diversos tipos de pontas, em diferentes formas e revestimentos, e cada uma com propriedades diferentes. São todas confeccionadas com aço medicinal, uma liga que pode, dependendo do fabricante, ser revestida com nitrato de titânio (aspeto dourado). (8) (15) Para corresponder a todas as situações clínicas, a seleção da ponta é feita conforme a área cirúrgica e as diferentes angulações. (20)

O desenho da ponta tem influência sobre a sua função e movimento. De facto, a existência de várias pontas permite aos cirurgiões ter uma grande variedade de escolha, de modo, a corresponder às suas exigências. (17)

As pontas possuem um intervalo de vibrações na vertical de 20 a 60 micrómetros e de 60 a 200 micrómetros na horizontal. (15)

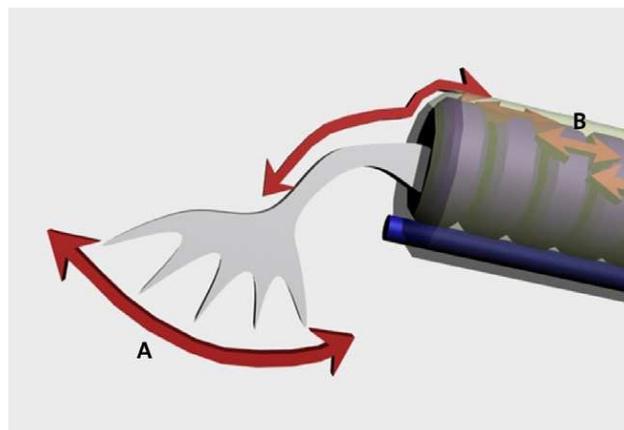


Figura 3: (A) Efeito de corte por micro vibrações. (B) Pastilhas cerâmicas que vibram a uma frequência média para produzir os micro movimentos. (Peivandi A, Bugnet R, Debize E, Gleizal A, Dohan DM. Piezoelectric osteotomy: applications in periodontal and implant surgery TT - L'ostéotomie piézoélectrique: applications en chirurgie parodontale et implantaire. Rev Stomatol Chir Maxillofac. 2007;108)

Existem 3 grandes conjuntos de pontas:

⇒ As pontas cortantes

Utilizados em casos de osteoplastias e osteotomias com inserções OP e OT respectivamente. Possibilitam o corte pelos seus picos afiados, o que leva a uma abrasão acentuada. A melhor configuração para este tipo de ponta é regulada por uma frequência de 29kHz com uma modulação a 50kHz cada 10 nanossegundos.

⇒ As pontas diamantadas

Ideais para produzir um corte mais delicado, num caso de uma osteoplastia ou osteotomia de um osso fino.

⇒ As pontas não cortantes

Com intenção de desprender o tecido mole do tecido duro. Possuem uma forma de cureta, o que possibilita o desbridamento do tecido granular e a eliminação da membrana sinusal sem danificar o tecido ósseo adjacente. Como os cortantes, a frequência é regulada dentro 29kHz e 50kHz, mas somente cada 30 nanossegundos. Para limitar o aquecimento durante a utilização, deve ser sempre aplicada uma taxa de irrigação superior a 30ml/min.

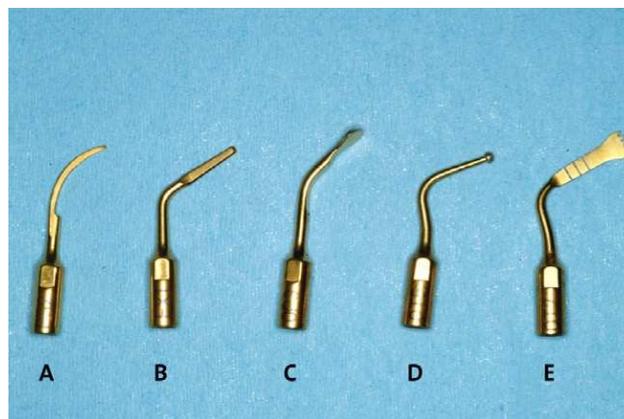


Figura 4: (A) Ponta de destartarização. (B) Ponta para avulsões dentarias. (C) Para curetagem de bolsas císticas. (D) Para osteotomia fina. (E) Para osteotomia extensa de tecido duro espesso. (Mantovani E, Arduino PG, Schierano G, Ferrero L, Gallesio G, Mozzati M, et al. A split-mouth randomized clinical trial to evaluate the performance of Piezosurgery compared with traditional technique in lower wisdom tooth removal. J Oral Maxillofac Surg. 2014;72)

As pontas de inserção têm duas cores diferentes para a codificação, ouro e aço.

