



FACULDADE DE  
MEDICINA DENTÁRIA  
UNIVERSIDADE DO PORTO

Dissertação de Revisão Bibliográfica  
Mestrado Integrado em Medicina Dentária da  
Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto

# **A microcirurgia piezoelétrica na Ortodontia**

*Piezoelectric microsurgery in orthodontic practice*

**Catarina Silva Cardoso Lento de Oliveira**

**Porto, 2022**



**Dissertação de Revisão Bibliográfica**

**Mestrado Integrado em Medicina Dentária da Faculdade de Medicina Dentária  
da Universidade do Porto**

# **A microcirurgia piezoelétrica na Ortodontia**

***Piezoelectric surgery in orthodontic practice***

**Autor: Catarina Silva Cardoso Lento de Oliveira**

Estudante do 5ºano do Mestrado Integrado em Medicina Dentária da Faculdade de  
Medicina Dentária da Universidade do Porto

up201100179@up.pt

**Orientador: João Manuel Lopes Alves Braga**

Professor Auxiliar da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto

jbraga@fmd.up.pt

**Coorientadora: Maria Cristina Pinto Coelho Mendonça de Figueiredo Pollmann**

Professora Associada com agregação da Faculdade de Medicina Dentária da  
Universidade do Porto

mpollmann@fmd.up.pt

**Porto, 2022**

## RESUMO

**Introdução:** A microcirurgia piezoelétrica apresenta-se como uma técnica inovadora que promete revolucionar o paradigma ortodôntico e trazer muitos benefícios à prática clínica, podendo diminuir o tempo do tratamento ortodôntico (TO), melhorar o bem-estar dos pacientes durante e após as intervenções cirúrgicas associadas ao TO e evitar ou minimizar complicações como perda óssea marginal, recessão gengival e reabsorção radicular. O presente estudo tem como objetivo comparar as técnicas cirúrgicas convencionais, aplicadas aos tratamentos ortodônticos, e enunciar as vantagens da microcirurgia piezoelétrica para os pacientes e médicos.

**Objetivos:** Comparar técnicas cirúrgicas tradicionais e convencionais para aceleração ortodôntica com a microcirurgia piezoelétrica e confirmar as vantagens da piezocirurgia para pacientes e médicos.

**Materiais e Métodos:** Foi realizada uma pesquisa bibliográfica digital da literatura em bases de dados digitais como a *MEDLINE*, a *B-On*, a *EMBASE* e a *Cochrane Library*, recorrendo ao protocolo PICO para formular a estratégia de pesquisa. Foram incluídos ensaios clínicos randomizados, controlados, séries de casos de TO facilitado por corticotomia piezoelétrica, bem como revisões sistemáticas alusivas ao tema.

**Resultados:** Os 1349 resultados potencialmente relevantes que foram identificados sofreram sucessivas triagens, tendo sido selecionados e incluídos na síntese qualitativa apenas 12 artigos. A qualidade e risco de viés de cada estudo foi avaliada de acordo com parâmetros de revisões sistemáticas prévias, nomeadamente com recurso à ferramenta de colaboração *Cochrane*.

**Discussão:** A corticotomia piezocirúrgica minimamente invasiva foi a mais extensamente abordada nos estudos incluídos, já que é menos traumática, requer apenas anestesia local e permite uma abordagem unilateral. O efeito acelerador do movimento dentário da técnica apenas foi determinado nos 5 artigos em que existia grupo de controlo. As amostras de todos os artigos abrangiam apenas pacientes adultos, o que não é representativo da amostra média de pacientes ortodônticos, constituída maioritariamente por adolescentes. Muito pouca ou nenhuma informação foi dada relativamente às complicações associadas à técnica, mas há concordância,

na generalidade, com as vantagens descritas pelo fabricante do Piezosurgery®, existindo, também, boa aceitação por parte dos profissionais e dos pacientes. Os estudos controlados em seres humanos são escassos e há poucos relatos de casos clínicos isolados, pelo que, apesar de todos os estudos relatarem unanimemente pelo menos um momento de aceleração no movimento dentário ortodôntico, é necessária precaução na avaliação dos resultados e na aplicação da técnica de modo transversal.

**Conclusões:** Há um interesse crescente no uso de corticotomias minimamente invasivas e/ou microperfurações ósseas com recurso a aparelhos piezoelétricos como aceleradores do tratamento ortodôntico, no entanto, as evidências disponíveis sobre a eficácia da técnica para este efeito são limitadas. A piezocirurgia apresenta vantagens por si só, no entanto, ainda apresenta limitações. Os estudos de observação sobre a potencial redução do tempo de TO conferido por esta técnica inovadora devem ser interpretados com precaução, devido às reduzidas amostras, à heterogeneidade dos seus desenhos de estudo e dos curtos períodos de acompanhamento. São necessários mais estudos randomizados e controlados de alta qualidade para avaliar de forma mais segura a potencial aceleração do movimento dentário ortodôntico a fim de viabilizar a implementação desta técnica na prática clínica quotidiana.

**Palavras-chave:** *microcirurgia; piezocirurgia; cirurgia piezoelétrica; instrumentos rotativos; ortodontia acelerada; macrocirurgia; tratamento ortodôntico; corticotomia; ortodontia osteogénica acelerada periodontalmente.*

## **ABSTRACT**

**Introduction:** Piezoelectric microsurgery emerges as an innovative technique that can revolutionize the orthodontic paradigm and bring many benefits to clinical practice, such as accelerating orthodontic treatment, improving the well-being of patients during and after interventions that require the use of orthodontic surgery and avoiding complications like marginal bone loss, gingival recession and root resorption. The present study aims to compare conventional surgical techniques, applied to orthodontic treatments, and to state the advantages of piezoelectric microsurgery for patients and physicians.

**Objetivos:** To compare traditional and conventional surgical techniques for orthodontic acceleration with piezoelectric microsurgery and confirm the advantages of piezosurgery for patients and physicians.

**Materials and Methods:** A literature search was carried out in digital databases such as MEDLINE, B-On, EMBASE and the Cochrane Library, using the PICO protocol to formulate the search strategy. Randomized, controlled clinical trials, case series of orthodontics facilitated by piezoelectric corticotomy as well as systematic reviews alluding to the topic were included.

**Results:** The 1349 potentially relevant results that were identified underwent successive screenings and only 12 articles were selected and included in the qualitative synthesis. The quality and risk of bias of each study were evaluated according to parameters of previous systematic reviews, namely using the Cochrane collaboration tool.

**Discussion:** Minimally invasive piezosurgical corticotomy was more extensively addressed in the selected studies, as it is less traumatic, requires only local anesthesia, and allows unilateral approach. The accelerating effect of the technique was only determined in the 5 articles in which there was a control group. The samples of all articles covered only adult patients, which is not representative of the average sample of orthodontic patients. Very little or no information was given regarding complications associated with the technique, but there is broad agreement with the advantages proclaimed by the Piezosurgery® manufacturer, and there is also good acceptance by professionals and patients. Controlled studies in humans are scarce

and there are few reports of isolated clinical cases, so, although all studies unanimously report at least one moment of acceleration in orthodontic tooth movement, caution is necessary in the evaluation of the results and in the application of the technique as a standard procedure.

**Conclusions:** There is a growing interest in the use of minimally invasive corticotomies or bone microperforations using piezoelectric devices as orthodontic treatment accelerators, however, the available evidence on the effectiveness of the techniques for this purpose is limited. Piezosurgery has advantages on its own, however, it still has limitations that must be improved. Existing observational studies on the reduction in orthodontic treatment time conferred by this innovative technique should be interpreted with caution, due to the small samples, the heterogeneity of their study designs and short follow-up periods. More high quality randomized controlled trials are needed to more safely assess the potential acceleration of orthodontic tooth movement and enable the implementation of this technique in everyday clinical practice.

