



**CESPU**

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO  
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

# Efeito dos estímulos vibratórios complementares na aceleração do movimento dentário ortodôntico.

Revisão sistemática.

Tiago Miguel Pinto Faria

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

Gandra, 27 de setembro de 2021



**CESPU**

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO  
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

**Tiago Miguel Pinto Faria**

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

**Efeito dos estímulos vibratórios complementares na  
aceleração do movimento dentário ortodôntico.**

**Revisão Sistemática.**

Trabalho realizado sob a Orientação de Mestre Selma Pascoal

## 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.



**CESPU**  
INSTITUTO UNIVERSITÁRIO  
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

## Agradecimentos

Gostaria de agradecer aos meus pais, Miguel e Emília, por sempre me apoiarem, por serem as duas pessoas no mundo que sempre quiseram e sempre irão querer o meu bem e o meu sucesso, e por me terem dado a oportunidade de frequentar este curso e esta instituição.

Quero agradecer também aos meus amigos e aos meus colegas de curso por todos os bons momentos, e por toda a ajuda ao longo desta caminhada.

Por fim gostaria de agradecer à minha orientadora, a Mestre Selma Pascoal, por toda a atenção, ajuda e orientação, e sem a qual este trabalho não teria sido possível.



**CESPU**  
INSTITUTO UNIVERSITÁRIO  
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

## Resumo

Um dos maiores objetivos na área da ortodontia é reduzir os tempos de tratamento ortodôntico, apesar de existirem técnicas cirúrgicas efetivas para atingir este propósito, os pacientes nem sempre estão recetivos às mesmas, preferindo optar por um método menos invasivo. Um dos procedimentos que está a ser analisado para acelerar o movimento ortodôntico baseia-se numa terapia direta, com estímulos vibratórios complementares ao tratamento ortodôntico, vibrações de baixa frequência, ultrassom pulsado de baixa intensidade (LIPUS), vibrações de alta frequência (HFV) e terapia de choque extracorpórea (ESWT). O objetivo desta revisão consiste numa avaliação de ensaios clínicos desenhados para testar este método em pacientes de ortodontia, de modo a verificar quais os efeitos da vibração como complemento e se estas levam a uma diminuição do tempo de tratamento ortodôntico. A pesquisa bibliográfica deste trabalho foi realizada através de 3 plataformas: PubMed, Science Direct e Scopus que resultou numa seleção de 14 artigos. Esta terapia apresenta alguns resultados promissores, porém mais estudos controlados randomizados são necessários para efetivar esta técnica.

## Palavras-chave

Bone cells, bone remodeling, vibration, orthodontic movement, ultrasound, periodontal ligament.

## **Abstract**

Reduction of orthodontic treatment time is highly desirable within the field of orthodontics, and even though there are surgical techniques capable of achieving this, patients aren't always receptive towards them, favoring less invasive methods. One such procedure is being studied regarding its ability to achieve shorter orthodontic treatment times, by combining a direct application of vibrational therapy as a complement to orthodontic treatment, by way of low frequency vibrations, low intensity pulsed ultrasound (LIPUS), high frequency vibrations (HFV) and extracorporeal shockwave therapy (ESWT). The purpose of this revision consists in an analysis of clinical trials, designed to evaluate the effects of complementary vibrational therapy on orthodontic treatments and whether they can lead to shorter treatment times. The bibliographic research for this project was done across 3 platforms: PubMed, Science Direct and Scopus, which resulted in a selection of 14 articles. Complementary vibrational therapy to orthodontic treatment has demonstrated some promising results and should continue being researched.

## **Keywords**

Bone cells, bone remodeling, vibration, orthodontic movement, ultrasound, periodontal ligament.