As pontas de ouro são utilizadas no tratamento ósseo, são obtidas através da aplicação de um revestimento de nitrato de titânio que melhora a dureza da

superfície, aumentando assim, a vida útil da ponta. Nas situações em que é necessário a realização de cirurgias em tecidos moles ou em estruturas delicadas, tais como raízes de dentes, devem ser utilizadas pontas de aço. (17)

Numa destartarização clássica, a frequência adequada é de 29kHz, mas sem modulação. (16)

Continuam a ser desenvolvidas novas pontas que se parecem aos seus homólogos rotativos, ou com vibrações longitudinais, para proporcionarem uma precisão e um corte maior, e conseqüentemente menos lesões. (17)

Com a existência de um equipamento mais sofisticado, a tecnologia dos ultrassons já pode ser usada em cirurgias complexas. Portanto, o bisturi ultrassônico foi alvo de experiências várias vezes em cirurgias craniofaciais, como a ortognática, ortofacial, rinoplastia, colheita de osso parietal, distração óssea ou trepanação craniana em neurocirurgia. (10)

5.4 Contribuição da piezocirurgia em avulsões complexas:

Tradicionalmente, para as avulsões dentárias, são escolhidos instrumentos manuais ou rotativos, tendo como desvantagem a possibilidade de lesionar estruturas anatómicas vizinhas e induzir perda óssea.

A piezocirurgia é uma alternativa viável a estas técnicas de extração convencionais, trazendo imensos benefícios. (5)(14)

5.4.1 Qualidade de corte:

Os dispositivos de piezocirurgia permitem incisões micrométricas de precisão graças às micro vibrações. Estas vibrações variam de 20 micrómetros a 200 micrómetros e apesar do facto de serem menores comparativamente aos instrumentos rotativos, possuem uma maior precisão. (4)(5)



Figura 5: Osteotomia realizada por broca óssea. As macro-vibrações limitam o controle do procedimento. Corte menos limpo e preciso. (Agarwal E, Masamatti SS, Kumar A. Escalating role of piezosurgery in dental therapeutics. J Clin Diagnostic Res. 2014;8)



Figura 6: Osteotomia realizada por serra óssea. Controle cirúrgico limitado. Trauma nos tecidos adjacentes. . (Agarwal E, Masamatti SS, Kumar A. Escalating role of piezosurgery in dental therapeutics. J Clin Diagnostic Res. 2014;8)

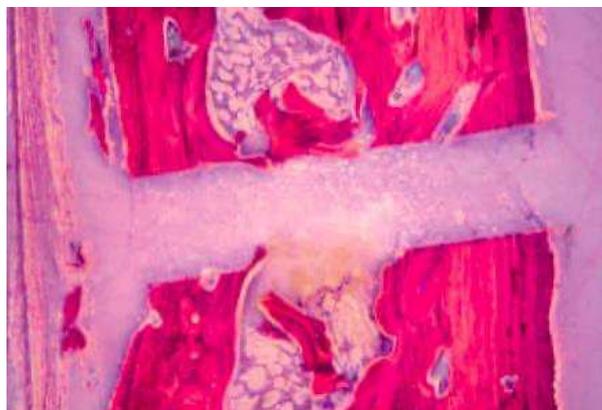


Figura 7: Osteotomia realizada por piezocirurgia. As micro vibrações permitem um corte preciso, com trauma e complicações reduzidos nos tecidos adjacentes. . (Agarwal E, Masamatti SS, Kumar A. Escalating role of piezosurgery in dental therapeutics. J Clin Diagnostic Res. 2014;8)