**Keywords:** *microsurgery; piezosurgery; piezoelectric surgery; rotary instruments; orthodontic treatment; accelerated orthodontics; corticotomy; periodontally accelerated osteogenic orthodontics*

## LISTA DE ABREVIATURAS

AO: Aceleração Ortodôntica;

AOF: Aparelho Ortodôntico Fixo;

BMU: Unidades Básicas Multicelulares;

CdE: Cadeia de Elásticos;

CG: Grupo de Controlo;

EG: Grupo Experimental;

MOP: Microperfurações ósseas;

MTDLD: *Monocortical Tooth Dislocation and Ligament Distraction*;

PAOO: Ortodontia Osteogénica Periodontalmente Acelerada;

PiZCi: Piezocirurgia;

RAP: fenómeno de aceleração regional (*Regional Acceleratory Phenomenon*);

TO: Tratamento Ortodôntico;

# ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| I. Introdução .....                                | 1  |
| <i>Regional Acceleratory Phenomenon</i> .....      | 2  |
| Microcirurgia piezoelétrica .....                  | 3  |
| O aparelho piezoelétrico .....                     | 4  |
| Vantagens da piezocirurgia .....                   | 6  |
| Limitações da piezocirurgia .....                  | 7  |
| Técnica cirúrgica.....                             | 8  |
| Objetivos .....                                    | 10 |
| II. Materiais e Métodos .....                      | 11 |
| Contornos da pesquisa .....                        | 11 |
| Elegibilidade dos artigos .....                    | 12 |
| Extração dos dados .....                           | 13 |
| Avaliação qualitativa e risco de viés .....        | 13 |
| III. Resultados .....                              | 15 |
| Informação recolhida .....                         | 16 |
| IV. Discussão .....                                | 16 |
| Piezocirurgia vs Corticotomias Convencionais ..... | 17 |
| Pontos fortes e limitações do estudo .....         | 18 |
| Recomendações para a prática clínica .....         | 19 |
| V. Conclusões .....                                | 20 |
| VI. Referências.....                               | 21 |
| VII. Anexos.....                                   | 26 |

## ÍNDICE DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela I. Estratégia de pesquisa utilizada.....               | 11 |
| Tabela II. Critérios de elegibilidade .....                   | 12 |
| Tabela III. Risco de Viés .....                               | 14 |
| Tabela IV. Classificação do risco de viés .....               | 14 |
| Tabela V. Dados extraídos dos estudos selecionados.....       | 26 |
| Tabela VI. Piezocirurgia vs corticotomias convencionais ..... | 17 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 -Sistema Piezosurgery® (Mectron). .....                 | 5  |
| Figura 2 -Exemplos de pontas do dispositivo piezoelétrico.....   | 5  |
| Figura 3 - Representação esquemática de MOP e corticotomia ..... | 9  |
| Figura 4 - Fluxograma do processo de seleção dos artigos.....    | 15 |

## INTRODUÇÃO

É comum associar a cirurgia oral a pacientes com vários graus de má oclusão causados por diversos fatores, tais como doença periodontal avançada, migração dentária para áreas edêntulas e movimentação dentária produzida por trauma oclusal, assim como problemas esqueléticos congênitos. (1–3)

Embora muitos pacientes procurem tratamento ortodôntico (TO) por motivos funcionais e/ou estéticos, é comum expressarem preocupações sobre a duração do tratamento e, caso requeiram intervenção cirúrgica, acerca do pós-operatório. (1,2,4–14)

A terapia ortodôntica tradicional permanece o padrão para o tratamento de má oclusão em jovens e adultos, no entanto, os limites biológicos de vária índole, como por exemplo o biótipo esquelético fino, deiscências radiculares ou com discrepância mandibular, limitam o seu âmbito de atuação. Nestes casos, os pacientes tendem a aceitar submeter-se a cirurgia oral para corrigir discrepâncias esqueléticas graves, mas evitam qualquer cirurgia corretiva de más oclusões dentárias esqueléticas *borderline*. (1,4)

A movimentação dentária ortodôntica é baseada em forças intermitentes ou contínuas aplicadas aos dentes, alterando a carga mecânica do sistema e despertando uma resposta celular que leva à compressão do ligamento periodontal e à adaptação/remodelação óssea. Por esta razão, a movimentação ortodôntica é também considerada um “fenômeno periodontal” e a dificuldade em manter a integridade dos tecidos periodontais resulta, muitas vezes, numa longa duração de tratamento. (8,15,16)

Dentro de determinados valores, o aumento das forças ortodônticas não acelera, mas sim prejudica o movimento dentário, já que os tecidos periodontais reagem e as alterações metabólicas e celulares desencadeadas pela ação excessiva das forças, que têm os seus tempos biológicos, podem conduzir a um ambiente tecidular maioritariamente isquêmico e até necrótico e subsequentemente a uma reação inflamatória que leva a danos mais ou menos reversíveis nos tecidos envolvidos, nomeadamente a nível do periodonto, mais frequentemente a nível radicular. Para

superar estas limitações, vários autores propuseram uma simplificação do movimento dentário, incorporando a cirurgia óssea para acelerar o movimento dentário, reduzindo a amplitude desse movimento e, assim, o risco de danos periodontais. (2,7,8,17)

Apesar de eficazes, essas técnicas cirúrgicas, que incluem osteotomia, corticotomia e luxação dentária monocortical com distração do ligamento periodontal (MTDLD), e que combinam mecanismos de metabolismo/cicatrização óssea e cargas ortodônticas, são bastante invasivas por natureza, podendo levar a perda de vitalidade dentária, osteonecrose, reabsorção alveolar, entre outras complicações, não sendo, por isso, de fácil aceitação por parte dos pacientes. (2,7,8,17–19)

Surgiu, então, a necessidade de criar alternativas viáveis às técnicas cirúrgicas convencionais, que viabilizassem a aceleração do movimento dentário, diminuindo os riscos e limitações que se verificavam e que, muitas vezes, impediam qualquer intervenção, por desistência dos pacientes. (1,2,20)

### **Regional Acceleratory Phenomenon – Efeito de Aceleração Regional**

Vários autores descrevem que a aceleração do tratamento ortodôntico se deve ao “efeito de aceleração regional” (RAP), que é caracterizado por uma maior renovação óssea e diminuição do conteúdo mineral, por aumento da atividade celular como resposta a uma perturbação induzida. (15,17,21,22)

O RAP foi descrito pela primeira vez por Henry Frost, que esclareceu que o processo envolve inflamação e renovação celular, remodelação óssea, perfusão vascular, reparação de microdanos e o próprio metabolismo. (16) No que diz respeito à movimentação ortodôntica, o RAP apresenta-se como uma resposta tecidual à perturbação cíclica mecânica, causada pelas forças aplicadas ao complexo dente-periodonto, e que induzem a formação de microdanos. A acumulação destes microdanos por longos períodos deve ser evitada, para que não haja falhas na remodelação óssea; o objetivo é, portanto, que sejam provocados para promover a reestruturação óssea, sendo, depois, removidos (6–9,11,15,16,21)

Novas abordagens em laboratório para acelerar o movimento dentário, com base no processo de RAP, resultaram no desenvolvimento da ortodontia osteogênica

periodontalmente acelerada (PAOO), que se apresenta como uma técnica de corticotomia com modificações, sendo indicada em casos em que se pretende evitar uma cirurgia ortognática e diminuir o tempo do tratamento ortodôntico. (15) Este procedimento não é aplicável a todos os pacientes, devido aos riscos envolvidos, já que requer extensos retalhos vestibulares e gengivais para expor o osso alveolar subjacente, sendo, portanto, altamente invasivo e traumático. (7,9,14,15,21–24)

Todas as técnicas de corticotomia se concentram principalmente no enfraquecimento da cortical óssea. O uso de brocas ou dispositivos piezoelétricos foi relatado com frequência. Apesar de nem sempre serem especificadas as indicações para o uso de um ou outro instrumento, é regularmente relatado que o recurso à piezocirurgia permite a realização segura de corticotomias ao redor da raiz, aumentando a probabilidade de regeneração óssea e melhorando a cicatrização, já que o uso de brocas pode provocar danos dentários, devido à proximidade da raiz, e prejudicar a regeneração óssea, devido ao calor excessivo. (6,22,23,25,26)

### **Microcirurgia Piezoelétrica**

Aliada aos progressos científicos e tecnológicos e à sua aplicação em saúde, também o uso da microscopia operatória tem vindo a ser cada vez mais frequente nos tratamentos em medicina dentária. (27,28)

Por microcirurgia entende-se qualquer procedimento cirúrgico que seja executado através da utilização de um sistema de ampliação, em particular o microscópio (27). Distinta da macrocirurgia, ou cirurgia convencional, a microcirurgia proporciona ao doente, maior precisão e excelência no trabalho cirúrgico (27,28).

A microcirurgia piezoelétrica ou cirurgia piezoelétrica (PiZCi) assenta num sistema de corte de osso através de microvibrações ultrassónicas, sendo mesmo considerada por diversos autores como um dos maiores avanços da medicina dentária do século XXI pelo sucesso e qualidade do trabalho cirúrgico que proporciona (28–31). Foi inventada por Tomaso Vercellotti em 1999, para superar as limitações da instrumentação tradicional em cirurgia óssea oral, modificando e melhorando a tecnologia ultrassónica convencional. Posteriormente, desenvolveu-se, em conjunto com os engenheiros da *Mectron Medical Technology*, o sistema *Piezosurgery®*, apresentado em 2001. (26,29,31)

O sistema baseia-se nos efeitos piezoelétricos, descritos por Jacques e Pierre Curie, no final do século XIX, que estabelecem que certas cerâmicas e cristais se deformam ao serem atingidos por uma corrente elétrica, o que resulta em oscilações de frequência ultrassônica. (20,26,32–34)

Os cristais de hidroxiapatite, presentes nos dentes e ossos, apresentam propriedades piezoelétricas, tanto que esta tecnologia já é comumente empregada em medicina dentária na remoção de cálculos dentários, por exemplo. (31) A sua aplicação na cirurgia oral é mais recente e tem vindo a ser cada vez mais explorada nos últimos 10 anos.

Na prática, a PiZCi recorre a um transdutor ultrassônico, neste caso, o cristal piezoelétrico, que converte um campo elétrico oscilante em microvibrações ultrassônicas, ampliando-as e transferindo-as para as pontas que, ao exercerem leve pressão sobre o tecido ósseo, produzem um fenómeno de cavitação, com um efeito de corte que afeta exclusivamente o tecido mineralizado. (1,26,31,33)

A piezocisão é, portanto, uma abordagem de decorticação alveolar piezoelétrica localizada que combina microincisões e corticotomias minimamente invasivas que são realizadas com recurso a um dispositivo piezoelétrico.(22)

### **O aparelho piezoelétrico**

O dispositivo piezoelétrico atualmente utilizado em Medicina Dentária consiste numa plataforma que converte a corrente elétrica em ondas ultrassônicas, por meio de um transdutor piezoelétrico, ligado a uma peça de mão anexa a bisturis ou pontas de corte (autoclaváveis) de várias formas (revestidas com titânio e/ou diamante, em vários graus de grão), e um pedal que se conecta à unidade principal. (26,31,34) Essa unidade principal, por sua vez, fornece energia, possui suportes para a peça de mão e fluidos de irrigação e contém uma bomba peristáltica para refrigeração com um jato de solução (solução salina 0,9% ou soro fisiológico estéril, mantidos a 4°C) que sai da ponta com um fluxo ajustável de 0—60 ml/min, refrigerando a superfície óssea e removendo os detritos da área de corte. As configurações de modulação de potência e frequência do dispositivo podem ser selecionadas num painel de controlo com *display* digital e teclado de acordo com a tarefa planeada. (26,31,32) Tem uma potência que varia entre os 2,8W—16W (em média, 5W), usa frequências entre os

24,7 a 29,5 kHz que, em modo *boost*, chega aos 30 kHz, e promove um padrão vibratório linear com amplitude entre 60 e 210µm. (20,31,32,35)

A frequência das vibrações, a potência de corte e a quantidade de irrigação podem, portanto, ser ajustadas de acordo com o procedimento a adotar. As pontas de diferente tamanho, forma e material devem também ser selecionadas de acordo com o objetivo a alcançar nas diferentes etapas. (34)

Dada a sua versatilidade, o aparelho é amplamente utilizado em Medicina Dentária para facilitar vários procedimentos. Os primeiros trabalhos descreveram a utilização da serra piezoelétrica em cirurgias pré-protéticas e enxertos sinusais; depois, as técnicas foram-se diversificando para procedimentos como osteotomias, osteoplastias, elevação do seio maxilar, expansão de rebordo alveolar, extração de raízes com anquilose alveolodentária, corticotomias de precisão para movimentação dentária, remoção de depósitos e manchas supra e subgingivais, alongamento de coroa, exodontia de dentes sem trauma associado, colheita de enxertos ósseos, lateralização do nervo alveolar inferior, cirurgias de implantes, entre outros. (20,25,31–33)

Sob o ponto de vista clínico, são oferecidos três diferentes níveis de potência:

- Nível baixo: cirurgia ortodôntica e tratamentos na região apical dos canais; (26)
  - Nível alto: raspagem e alisamento radicular; (26)
  - Nível reforçado (*boost*): cirurgias ósseas, osteotomias e osteoplastias. (26)
- Neste modo, há alternância de vibrações de alta frequência com pausas, o que evita que a ponta tenha impacto significativo no osso, evitando o sobreaquecimento e mantendo o corte ideal. (34)



Figura 1-Sistema Piezosurgery® (Mectron).(40) Figura 2-Exemplos de pontas do dispositivo piezoelétrico. (31)

## Vantagens da piezocirurgia

As indicações para o uso da PiZCi têm vindo a aumentar ao longo dos anos em cirurgia oral e maxilofacial, assim como noutras áreas médicas, como a otorrinolaringologia, neurocirurgia, oftalmologia, traumatologia e ortopedia, graças às inúmeras vantagens que a mesma apresenta, nomeadamente: (29,31,35)

- Precisão micrométrica de corte; (26,27,29,31–33,36)
- Corta apenas tecido mineralizado; (20,26,29,31–33,36)
- Melhor visibilidade/acessibilidade do campo cirúrgico;(26,29,31,36)
- Limpeza do campo operatório e redução do risco de necrose tecidual graças à solução estéril refrigerada, incorporada no aparelho piezoelétrico; (20,36)
- Preservação dos tecidos moles e nervos; (10,26,27,29,31,32,36)
- Diminuição do sangramento durante e após a cirurgia;(10,26,29,31,36)
- Melhor cicatrização; (26,33,36)
- Diminuição de fenómenos inflamatórios indesejáveis, como edema e dor; (10,29,31,36)
- Maior conforto e menos stress para o paciente.(10,26,27,29,31,33,36);

Contrariamente ao que se verifica nos instrumentos cirúrgicos convencionais, os dispositivos piezoelétricos requerem pouca pressão para atuarem devidamente, aliás, quanto mais suave a pressão contra o osso, mais linear será a vibração, o que permite uma maior precisão de corte, que é uma das maiores vantagens a destacar. (31)

## Limitações da piezocirurgia

Apesar das suas vantagens, a PiZCi tem também limitações descritas, tais como:

- É necessária destreza adequada e manuseio suave, sendo a curva de aprendizagem diferente das técnicas convencionais; (26,35)
- O aumento da pressão de trabalho acima de um determinado limite impede as microvibrações, sendo a energia transformada em calor; assim, a maneira mais eficaz de usar instrumentos piezoelétricos é com maior velocidade e menor pressão; (26)
- Aumento do tempo operatório em relação aos instrumentos de corte convencionais; (20,26,35)
- Falta de pontas de comprimento e espessura adequados para osteotomias mais profundas; (26)
- As pontas desgastam-se rapidamente, sendo recomendado troca a cada dez utilizações, em média; (26)
- Menos económicos do que as técnicas convencionais; (26,35)

A PiZCi diminui substancialmente o risco de danos aos tecidos moles, nervos e vasos, no entanto, é necessário manter a vigilância e o cuidado, já que as ondas ultrassónicas possuem energia mecânica que pode ser convertida em calor e afetar os tecidos adjacentes. Por esta razão, a irrigação é essencial, não só pelo efeito de cavitação já descrito, mas também para evitar sobrequecimento e comprometimento dos resultados. Por este mesmo motivo, é também recomendado fazer pausas para arrefecimento do aparelho, sobretudo quando é necessário exercer mais pressão, o que compromete a eficiência da refrigeração. (33)

## Técnica cirúrgica

Espera-se que a “ortodontia cirúrgica” seja beneficiada com a introdução de dispositivos piezoelétricos, pelas vantagens já enumeradas que os mesmos apresentam. Existem várias técnicas cirúrgicas aplicadas em Ortodontia, nomeadamente no que diz respeito à aceleração do movimento dentário ortodôntico, no entanto, aquelas com abordagem mais frequente nos estudos mais recentes são a corticotomia alveolar e as microperfurações ósseas. (14)

A corticotomia alveolar é uma intervenção cirúrgica limitada à porção cortical do osso alveolar, havendo mínima penetração do osso medular. As microperfurações ósseas, por sua vez, são, igualmente, corticotomias, mas de menor dimensão. (31) Estes procedimentos aceleram o TO ao diminuir resistência oferecida pelo osso cortical denso ao movimento ortodôntico tradicional, assim como a reabsorção radicular e os danos ao ligamento periodontal. (11–14)

A piezocirurgia, que consiste em corticotomias pequenas e precisas feitas através de pequenas incisões dos tecidos moles sem necessidade de levantamento de retalhos, sendo mais prontamente aceite tanto pelo paciente quanto pelo médico. (14)

Apesar de os protocolos adotados para corticotomia com auxílio de dispositivo piezoelétrico variar entre autores, existem linhas gerais a considerar:

### 1) Corticotomia alveolar (Figura 3b): (1,4,17,32)

- a) Corticoesteróide (deximetasona ou metiprednisolona) 1h antes e 1h depois do procedimento cirúrgico para controlo de edema, dor e trismo muscular;
- b) Bochecho com clorexidina 0,12% durante cerca de 1 minuto;
- c) Anestesia local;
- d) Incisão gengival acima da papila, com bisturi posicionado a 45° em relação à gengiva vestibular na região alveolar, próxima aos dentes e seguindo a margem do esmalte para evitar retração e reabsorção ósseas;
- e) Corticotomia vertical em Y invertido, a fim de preservar o osso interproximal. A osteotomia ao longo da margem lateral da posição ideal da raiz do dente deve ser a parte mais longa do Y, com a parte apical do Y acima da papila, conforme demonstrado no esquema da Figura 3b. O número e local exatos das osteotomias varia de acordo com a forma e posição dos dentes;

- f) Sutura com fio não reabsorvível;
- g) *Follow-ups* diários na primeira semana e, depois, de duas em duas semanas, nos primeiros 2 meses;

Notas: Aparelho ortodôntico fixo colocado cerca de uma semana antes da cirurgia. Forças ortodônticas e ajustes realizados devem ser realizados pelo menos desde o 1º até ao 7º dia após a cirurgia, sendo normalmente usadas técnicas convencionais para este efeito.