Uma incisão piezoelétrica depende do grau de mineralização óssea. Quanto mais mineralizado for o osso, menor será a eficácia de corte. A percentagem de mineralização óssea é utilizada para determinar a frequência ideal de vibração a ser definida no gerador. No caso de o osso ser pouco mineralizado é utilizada uma frequência baixa, mas pelo contrário, é aplicada uma frequência alta, se o osso for muito denso. (6)

Além disto, a pouca espessura das pontas utilizadas contribui para a precisão do procedimento e pode facilitar as intervenções em áreas de difícil acesso, especialmente quando a área a intervir é próxima de elementos anatómicos vizinhos e dentes adjacentes. (15)

De acordo com os diferentes estudos, deve ser aplicada uma ligeira pressão da ponta sobre o osso, entre 100-150g, a pressão excessiva leva a uma redução das oscilações, e conseqüentemente, a uma redução da capacidade de corte piezoelétrico. (6) (17)
A precisão da piezocirurgia influencia a qualidade do corte. (1)

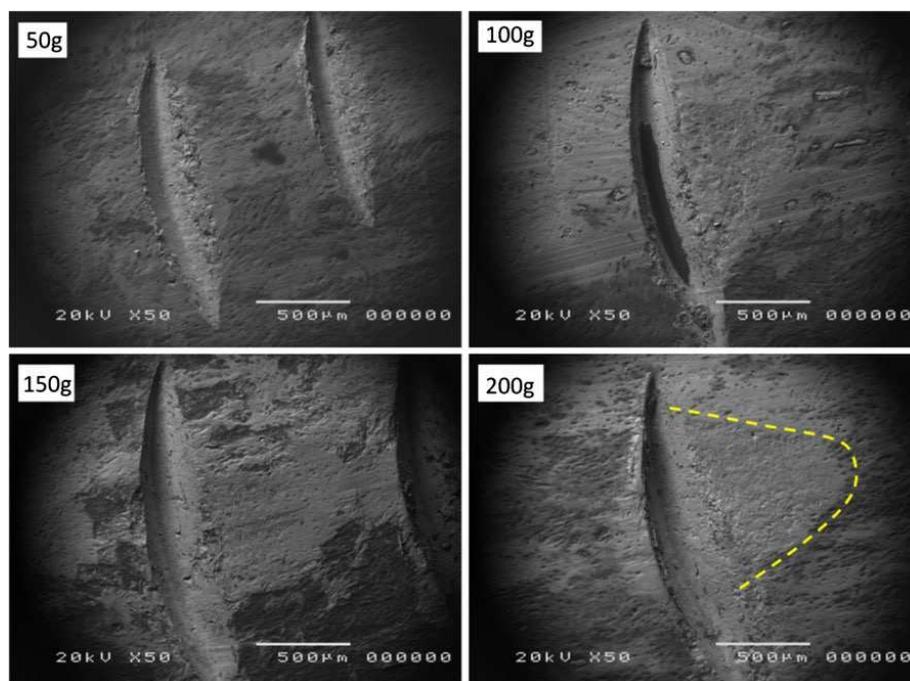


Figura 8: Imagens SEM para cargas de contacto de 50 a 200 g. Para 200 g, as linhas pontilhadas indicam o defeito produzido durante a fase inicial de contacto de corte. (Claire S, Lea SC, Walmsley AD. Characterisation of bone following ultrasonic cutting. Clin Oral Investig. 2013;17(3):905–12)