## 2) Microperfurações ósseas (Figura 3a): (37)

- a) Bochecho com clorexidina 0,12% durante cerca de 1 minuto;
- b) Anestesia local;
- c) Microperfurações ósseas, por vestibular, com profundidade de 3-7 mm, em mesial e distal dos dentes a mover, desde a gengiva aderida até 1 mm do ápice radicular. Se necessário, podem ser feitas MOP também por lingual.

Notas: Não é necessária sutura nem *follow-ups* cirúrgicos. À semelhança da corticotomia alveolar, deve ser colocado aparelho ortodôntico fixo cerca de uma semana antes da intervenção. Forças ortodônticas e ajustes devem ser realizados pelo menos desde o 1º até ao 7º dia após as MOP, sendo normalmente usadas técnicas convencionais para este efeito.

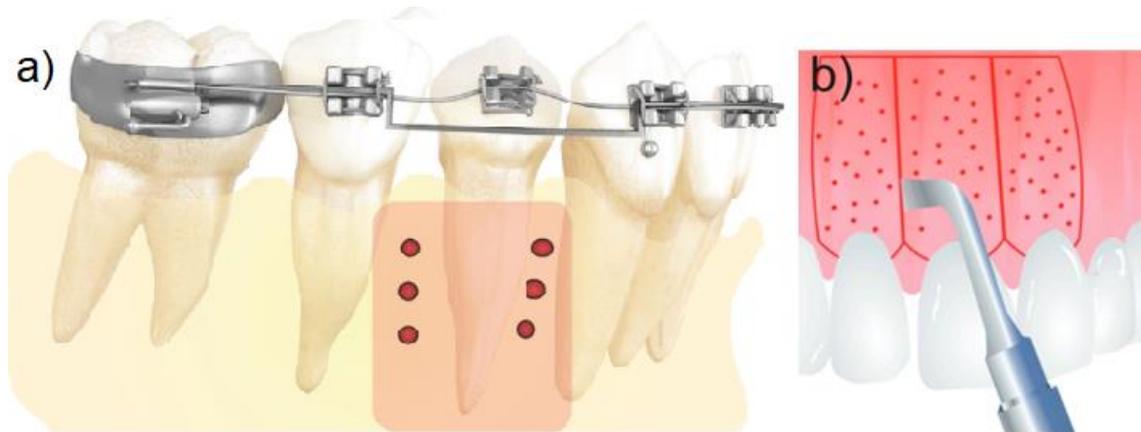


Figura 3 - Representação esquemática de: a) Microperfurações ósseas (37) b) Corticotomia (10)

## OBJETIVOS

A necessidade de maior segurança e precisão nas cirurgias, assim como as expectativas crescentes dos pacientes e a importância em mantê-los motivados e comprometidos ao longo de um tratamento são uma preocupação de todos os profissionais de saúde, já que todos são pontos essenciais para a melhoria e evolução da medicina. Nesse sentido, o aprofundamento do conhecimento, aliado a desenvolvimentos científicos e tecnológicos é essencial.

Na Medicina Dentária, os casos que requerem uma abordagem ortodôntico-cirúrgica levantam preocupações recorrentes relativamente ao pós-operatório, questões estéticas e duração do tratamento. Estes pacientes beneficiariam bastante psicológica, emocional e financeiramente com uma redução do tempo de tratamento, assim como com a implementação de técnicas menos invasivas e traumáticas. (1,4–6,19)

Esta revisão sistemática incide sobre o estudo da microcirurgia piezoelétrica enquanto técnica inovadora, aplicada à Ortodontia, que visa dar resposta a diversas limitações das técnicas cirúrgicas convencionais, e tem como objetivos:

- a) Estudar a microcirurgia piezoelétrica enquanto técnica inovadora nos tratamentos ortodônticos;
- b) Avaliar as vantagens da aplicação da microcirurgia piezoelétrica na Ortodontia;
- c) Comparar a utilização das técnicas cirúrgicas convencionais com a utilização da microcirurgia piezoelétrica segundo a ótica dos pacientes em termos de conforto, bem-estar, dor, ruído, cicatrização, tempo e custos;
- d) Comparar a utilização das técnicas cirúrgicas convencionais com a utilização da microcirurgia piezoelétrica segundo a ótica dos médicos dentistas em termos de dificuldade técnica, eficácia, tempo e custos;
- e) Avaliar se a incorporação de dispositivos piezoelétricos nas técnicas já descritas como aceleradoras do tratamento ortodôntico deve ser amplamente utilizada na prática clínica diária.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O desenho de estudo adotado nesta revisão sistemática teve por base as recomendações PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis*).

### Contornos da Pesquisa

Adotou-se a estratégia de pesquisa representada na Tabela I, a qual teve por base o protocolo PICO (*population, intervention, comparison, outcomes*) para responder às questões:

1. Quais as vantagens do uso da microcirurgia piezoelétrica na Ortodontia para os pacientes e médicos dentistas?
2. A microcirurgia piezoelétrica apresenta-se como uma substituta das técnicas cirúrgicas convencionais?
3. A microcirurgia piezoelétrica apresenta-se como uma solução viável na aceleração do movimento dentário ortodôntico?

Tabela I. Estratégia de pesquisa utilizada.

| Estratégia de pesquisa PICO |   |
|-----------------------------|---|
| <i>P (Population)</i>       | População com necessidade de tratamento ortodôntico sem problemas periodontais ou tratamento ortodôntico prévio.  |
| <i>I (Intervention)</i>     | Utilização da microcirurgia piezoelétrica como técnica para aceleração do tratamento ortodôntico.   |
| <i>C (Comparison)</i>       | Pacientes com tratamento ortodôntico convencional (com ou sem necessidade de extração antes do tratamento) e com intervenção cirúrgica com técnicas exclusivamente convencionais. |
| <i>O (Outcome)</i>          | Avaliação da saúde periodontal após o tratamento, assim como o tempo de tratamento (num todo ou em etapas) e a extensão do movimento dentário num tempo pré-definido.             |

De modo a alcançar os objetivos propostos, foi primeiramente realizada uma pesquisa bibliográfica da literatura disponível até ao dia 17 de abril de 2022, com o objetivo de oferecer fundamentação e sustentação teórica à presente investigação. Para tal, foi mobilizado o método de pesquisa digital com recurso à pesquisa em bases de dados digitais como a *MEDLINE* (através da *PubMed*), a *B-On*, a *EMBASE* e a *Cochrane Library*, utilizando as seguintes palavras-chave: *orthodontic tooth treatment; piezosurgery; piezoelectric surgery; rotary instruments; accelerated orthodontics; corticotomy; periodontally accelerated osteogenic orthodontics*.

Uma vez realizada a pesquisa, recorrendo ao *software Mendeley Reference Manager*, foram comparados os resultados gerados pelas bases de dados, tendo como principal objetivo a remoção de artigos duplicados.

## Elegibilidade dos artigos

Os artigos recolhidos foram selecionados para leitura integral de acordo com os critérios de elegibilidade apresentados na Tabela II.

Tabela II. Critérios de elegibilidade

| Critérios de Inclusão   | Critérios de Exclusão  |
|---|--|
| <p>Ensaio clínico controlado e randomizado em humanos sem tratamento ortodôntico prévio ou problemas periodontais;</p> <p>Casos clínicos de ortodontia facilitada com piezocirurgia;</p> <p>Séries de casos de ortodontia facilitada com corticotomia piezoelétrica;</p> <p>Revisões integrativas e sistemáticas alusivas ao tema;</p> <p>Publicação entre os anos 2000 e 2022;</p> | <p>Estudos sobre aceleração do movimento ortodôntico que não envolvessem parcial ou totalmente o uso da microcirurgia piezoelétrica;</p> <p>Estudos em animais;</p> <p>Artigos incompletos;</p> <p>Estudos publicados noutros idiomas que não:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>i. Português;</li> <li>ii. Inglês;</li> <li>iii. Espanhol (castelhano);</li> </ol> |

## **Extração dos dados**

Dispondo dos resultados da pesquisa organizados e sem duplicados, procedeu-se à triagem, sendo os artigos primeiramente selecionados pela leitura do título e do resumo e, numa fase posterior, pela sua leitura integral. Dos estudos que foram incluídos, extraíram-se as seguintes informações relevantes: autores e ano de publicação; país de origem; objetivo do estudo; método cirúrgico; método ortodôntico; método de alocação; tamanho das amostras; idade e género dos participantes; duração do tratamento; redução do tempo total de tratamento (se declarado); incidência de complicações (edema, dor, reabsorção radicular, perda de vitalidade, problemas periodontais), duração média do tratamento; satisfação do paciente/médico.

## **Avaliação Qualitativa e Risco de Viés**

A estratégia adotada para avaliar a qualidade de cada artigo incluído teve por base um método que tem sido descrito em revisões sistemáticas anteriores, tendo-se recorrido à ferramenta de colaboração *Cochrane* para avaliar a qualidade metodológica dos artigos e o risco de viés associado. (6,8–10,18) Esta ferramenta para avaliar o risco de viés descreve os seguintes componentes principais: geração de sequência aleatória verdadeira, ocultação de alocação, avaliação cega dos resultados, avaliação seletiva dos resultados, desfechos incompletos, desfechos seletivos e outras fontes de viés.

Na Tabela III, está então indicado o risco de viés para cada estudo incluído: um “+” representa um baixo risco, um “?” representa um risco incerto e um “-” um risco alto. A classificação global do risco de viés de cada artigo foi definida de acordo com o descrito na Tabela IV. Nenhum artigo selecionado está completamente livre de viés.

A forma de apresentação das Tabelas III e IV foram inspiradas noutras revisões sistemáticas. (8,10)

Tabela III. Risco de Viés

|                                     | <b>Geração de sequência aleatória</b> | <b>Ocultação de alocação</b> | <b>Cegamento de participantes e profissionais</b> | <b>Cegamento de avaliadores de desfecho</b> | <b>Desfechos incompletos</b> | <b>Relato de desfecho seletivo</b> | <b>Outras fontes de viés</b> | <b>Risco de Viés</b> |
|-------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|---|---|------------------------------|------------------------------------|------------------------------|----------------------|
| <b>Aksakalli et al. 2016</b>        | -                                     | -                            | -   | +   | -                            | -                                  | -                            | Alto                 |
| <b>Bertossi et al. 2022</b>         | +                                     | -                            | -   | -   | -                            | -                                  | -                            | Alto                 |
| <b>Brugnami et al. 2013</b>         | -                                     | -                            | -   | -   | -                            | -                                  | -                            | Alto                 |
| <b>Charavet et al. 2016</b>         | +                                     | +                            | -   | -   | -                            | -                                  | ?                            | Médio                |
| <b>Hernandez-Alfaro et al. 2012</b> | -                                     | -                            | -   | -   | -                            | -                                  | -                            | Alto                 |
| <b>Jofre et al. 2013</b>            | -                                     | -                            | -   | -   | -                            | -                                  | -                            | Alto                 |
| <b>Keser and Dibart 2011</b>        | -                                     | -                            | -   | -   | -                            | -                                  | -                            | Alto                 |
| <b>Keser and Dibart 2013</b>        | +                                     | -                            | -   | -   | +                            | +                                  | ?                            | Médio                |
| <b>Ma Z et al. 2015</b>             | -                                     | -                            | -   | -   | -                            | -                                  | -                            | Alto                 |
| <b>Rivas et al. 2015</b>            | +                                     | +                            | -   | +   | ?                            | ?                                  | ?                            | Baixo                |
| <b>Uribe et al. 2017 (Mehr)</b>     | -                                     | -                            | -   | -   | -                            | -                                  | -                            | Alto                 |
| <b>Vercellotti et al. 2011</b>      | -                                     | -                            | -   | -   | -                            | -                                  | -                            | Alto                 |

Tabela IV. Classificação do risco de viés

| <b>Risco</b> | <b>Soma “-”</b> |
|--------------|-----------------|
| ALTO         | [5;7]           |
| MÉDIO        | [3;4]           |
| BAIXO        | [0;2]           |

## RESULTADOS

O fluxograma da Figura 3 resume o processo de seleção dos artigos. De um total de 1349 artigos identificados, após remoção de duplicados obtiveram-se 642 artigos para análise através da leitura do título e do resumo. Se a informação não fosse suficiente para descartar um artigo, o mesmo seria incluído na etapa seguinte de seleção pela leitura integral. Excluíram-se então 581 artigos por não cumprirem os critérios de inclusão, restando 61 artigos, que foram triados pela leitura integral. Depois dessa leitura, 49 foram excluídos com base na aplicação dos critérios de inclusão e exclusão definidos. Apenas 12 foram incluídos na síntese qualitativa (revisão sistemática).

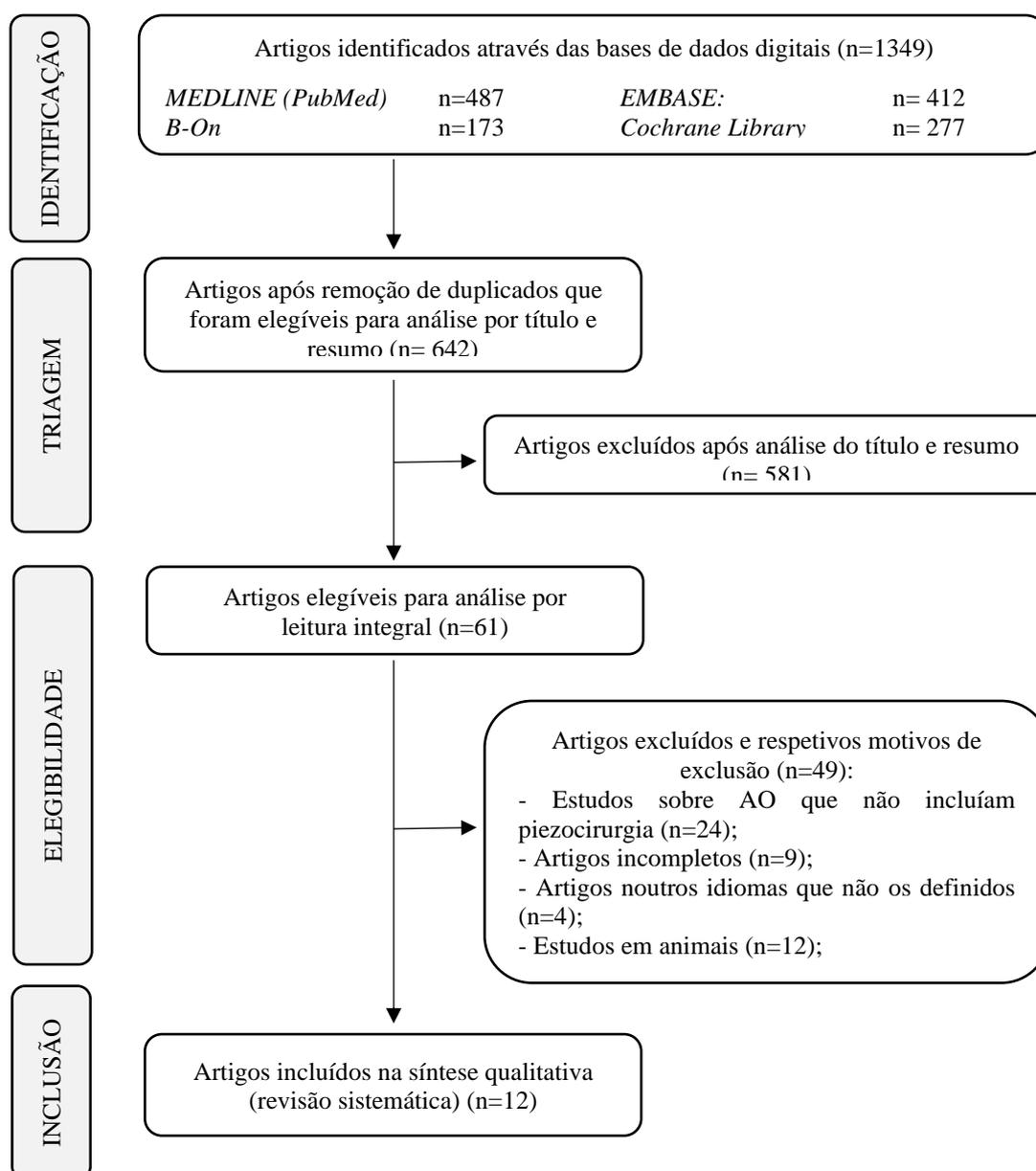


Figura 4- Fluxograma do processo de seleção dos artigos.

## **Informação recolhida**

A Tabela V da secção “Anexos” permite consultar todos os dados considerados relevantes dos casos clínicos e séries de casos que foram extraídos dos artigos incluídos nesta revisão sistemática. Todos foram publicados entre os anos de 2011 e 2022, havendo apenas um artigo de 2022. De um modo geral, o método cirúrgico mais utilizado foi a corticotomia com recurso a piezotomia. Quanto ao método ortodôntico, o aparelho fixo convencional foi o mais usado. À exceção de um artigo, todos tiveram uma pontuação relativamente ao risco de viés compreendida entre o médio e o alto risco, como explanado na Tabela III.

## **DISCUSSÃO**

Esta revisão sistemática pretende avaliar se o uso da PiZCi tem impacto na velocidade de tração ortodôntica e quais as vantagens que apresenta em relação às técnicas cirúrgicas convencionais.