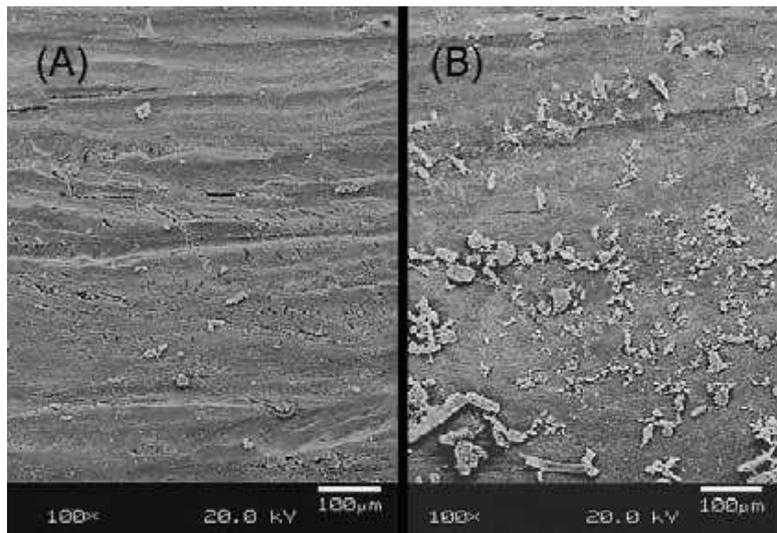


Figura 9: Micrografias eletrônicas de superfícies ósseas após osteotomia: (A) Corte piezocirúrgico. (B) Corte convencional com broca convencional. (Claire S, Lea SC, Walmsley AD. Characterisation of bone following ultrasonic cutting. Clin Oral Investig. 2013;17(3):905–12)

5.4.2 Preservação do osso:

Durante uma avulsão complexa, a piezocirurgia, é a menos agressiva para o tecido ósseo, originando uma resposta melhor a nível ósseo e histológico comparativamente às brocas rotativas tradicionais. (22) A precisão do corte devido à pouca espessura das pontas, permite uma penetração menos invasiva no tecido duro.

No caso de uma temperatura que atinja mais de 47°C durante mais que 1 min, haverá uma elevada probabilidade de necrose óssea.(23) Com o estudo de Reside *et al.* (2015), foi possível perceber que, mesmo se a temperatura do osso aumentasse, devido à instrumentação piezoelétrica, esta não se aproximava de valores capazes de originar necrose. Isto é possível, devido à irrigação com uma solução salina refrigerada no local da cirurgia. (2)(24)

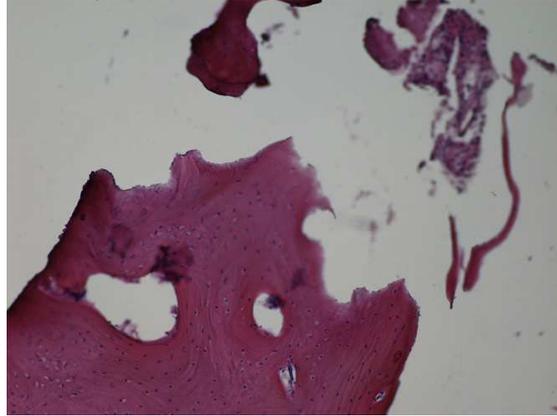


Figura 10: Análise morfológica de amostras ósseas. A amostra óssea colhida mostrou linhas irregulares de osteotomia com evidência de osteonecrose por calor ósseo. (Rullo R, Addabbo F, Papaccio G, D'Aquino R, Festa VM. Piezoelectric device vs. conventional rotative instruments in impacted third molar surgery: Relationships between surgical difficulty and postoperative pain with histological evaluations. J Cranio-Maxillofacial Surg. 2013;41)

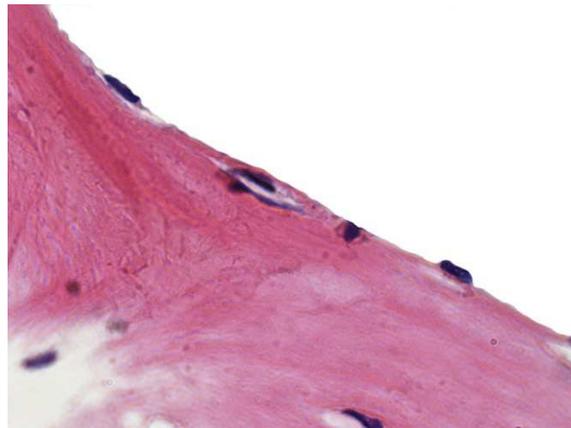


Figura 11: Análise morfológica de amostras ósseas. As amostras de osso colhidas com o dispositivo piezoelétrico mostraram um osso bem organizado e bem vascularizado com uma arquitetura lamelar em torno dos canais de Havers e com osteotomias lineares. (Rullo R, Addabbo F, Papaccio G, D'Aquino R, Festa VM. Piezoelectric device vs. conventional rotative instruments in impacted third molar surgery: Relationships between surgical difficulty and postoperative pain with histological evaluations. J Cranio-Maxillofacial Surg. 2013;41)