Já existem vários estudos sobre métodos cirúrgicos que podem acelerar o tratamento ortodôntico, mas concentram-se em técnicas mais invasivas, como a corticotomia. A corticotomia, que já se provou eficaz na diminuição do tempo de tratamento ortodôntico, está associada a um trauma substancial dos tecidos moles, já que requer a elevação de um retalho mucoperiósseo e extensa decorticação do processo alveolar, por vestibular e lingual, o que aumenta o desconforto pós-operatório e o risco de complicações. (6,7,18)

A corticotomia piezocirúrgica minimamente invasiva foi mais extensamente abordada nesta revisão, já que é menos traumática, poupando os tecidos moles, vasos e nervos, e é realizada sobretudo sob o efeito de anestesia local, o que contrasta com a corticotomia convencional, que, geralmente, requer anestesia geral. (18) Além disso, esta intervenção permite uma abordagem unilateral, apenas por vestibular. (23)

Apenas 5 dos artigos selecionados determinaram o efeito acelerador da técnica; nos outros estudos, tal não seria possível, dada a inexistência de grupo de controlo. A aceleração do movimento ortodôntico observada rondou os 50%, exceto no estudo de Vercellotti et al. (1) e Ma et al. (38), em que foram relatadas acelerações de 65%-

70% e 88%, respetivamente. Uribe et al. (39), no entanto, reportou que o efeito acelerador desvaneceu ao longo do tempo, tendo-se apenas verificado nas primeiras 4-5 semanas.

### **Piezocirurgia vs Corticotomias convencionais**

Várias comparações e considerações são feitas em relação à PiZCi e às técnicas cirúrgicas convencionais. Na Tabela VI são descritas as principais diferenças entre ambas:

Tabela VI. Piezocirurgia vs corticotomias convencionais

| <b>Piezocirurgia</b>   | <b>Técnicas cirúrgicas convencionais</b>   |
|--|--|
| Anestesia local (1,36)   | Anestesia geral (geralmente) (1,23)  |
| Permite intervenção apenas por vestibular (23)   | Intervenção por lingual e vestibular (23)  |
| Corte micrométrico e seletivo (apenas tecido mineralizado) (20,26,27,29,31–33,36)        | Corte não seletivo (tecido mineralizado e tecidos moles) (1,23,26)   |
| Técnica fácil de aplicar, mas requer treino específico, dado o seu carácter inovador (1) | Requer maior pressão e irrigação externa (20,26)   |
| Melhor visibilidade/acessibilidade do campo cirúrgico (26,29,31,36)                      | Pior visibilidade do campo cirúrgico, que pode levar a utilização “cega” de brocas e cinzeis;(1)   |
| Limpeza do campo operatório e redução do risco de necrose tecidual; (20,36)              | A utilização de brocas/serras promove o aquecimento, o que pode originar osteonecrose, retração/atrofia gengival, perda de vitalidade pulpar, comprometimento vascular dentário e/ou de retalhos, entre outros; (1,26) |
| Preservação dos tecidos moles e nervos; (10,26,27,29,31,32,36)                           | Maior trauma cirúrgico, logo, mais sangramento, mais fenómenos inflamatórios indesejáveis e menos conforto para o paciente (1,23,26,36)  |
| Sangramento reduzido durante e após a cirurgia;(10,26,29,31,36)                          | Cirurgia mais rápida   |
| Melhor cicatrização; (26,33,36)  | Maior diversidade e resistência dos instrumentos disponíveis (36)  |
| Diminuição de fenómenos inflamatórios indesejáveis, como edema e dor; (10,29,31,36)      | As macrovibrações dificultam o controlo manual (20)  |
| Maior conforto e menos para o paciente.(10,26,27,29,31,33,36)                            |  |
| Cirurgia mais longa (36)   |  |
| Pontas mais frágeis, com necessidade de troca frequente (36)                             |  |
| Melhor controlo manual devido às microvibrações utilizadas (20)                          |  |

## **Pontos fortes e limitações do estudo**

A presente revisão sistemática implicou uma pesquisa digital exaustiva da literatura disponível, com base nas diretrizes PRISMA e com os critérios de inclusão e exclusão já descritos, o que garantiu um processo de pesquisa e avaliação padronizado. Além disso, as bases de dados selecionadas representam com acuidade a literatura médica, o que viabilizou uma possível seleção de teses de Mestrado e Doutorado ainda não publicadas em revistas ou jornais científicos.

Ainda assim, há limitações a ter em consideração, nomeadamente o facto de este estudo não ter sido registado previamente numa base de dados como a PROSPERO. Tal seria importante para garantir uma abordagem padronizada da revisão e para tornar os dados acessíveis, mesmo que esta não venha a ser publicada no futuro.

Além disso, o restrito número de estudos disponíveis e incluídos, assim como o tamanho reduzido de amostras, limitam a extrapolação de resultados desta revisão. Da mesma forma, e por outro lado, uma vez que a informação disponível é escassa, o seu tratamento pode ter uma importância vital para o planeamento de novos estudos.

Em todos os estudos que não abordavam apenas um caso clínico foram incluídos pacientes de ambos os sexos, à exceção de um, no entanto, apenas adultos foram abrangidos, o que significa que as amostras não são representativas da população média de pacientes ortodônticos, que é constituída maioritariamente por adolescentes. Seria importante, em investigações futuras, confirmar se os resultados obtidos em adultos se verificam também em crianças e adolescentes.

Qualquer procedimento cirúrgico tem riscos e complicações associadas, pelo que uma avaliação correta e imparcial dos benefícios de uma qualquer técnica implica necessariamente a ponderação desses mesmos efeitos colaterais. Infelizmente, muito pouca ou nenhuma informação foi dada relativamente aos pontos negativos das técnicas nos estudos analisados. Apenas 4 dos 12 estudos incluídos nesta revisão referiram quaisquer complicações, havendo apenas referência a trismo, edema, dor e risco de cicatrizes residuais. Não há quaisquer informações sobre outras complicações previamente associadas a intervenções cirúrgicas do mesmo tipo, mas com técnicas convencionais, como danos periodontais permanentes, reabsorção

radicular, perda óssea ou perda de vitalidade dentária. Não existem também nenhuns dados que suportem o sucesso ou insucesso das intervenções a longo prazo.

Os pacientes incluídos nos estudos controlados foram tratados sobretudo em ambiente académico, por isso, é possível que a gravidade dos casos difira da média dos pacientes encontrados em consultório, assim como o tempo de tratamento estipulado. É, portanto, importante confirmar se os resultados são também transferíveis para a maioria dos pacientes que recorrem a consultórios dentários particulares.

O cegamento dos participantes e profissionais não foi realizado em nenhum estudo, porque seria impossível cegar pacientes e médicos dentistas. Muitas operações simuladas realizadas em ensaios com animais são eticamente reprováveis quando aplicadas a seres humanos, já que não é tecnicamente possível cegar nenhum dos intervenientes caso se avance com uma cirurgia.

Dos artigos selecionados, apenas um continha informações precisas sobre o método de alocação, o que aumenta substancialmente, por si só, o risco de viés associado.

De um modo geral, em todos os artigos foram confirmadas as vantagens do uso do aparelho piezoelétrico na cirurgia (corte seletivo, boa visibilidade do campo cirúrgico, trauma mínimo, etc.), havendo grande aceitação por parte dos profissionais. Num estudo foi referido que complementar a piezocirurgia com técnicas convencionais se pode mostrar, também, vantajoso, para ultrapassar as limitações que a PiZCi ainda apresenta, nomeadamente a nível de pontas disponíveis.

Foi também referido transversalmente que o *feedback* dos pacientes após a cirurgia foi positivo, o que contribui para uma crescente aceitação da técnica no futuro.

## **Recomendações para a prática clínica**

Apesar de todos os artigos estudados relatarem unanimemente pelo menos uma aceleração temporária no tratamento ortodôntico com recurso a corticotomia com um instrumento piezocirúrgico, existem apenas três estudos controlados em humanos e alguns relatos de casos clínicos isolados. Assim, e uma vez que os estudos são clinicamente heterogéneos e a aceleração reportada foi, também, variável, é

recomendável que as evidências apresentadas sejam avaliadas com precaução. Poderão existir casos em que a PiZCi seja indicada, mas ainda não há evidências científicas inequívocas de que deva ser aplicada transversalmente.

## **CONCLUSÕES**

Há um interesse crescente no uso de corticotomias minimamente invasivas ou microperfurações ósseas com recurso a aparelhos piezoelétricos como aceleradores do tratamento ortodôntico, no entanto, as evidências disponíveis sobre a eficácia da técnica para este efeito são limitadas.

A piezocirurgia apresenta vantagens por si só, que se prendem sobretudo com a precisão que viabiliza, com trauma mínimo e diminuída morbidade para o paciente, no entanto, ainda apresenta limitações que devem ser melhoradas.

Os estudos de observação existentes sobre a redução do tempo de tratamento ortodôntico conferido por esta técnica inovadora devem ser interpretados com precaução, devido às reduzidas amostras, à heterogeneidade dos seus desenhos de estudo e curtos períodos de acompanhamento. São necessários mais estudos randomizados e controlados de alta qualidade para avaliar de forma mais segura a potencial aceleração do movimento dentário ortodôntico e viabilizar a implementação desta técnica na prática clínica quotidiana.

## REFERÊNCIAS

1. Bertossi D, Vercellotti T, Podesta A, Nocini PF. Orthodontic microsurgery for rapid dental repositioning in dental malpositions. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery: Official Journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons* [Internet]. 2011;69(3):747–53. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20934794/>
2. Shingade M, Maurya R, Mishra H, Singh H, Agrawal K. Accelerated orthodontics: a paradigm shift. *Indian J Orthod Dentofacial Res.* 2017;3:64–8.
3. Unnam D, Singaraju GS, Mandava P, Reddy G v, Mallineni SK. Accelerated orthodontics—an overview. *J Dent Craniofac Res.* 2018;3(1):4.
4. Bertossi D, Donadello D, Conti G, Carletta LC, Sbarbati A, Corega C, et al. Orthodontics Surgical Assistance (Piezosurgery®): Experimental Evidence According to Clinical Results. *Applied Sciences* [Internet]. 2022 Jan 20 [cited 2022 Apr 13];12(3):1048. Available from: <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/3/1048>
5. Sharma K, Batra P, Sonar S, Srivastava A, Raghavan S. Periodontically accelerated orthodontic tooth movement: A narrative review. *J Indian Soc Periodontol* [Internet]. 2019;23(1):5–11. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6334545/>
6. Gil APS, Haas OL, Méndez-Manjón I, Masiá-Gridilla J, Valls-Ontañón A, Hernández-Alfaro F, et al. Alveolar corticotomies for accelerated orthodontics: A systematic review. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery* [Internet]. 2018;46(3):438–45. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1010518217304626?via%3Dihub>
7. Jofre J, Montenegro J, Arroyo R. Rapid Orthodontics with Flapless Piezoelectric Corticotomies: First Clinical Experiences. *International journal of odontostomatology* [Internet]. 2013 [cited 2022 Apr 13];7:79–85. Available from: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0718-381X2013000100013&lng=en&nrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0718-381X2013000100013&lng=en&nrm=iso)

8. Darwiche F, Khodari E, Aljehani D, Gujar AN, Baeshen HA. Comparison of Effectiveness of Corticotomyassisted Accelerated Orthodontic Treatment and Conventional Orthodontic Treatment: A Systematic Review. *The Journal of Contemporary Dental Practice*. 2020;21(6):701–9.
9. Rekhi U, Catunda RQ, Gibson MP. Surgically accelerated orthodontic techniques and periodontal response: a systematic review. *Eur J Orthod*. 2020;42(6):635–42.
10. MotaRodríguez A, OlmedoHernández O, ArguetaFigueroa L. A systematic analysis of evidence for surgically accelerated orthodontics. *J Clin Exp Dent*. 2019;11(9):e829.
11. Rivas PS, Fernández ST. Accelerated orthodontic treatment in a patient with reduced periodontal tissue. Case report. *Revista Mexicana de Ortodoncia*. 2015 Apr;3(2):e120–7.
12. Keser EI, Dibart S. Piezocision-assisted Invisalign treatment. *Compend Contin Educ Dent*. 2011 Mar;32(2):46–8, 50–1.
13. Keser EI, Dibart S. Sequential piezocision: a novel approach to accelerated orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013 Dec;144(6):879–89.
14. Brugnami F, Caiazzo A, Dibart S. Lingual orthodontics: accelerated realignment of the “social six” with piezocision. *Compend Contin Educ Dent*. 2013 Sep;34(8):608–10.
15. Wilcko MT, Wilcko WM, Pulver JJ, Bissada NF, Bouquot JE. Accelerated osteogenic orthodontics technique: a 1-stage surgically facilitated rapid orthodontic technique with alveolar augmentation. *J Oral Maxillofac Surg* [Internet]. 2009 Oct [cited 2022 May 5];67(10):2149–59. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19761908/>
16. Sohn DS, Ahn MR, Lee WH, Yeo DS, Lim SY. Piezoelectric osteotomy for intraoral harvesting of bone blocks. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* [Internet]. 2007;27(2):127–31. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17514884/>

17. Vercelotti T, Podesta A. Orthodontic Microsurgery: a new surgically guided technique for dental movement. *The international Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*. 2007;
18. Hoffmann S, Papadopoulos N, Visel D, Visel T, JostBrinkmann P, Praeger TM. Influence of piezotomy and osteoperforation of the alveolar process on the rate of orthodontic tooth movement: a systematic review. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*. 2017;78(4):301–11.
19. Hernández-Alfaro F, Guijarro-Martínez R. Endoscopically assisted tunnel approach for minimally invasive corticotomies: a preliminary report. *J Periodontol*. 2012 May;83(5):574–80.
20. Ciceri FV, Cunha Filho JJ da. Estudo comparativo entre os instrumentos rotatórios convencionais e as ferramentas cirúrgicas piezo-elétricas em cirurgia sinusal: uma revisão de literatura. Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2012.
21. Verna C. Regional Acceleratory Phenomenon. In 2016 [cited 2022 Apr 17]. p. 28–35. Available from: <https://www.karger.com/Article/Abstract/351897>
22. Charavet C, Lecloux G, Bruwier A, Rompen E, Maes N, Limme M, et al. Localized Piezoelectric Alveolar Decortication for Orthodontic Treatment in Adults: A Randomized Controlled Trial. *J Dent Res*. 2016 Aug;95(9):1003–9.
23. Aksakalli S, Calik B, Kara B, Ezirganli S. Accelerated tooth movement with piezocision and its periodontal-transversal effects in patients with Class II malocclusion. *Angle Orthod [Internet]*. 2016 Jan [cited 2022 Apr 17];86(1):59–65. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25989211/>
24. Dibart S. Piezocision™: Accelerating orthodontic tooth movement while correcting hard and soft tissue deficiencies. In: *Tooth Movement*. Karger Publishers; 2016. p. 102–8.
25. Seshan H, Konuganti K, Zope S. Piezosurgery in periodontology and oral implantology. *J Indian Soc Periodontol [Internet]*. 2009;13(3):155–6. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2848787/>

26. Firoz Babu P, Polepalle T, Loya M, Mani Deepthi CH, Nayyar AS. Piezosurgery: A Boon to Dentistry [Internet]. 2016 [cited 2022 Apr 13]. Available from: <https://austinpublishinggroup.com/dental-applications/fulltext/jda-v3-id1090.php>
27. Alves Carreira LM. A utilização da microcirurgia no desempenho de excelência nas diferentes especialidades clínicas da Medicina Dentária Moderna. Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz; 2014.
28. Simre SS, K. R. “Evaluation of Conventional Corticotomy With Novel Piezosurgery In Orthodontic Treatment - Study Protocol For A Comparative Study.” *European Journal of Molecular & Clinical Medicine* [Internet]. 2020;7(2):2128–31. Available from: [https://ejmcm.com/article\\_2429.html](https://ejmcm.com/article_2429.html)
29. Bowen Antolín A. Cirugía guiada piezoeléctrica [Internet]. 2012 [cited 2022 Apr 12]. Available from: [https://www.academia.edu/45258659/Cirug%C3%ADa\\_Guiada\\_Piezoel%C3%A9ctrica](https://www.academia.edu/45258659/Cirug%C3%ADa_Guiada_Piezoel%C3%A9ctrica)
30. Vercellotti T. Piezoelectric Surgery in Implantology: A Case Report - A New Piezoelectric Ridge Expansion Technique. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2000 Apr;20:358–65.
31. Consolaro MFMO, Sant’ Ana E, Moura Neto G. Cirurgia piezelétrica ou piezocirurgia em Odontologia: o sonho de todo cirurgião... *Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial* [Internet]. 2007;12:17–20. Available from: <https://www.scielo.br/j/dpress/a/wZLCTvQh3GwTS7DkHYMNFGS/?lang=pt>
32. Eggers G, Klein J, Blank J, Hassfeld S. Piezosurgery®: an ultrasound device for cutting bone and its use and limitations in maxillofacial surgery. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* [Internet]. 2004;42(5):451–3. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0266435604000919?via%3Dihub>
33. Mansur R, Łukasz C, Jan W. The use of piezosurgery as an alternative method of minimally invasive surgery in the author’s experience. 2013;