Alem do controlo da temperatura, a preservação da estrutura óssea esponjosa pela piezocirurgia contribui para a manutenção da irrigação sanguínea, essencial para a atividade osteogénica. Isto promove o processo de cicatrização de tecido ósseo traumatizado. Adicionalmente, após 40 dias, Rullo *et al.* (2013) evidenciou a presença de nódulos calcificados apenas na amostra da piezocirurgia, o que mostrou

a capacidade deste tipo de cirurgia, para melhorar a cicatrização óssea, obtendo desta forma, uma regeneração óssea bastante rápida. (22)

Para complementar, existem outros fatores biológicos que induzem um processo de regeneração contínuo mais rápido e qualitativamente melhor, promovendo a remodelação óssea (24):

- A variação da expressão genética - A expressão de fatores osteogénicos após instrumentação tradicional requer uma resposta prolongada comparativamente à instrumentação piezoelétrica. A taxa de regeneração tecidual influencia os padrões de expressão genética nos diferentes métodos (piezocirurgia ou com broca óssea convencional). Com a piezocirurgia a expressão de genes pode ocorrer mais cedo. Por outro lado, estes mesmos genes continuam a exprimir-se durante um intervalo de tempo mais longo, se for utilizado um instrumento de alta rotação. (25)
- Uma diminuição da expressão de Hsp70 - Durante e após a extração dentária, o stress oxidativo da síntese proteica Hsp70 tem a capacidade de proteger as células. Esta síntese é proporcional à intensidade do estímulo e do stress causado. Assim, este stress é reduzido com o sistema piezoelétrico, e através da diminuição das proteínas Hsp70, há uma otimização da regeneração celular. (25)

5.4.3 Preservação dos tecidos moles:

Os dispositivos de piezocirurgia apenas podem cortar tecido duro, não afetando o tecido mole circundante. (2)(26)

Esta seletividade explica-se pelas diferentes propriedades dos ultrassons nos tipos de tecidos. A baixa frequência, origina apenas um corte de estruturas mineralizadas. A velocidade de propagação da onda no tecido duro é maior que no tecido mole, portanto, a energia transmitida para o osso pode provocar um efeito de corte. Em contrapartida, no tecido mole a energia é absorvida, não tendo assim, capacidade de corte. (9)(24)

Com isto, a segurança das estruturas vitais subjacentes (nervos, vasos, membranas mucosas...), e principalmente do nervo alveolar inferior (incluindo a avulsão dos dentes mandibulares) é assegurada. Além disso, a redução do trauma, ajuda na cicatrização dos tecidos e à proteção dos tecidos moles adjacentes. Estes são benefícios de uma avulsão segura devido à especificidade da piezocirurgia. Foi realizado por Koszowski *et al.* (2013) um procedimento de autotransplante. Este proporciona, a preservação e conservação das fibras periodontais durante a avulsão do dente transplantado, sendo estas condições necessárias para o sucesso da cirurgia. (27)

Com isto, verifica-se que o sistema piezoelétrico oferece uma linha de osteotomia limpa e precisa, com pouca probabilidade de lesionar os tecidos moles e, para além disto, através de uma irrigação satisfatória o aquecimento do osso é limitado. Contudo, para usar este dispositivo de forma otimizada é necessário possuir um bom conhecimento. (10)

5.4.4 Vantagens para o paciente:

A piezocirurgia permite uma avulsão atraumática, diminuindo os riscos hemorrágicos, protegendo os tecidos e melhorando a cicatrização tecidular. As técnicas tradicionais de extração, podem provocar traumas e o período pós-operatório é caracterizado por dor, edema e muitas vezes, pela impossibilidade da abertura correta da boca. Estes sintomas parecem estar relacionados com a dificuldade da operação ou com o estado do tecido intra-operatório. Mas como já foi verificado por vários autores, a piezocirurgia tem uma recuperação pós-operatória mais rápida e menos traumática. (13)(16)

O estudo realizado por Gao *et al.* (2014) entre Janeiro de 2007 e Janeiro de 2008, com quinze doentes, demonstrou que a dor é mais elevada nos locais de controlo em comparação com os locais em que foi utilizada a piezocirurgia.

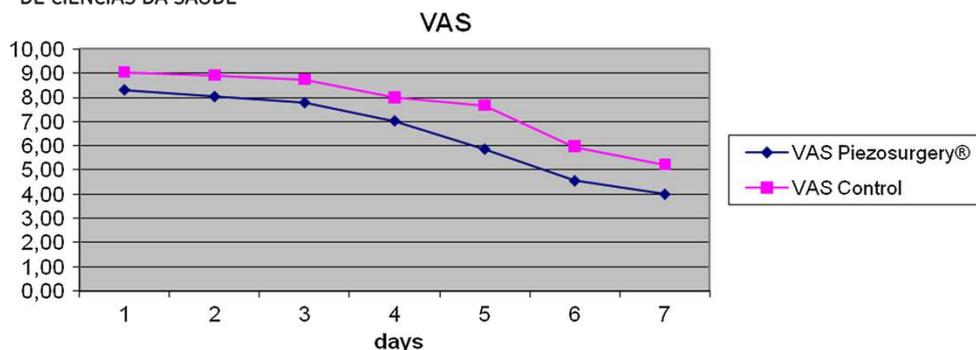


Figura 12: O VAS para a medição da dor em Piezocirurgia e local de controlo. (Mozzati M, Gallesio G, Russo A, Staiti G, Mortellaro C. Third-molar extraction with ultrasound bone surgery: A case-control study. J Craniofac Surg. 2014;25)

Este gráfico mostra a diferença do edema facial entre dois locais durante 7 dias. Depois do acompanhamento, 11 pacientes confirmaram que preferiam a cirurgia de ultrassons (74%), 2 preferiam a cirurgia tradicional (13%), e 2 não tinham preferência (13%).

Além disso, a piezocirurgia devido à baixa amplitude de movimento da ponta (apenas micro vibrações) causa menos vibração e ruído. Fazendo com que o paciente se sinta, portanto, menos ansioso, tornando o procedimento menos desagradável. Este método, permite uma intervenção cirúrgica sem a pressão e tração dos instrumentos tradicionais, incentivando os pacientes à utilização da piezocirurgia nas fases intra e pós-operatórias. (5)(14)

Tabela 2: Comparação da técnica convencional e do dispositivo piezoelétrico

	Técnica convencional (instrumentos rotativos)	Dispositivo piezoelétrico
Qualidade de corte	<ul style="list-style-type: none"> • Rapidez • Macro vibrações • Corte menos fino e menos preciso • Mais pressão exercida pelo medico dentista 	<ul style="list-style-type: none"> • Levemente aumentada se a parede óssea for espessa • Micro vibrações (60-200um) • Corte preciso e mais fino • Menor força aplicada
Risco hemorrágico	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentado • O corte não é seletivo 	<ul style="list-style-type: none"> • Diminuído • Corte seletivo
Visibilidade do campo operatório	<ul style="list-style-type: none"> • Diminuído • Presença detritos ósseos • Não existe um efeito de cavitação 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentado • Efeito de cavitação, eliminação dos detritos ósseos

Risco de sobreaquecimento	<ul style="list-style-type: none"> • Elevação da temperatura por alta velocidade de rotação e pressão do operador • Risco de necrose óssea 	<ul style="list-style-type: none"> • Diminuição do aquecimento do encarte na superfície do osso • Sistema de arrefecimento interno na peça de mão • Fraca pressão exercida pelo operador
Efeito nos tecidos moles	<ul style="list-style-type: none"> • Risco maior de lesão, se houver contacto 	<ul style="list-style-type: none"> • Seletividade de corte • Não existe nenhum risco de lesão
Conforto do paciente	<ul style="list-style-type: none"> • Paciente ansioso e desconfortável com as macro vibrações • Ruído intraoperatório consequente 	<ul style="list-style-type: none"> • Paciente mais relaxado pelas micro vibrações, reduzindo desta forma, o stress psicológico • Diminuição do ruído intraoperatório

6. Conclusão

Durante uma avulsão complexa utilizando técnicas convencionais, podem ocorrer efeitos indesejados, tais como fraturas dentárias ou ósseas, traumas pós-operatórios ou lesões nos tecidos moles.