34. Pavlíková G, Foltán R, Horká M, Hanzelka T, Borunská H, Šedý J. Piezosurgery in oral and maxillofacial surgery. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2011;40(5):451–7.
35. Schlee M, Steigmann M, Bratu E, Garg AK. Piezosurgery: Basics and Possibilities. *Implant Dentistry*. 2006;15(4):334–40.
36. Marques DC, Pinto VGG, Vian RL de A, Manzini R, Irrazabal LA, P.J. de LBB, et al. Major Approaches on the Piezoelectric Device, Drills and Saws to Orthognathic Surgery: A Systematic Review. *Health N Hav*. 2019;11(06):783–91.
37. Sangsuwon C, Alansari S, Nervina J, Teixeira CC, Alikhani M. Micro-osteoperforations in accelerated orthodontics. *Clinical Dentistry Reviewed*. 2018 Nov 6;2(1):4.
38. Ma Z, Xu G, Yang C, Xie Q, Shen Y, Zhang S. Efficacy of the technique of piezoelectric corticotomy for orthodontic traction of impacted mandibular third molars. *Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery* [Internet]. 2015 [cited 2022 Apr 19]; Available from: [https://www.bjoms.com/article/S0266-4356\(15\)00003-0/fulltext](https://www.bjoms.com/article/S0266-4356(15)00003-0/fulltext)
39. Uribe F, Davoody L, Mehr R, Jayaratne YSN, Almas K, Sobue T, et al. Efficiency of piezotome-corticision assisted orthodontics in alleviating mandibular anterior crowding-a randomized clinical trial. *Eur J Orthod*. 2017 Nov 30;39(6):595–600.
40. Robiony M, Polini F, Costa F, Vercellotti T, Politi M. Piezoelectric bone cutting in multipiece maxillary osteotomies. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery: Official Journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons* [Internet]. 2004;62(6):759–61. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15170295/>

## ANEXOS

Tabela V. Dados extraídos dos estudos selecionados.

| Estudo                       | Método cirúrgico                                 | Método ortodôntico                               | Diagnóstico  | Método de avaliação                      | Resultados                                      | Tamanho da amostra                     |
|------------------------------|--|--|--|--|---|--|
| <i>Aksakalli et al. 2016</i> | Corticotomia com piezótomo + exodontia dos 1ºPMS | AOF <i>multibracket</i> + CdE (força de ~150 cN) | Classe II, divisão 1                                       | Modelos de gesso pré e pós distalização  | Diastemas fechados                              | 10, com <i>design</i> de boca dividida |
| <i>Bertossi et al. 2022</i>  | Corticotomia com piezótomo                       | AOF <i>multibracket</i>                          | Classe II e Classe III                                     | Avaliação clínica e radiográfica         | Pouco claros                                    | 10                                     |
| <i>Brugnami et al. 2013</i>  | Corticotomia e decorticação com piezótomo        | AOF por lingual + desgastes interproximais       | Apinhamento anterior na maxila                             | Avaliação clínica                        | Resolução do apinhamento                        | 1                                      |
| <i>Charavet et al. 2016</i>  | Corticotomia e decorticação com piezótomo        | AOF <i>multibracket</i>                          | Apinhamento anterior maxilar e mandibular                  | Modelos de estudo com calibrador digital | Resolução do apinhamento                        | 24                                     |
| Hernandez-Alfaro et al. 2012 | Corticotomia endoscópica com piezótomo           | AOF <i>multibracket</i>                          | Mordida profunda, aberta, cruzada e apinhamento            | Avaliação clínica e radiográfica         | Pouco claros                                    | 9                                      |
| <i>Jofre et al. 2013</i>     | Corticotomia com piezótomo                       | AOF <i>multibracket</i>                          | 2x classe II, 1x mordida aberta e apinhamento              | Avaliação clínica e radiográfica         | Pouco claros                                    | 3                                      |
| <i>Keser and Dibart 2011</i> | Corticotomia com piezótomo                       | <i>Invisalign</i> ® + desgastes interproximais   | Apinhamento anterior mandibular e rotação dos caninos sup. | Avaliação clínica                        | Resolução do apinhamento e alinhamento dentário | 1                                      |

|                         |  |  |   |  |  |                                       |
|-------------------------|--|--|---|--|--|---------------------------------------|
| Keser and Dibart 2013   | Decorticação alveolar com piezótomo    | AOF <i>multibracket</i> + desgastes interproximais | Classe III, mordida cruzada   | Avaliação clínica e radiográfica                       | Classe I canina e molar, resolução do apinhamento, <i>overjet/overbite</i> ideais. | 1                                     |
| Ma Z et al. 2015        | Corticotomia com piezótomo             | AOF <i>multibracket</i> + cantilever               | 3 <sup>os</sup> molares mandibulares impactados   | Avaliação clínica e radiográfica                       | Extrusão dos 3 <sup>os</sup> molares mandibulares.                                 | 30 (15 experimentais; 15 de controlo) |
| Rivas et al. 2015       | Corticotomia com bisturi piezoelétrico | AOF <i>multibracket</i>                            | Classe II canina e molar, diastemas, protrusão e proinclinação dos incisivos sup.   | Avaliação clínica, radiográfica e em modelos de gesso. | Alinhamento dentário, com função e oclusão restabelecidas.                         | 1                                     |
| Uribe et al. 2017       | Corticotomia com piezótomo             | AOF <i>multibracket</i>                            | Apinhamento anterior mandibular   | Modelos de gesso pré e pós distalização                | Resolução do apinhamento anterior.   | 13 (7 experimentais; 6 de controlo)   |
| Vercellotti et al. 2011 | Corticotomia com piezótomo             | AOF <i>multibracket</i>                            | Anquilose (grupo A) + hipoplasia maxilar e redução do diâmetro transversal da maxila (grupo B - pacientes pré cirurgia ortognática) | Avaliação clínica e radiográfica.                      | Sucesso no reposicionamento em ambos os grupos                                     | 10                                    |

Tabela V. Dados extraídos dos estudos selecionados (continuação)

| Estudo                       | Design   | Sexo/Idade dos pacientes                  | Duração                            | Nível de evidência científica | Complicações                  | Aceleração                                     | Método de alocação/recrutamento usado |
|------------------------------|--|---|------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--|---------------------------------------|
| <i>Aksakalli et al. 2016</i> | Ensaio clínico monocêntrico, quadrante experimental selecionado aleatoriamente | 4♂ e 6♀ /16.3±2.4 anos                    | 3.54±0.81 vs 5.59±0.94 meses       | B                             | Nenhuma reportada             | ~1.56 (em média)                               | Pouco claro                           |
| <i>Bertossi et al. 2022</i>  | Série de casos (10)  | Sexo não definido/18-30 anos              | Não especificada                   | C                             | Nenhuma reportada             | Não especificada                               | Pouco claro                           |
| <i>Brugnami et al. 2013</i>  | Caso clínico   | ♀/21 anos                                 | 30 dias                            | C                             | Nenhuma reportada             | Não especificada                               | Pouco claro                           |
| <i>Charavet et al. 2016</i>  | Ensaio clínico randomizado controlado  | 9♂ e 15♀/30±8 anos                        | ~548 vs ~315 dias, respectivamente | B                             | Risco de cicatrizes residuais | Tratamento 43% mais longo no grupo de controlo | Pouco claro                           |
| Hernandez-Alfaro et al. 2012 | Série de casos (9)   | 4♂ e 5♀/22 aos 46 anos (média de 37 anos) | 12 meses                           | C                             | Nenhuma reportada             | Não especificada                               | Pouco claro                           |

|                              |                                       |  |                                       |   |  |  |                       |
|------------------------------|---------------------------------------|--|---------------------------------------|---|--|--|-----------------------|
| <i>Jofre et al. 2013</i>     | Série de casos (3)                    | Sexo não definido/16-37 anos                                   | 1.5-8 meses                           | C | Ligeiro edema nos primeiros dias de pós-operatório                   | Não especificada   | Pouco claro           |
| <i>Keser and Dibart 2011</i> | Caso clínico                          | ♀/28 anos  | 18 semanas.                           | C | Nenhuma reportada  | Não especificada   | Pouco claro           |
| <i>Keser and Dibart 2013</i> | Caso clínico                          | ♀/25 anos  | 8 meses                               | C | Nenhuma reportada  | Não especificada   | Pouco claro           |
| <i>Ma Z et al. 2015</i>      | Ensaio clínico randomizado controlado | EG: 6♂ e 9♀/média de 27 anos); CG: 5♂ e 10♀/média de 24 anos); | Média de 4.00 (EG) vs 7.53 (CG) meses | B | Trismo, edema e dor semelhantes em ambos os grupos no pós-operatório | TO, em média, 88% mais rápido no EG do que no CG.                          | Pouco claro           |
| <i>Rivas et al. 2015</i>     | Caso clínico                          | ♀/41 anos  | 3 anos e 5 meses                      | C | Nenhuma reportada  | Não especificada   | Pouco claro           |
| <i>Uribe et al. 2017</i>     | Ensaio clínico randomizado controlado | 5♂ e 8♀/média de 29 anos)                                      | ~118.4 e ~98.5 dias                   | B | Nenhuma reportada  | AO de 1.6 nas primeiras 4-5 semanas. Ao longo de todo o tratamento, não se | Randomização em bloco |

|                         |                     |                                |  |   |   |   |             |
|-------------------------|---------------------|--------------------------------|--|---|---|---|-------------|
|                         |                     |                                |  |   |   | verificou AO em relação ao CG.                                      |             |
| Vercellotti et al. 2011 | Série de casos (10) | 2♂ e 8♀/Idade não especificada | Média de 20 dias (grupo A) e de 100 dias (grupo B) | C | Ligeiro edema nos primeiros dias de pós-operatório e dor ao mastigar por 15 dias. | Média de diminuição de tempo de TO de 70% (grupo A) e 65% (grupo B) | Pouco claro |