A piezocirurgia, surgiu para desenvolver o arsenal terapêutico e teve um grande crescimento nos anos 2000, de modo a ultrapassar as limitações dos instrumentos tradicionais. É sem dúvida uma mais-valia na realização de atos mais delicados, e também na execução de extrações de carácter complexo, devido à sua precisão e segurança.

Com o sistema piezoelétrico, é possível fazer cortes ósseos precisos, a partir das micro vibrações de inserção. Assim, um corte seletivo, característico desta tecnologia, é menos invasivo, protegendo nervos, vasos e estruturas adjacentes importantes.

O seu sistema de irrigação contínuo possui várias vantagens, incluindo assepsia e ausência de aquecimento na superfície óssea. Além disso, o fenómeno da cavitação diminui o fluxo sanguíneo no local de extração, promovendo assim uma ótima visibilidade e conforto para o operador.

No que diz respeito ao paciente, a piezocirurgia oferece inúmeras vantagens, como a redução do ruído e do stress psicológico, proporcionando um melhor bem-estar para o paciente durante o procedimento. O acompanhamento pós-operatório é igualmente benéfico pela conservação da estrutura óssea (se houver necessidade de um implante ou de um transplante, por exemplo).

Assim, esta tecnologia, induz um bom controlo, segurança e precisão nas avulsões complexas. Para além disto, a cirurgia piezoelétrica não é apenas indicada para extrações da área da cirurgia oral, mas também para elevações do seio, expansões da crista, corticotomias, remoção de enxertos e também na área da implantologia.

Apesar deste equipamento ser dispendioso, o que pode ser um impedimento para alguns profissionais, a criação de novos e melhores sistemas por vários laboratórios pode originar uma certa competitividade, reduzindo assim, o investimento monetário e, levando desta forma, ao aumento da utilização da piezocirurgia nos consultórios dentários.

7. Referências Bibliográficas

1. Goyal M, Marya K, Jhamb A, Chawla S, Sonoo PR, Singh V, et al. Comparative evaluation of surgical outcome after removal of impacted mandibular third molars using a Piezotome or a conventional handpiece: A prospective study. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2012;50(6):556–61.
2. Cai Y, Sun R, Zhao JH. Flapless boning to increase space by piezosurgery. *Med (United States).* 2018;97(27).
3. Spinato S, Rebaudi A, Bernardello F, Bertoldi C, Zaffe D. Piezosurgical treatment of crestal bone: Quantitative comparison of post-extractive socket outcomes with those of traditional treatment. *Clin Oral Implants Res.* 2016;27(3):361–6.
4. Mantovani E, Arduino PG, Schierano G, Ferrero L, Gallesio G, Mozzati M, et al. A split-mouth randomized clinical trial to evaluate the performance of Piezosurgery compared with traditional technique in lower wisdom tooth removal. *J Oral Maxillofac Surg.* 2014;72(10):1890–7.
5. Rahnama M, Czupkałło Ł, Czajkowski L, Graszka J, Wallner J. The use of piezosurgery as an alternative method of minimally invasive surgery in the authors' experience. *Wideochirurgia I Inne Tech Maloinwazyjne.* 2013;8(4):321–6.
6. Parmar D, Mann M, Walmsley AD, Lea SC. Cutting characteristics of ultrasonic surgical instruments. *Clin Oral Implants Res.* 2011;22(12):1385–90.
7. Stübinger S, Kuttenger J, Filippi A, Sader R, Zeilhofer HF. Intraoral piezosurgery: Preliminary results of a new technique. *J Oral Maxillofac Surg.* 2005;63(9):1283–7.



8. Mozzati M, Gallesio G, Ullio L, Staiti G, Lucchina AG rec., Mortellaro C. Patient-based assessment of tooth extraction with ultrasonic dental surgery. *J Craniofac Surg.* 2014;25(6):2081–3.
9. Pavlíková G, Foltán R, Horká M, Hanzelka T, Borunská H, Šedý J. Piezosurgery in oral and maxillofacial surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2011;40(5):451–7.
10. Peivandi A, Bugnet R, Debize E, Gleizal A, Dohan DM. Piezoelectric osteotomy: applications in periodontal and implant surgery TT - L'ostéotomie piézoélectrique: applications en chirurgie parodontale et implantaire. *Rev Stomatol Chir Maxillofac.* 2007;108(5):431–40.
11. Ge J, Yang C, Zheng JW, He DM, Zheng LY, Hu YK. Four osteotomy methods with piezosurgery to remove complicated mandibular third molars: A retrospective study. *J Oral Maxillofac Surg.* 2014;72(11):2126–33.
12. Dym H, Weiss A. Exodontia: Tips and Techniques for Better Outcomes. *Dent Clin North Am.* 2012;56(1):245–66.
13. Gao Y, Lin Z, Rodella LF, Buffoli B, Wu X, Zhou Y. Piezoelectric ultrasonic bone surgery system in the extraction surgery of supernumerary teeth. *J Cranio-Maxillofacial Surg.* 2014;42(8):1577–82.
14. Piersanti L, Dilorenzo M, Monaco G, Marchetti C. Piezosurgery or conventional rotatory instruments for inferior third molar extractions? *J Oral Maxillofac Surg.* 2014;72(9):1647–52.
15. Degerliyurt K, Akar V, Denizci S, Yucel E. Bone lid technique with piezosurgery to preserve inferior alveolar nerve. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* 2009;108(6):e1–5.
16. Mozzati M, Gallesio G, Russo A, Staiti G, Mortellaro C. Third-molar



CESPU

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

extraction with ultrasound bone surgery: A case-control study. *J Craniofac Surg.* 2014;25(3):856–9.

17. Claire S, Lea SC, Walmsley AD. Characterisation of bone following ultrasonic cutting. *Clin Oral Investig.* 2013;17(3):905–12.
18. Agarwal E, Masamatti SS, Kumar A. Escalating role of piezosurgery in dental therapeutics. *J Clin Diagnostic Res.* 2014;8(10):ZE08-ZE11.
19. Delgado-Ruiz RA, Sacks D, Palermo A, Calvo-Guirado JL, Perez-Albacete C, Romanos GE. Temperature and time variations during osteotomies performed with different piezosurgical devices: an in vitro study. *Clin Oral Implants Res.* 2016;27(9):1137–43.
20. Sukegawa S, Kanno T, Kawakami K, Shibata A, Takahashi Y, Furuki Y. Use of a Piezosurgery Technique to Remove a Deeply Impacted Supernumerary Tooth in the Anterior Maxilla. *Case Rep Dent.* 2015;2015.
21. Eggers G, Klein J, Blank J, Hassfeld S. Piezosurgery®: An ultrasound device for cutting bone and its use and limitations in maxillofacial surgery. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2004;42(5):451–3.
22. Rullo R, Addabbo F, Papaccio G, D'Aquino R, Festa VM. Piezoelectric device vs. conventional rotative instruments in impacted third molar surgery: Relationships between surgical difficulty and postoperative pain with histological evaluations. *J Cranio-Maxillofacial Surg.* 2013;41(2):e33–8.
23. Tepedino M, Romano F, Indolfi M, Aimetti M. Heat Production and Drill Wear Following Osseous Resective Surgery: A Preliminary In Vitro SEM Study Comparing Piezosurgery and Conventional Drilling. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2018;38(3):e33–40.
24. Reside J, Everett E, Padilla R, Arce R, Miguez P, Brodala N, et al. In vivo



CESPU

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

assessment of bone healing following piezotome® ultrasonic

instrumentation. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2015;17(2):384–94.

25. Gülnahar Y, Hüseyin Köşger H, Tutar Y. A comparison of piezosurgery and conventional surgery by heat shock protein 70 expression. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2013;42(4):508–10.
26. Weiss A, Stern A, Dym H. Technological advances in extraction techniques and outpatient oral surgery. *Dent Clin North Am [Internet].* 2011;55(3):501–13.
27. Koszowski R, Morawiec T, Bubiłek-Bogacz A. Use of the Piezosurgery Technique for Cutting Bones in the Autotransplantation of Unerupted Third Molars. *Int J Periodontics Restor Dent.* 2013;33(4):477–81.