## ÍNDICE GERAL

Declaração de Integridade.....	i
Agradecimentos .....	iii
Resumo .....	v
Abstract.....	vi
ÍNDICE GERAL.....	vii
Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos.....	ix
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVO.....	3
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	4
3.1 Protocolo de registo.....	4
3.2 Formulação da Questão de Pesquisa.....	4
3.3 Estratégia de pesquisa.....	4
3.4 Seleção dos estudos.....	4
3.5 Recolha e extração de dados .....	5
3.6 Avaliação qualitativa dos estudos incluídos.....	5
4. RESULTADOS.....	6
TABELAS .....	8
5.DISSCUSSÃO.....	32
5.1 Desenho dos estudos .....	32
5.2 Critérios de inclusão e exclusão dos estudos .....	32
5.3 Objetivos dos estudos.....	32
5.4 Características dos participantes.....	33
5.5 Tratamento ortodôntico .....	33
5.6 Aplicação de forças vibratórias .....	34
5.7 Variáveis medidas .....	35
5.8 Resultados Finais.....	39
5.9 Limitações .....	46
5.10 – Considerações finais .....	48
5.11 – Risco de viés .....	49
6. CONCLUSÃO .....	50
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama de fluxo PRISMA .....	6
Figura 2- Risco de Viés .....	7

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Propriedades dos estudos; Dados demográficos .....	8
Tabela 2 – Dispositivos de vibração; Técnicas de aplicação.....	17
Tabela 3 – Variáveis dos estudos; Resultados .....	20



## Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

LIPUS: ultrassom pulsado de baixa intensidade;

HFV: vibrações de alta frequência;

ESWT: terapia extracorpórea por onda de choque;

GCF: fluido gengival crevicular;

PAR: *Peer Assessment Rating*;

ITT: *intent-to-treat*;

PP: *per-protocol*;

MFOP: plano oclusal funcional mediano;

CT: tomografia computadorizada;

VHS: *volume-average hydrostatic stress*;

RMAA: taxa de alinhamento mandibular anterior;

NR: *Not reported*

OPN: osteopontina;

RANKL: ativador de recetores do fator nuclear kappa-B ligante;

SOST: esclerostina;

OPG: osteoprotegerina;

MMP1: Matriz metaloproteinase 1;

MMP8: Matriz metaloproteinase 8;

MMP9: Matriz metaloproteinase 9;

MMP13: Matriz metaloproteinase 13;

TNF- $\alpha$ : Fatores de necrose tumoral alfa;

IL-1 $\beta$ : interleucina 1 beta;

IL-3: interleucina 3;

IL-6: interleucina 6;

IL-8: interleucina 8;

IL-11: interleucina 11;

IL-18: interleucina 18;

DKK1: inibidor dickkopf;

CBCT: tomografia computadorizada de feixe cônico;

FEA: análise de elementos finitos;

Sham: no contexto desta revisão, o termo é em referência a um dispositivo vibratório não funcional, utilizado nos estudos como um placebo;

FE: elementos finitos;



## 1. INTRODUÇÃO

A principal razão pela qual o tratamento ortodôntico é procurado por um paciente ou pelos pais deste está maioritariamente sediada em motivos estéticos (1), no entanto para além da perceção estética, os benefícios entendem-se pelo tratamento e correção de maloclusões (2), procurando a harmonização da oclusão do paciente. Desvios da oclusão, quando não são tratados, estão relacionados com maior incidência de trauma (3), cáries (4) e deterioração da autoestima (5). Em média, a duração de um tratamento ortodôntico é de cerca de 2 anos, sendo que existe uma procura e um desejo de reduzir o tempo de duração do tratamento, tanto por parte dos Médicos Dentistas, como dos pacientes que são submetidos ao tratamento. (6) É possível estimar que para um clínico, existem motivações financeiras associadas à capacidade de providenciar um período de tratamento mais curto e eficiente (7). Num inquérito realizado por Uribe *et al.* (2014) (8) pacientes adolescentes entre os 13-17 anos de idade mencionam uma preferência por tratamentos ortodônticos de duração inferior a 6 meses, adultos (18 anos ou mais) tratamentos entre os 6 e os 12 meses enquanto que pais mencionavam um intervalo de 12 a 18 meses. No geral, os pacientes também revelaram uma disposição favorável em relação a um pagamento mais avultado (até 20%) para a redução dos tempos de tratamento normais através de técnicas e procedimentos complementares ao tratamento ortodôntico. Existem também riscos associados à terapia ortodôntica, sendo que quanto mais prolongado for um tratamento, maior será o risco de incidência de patologias e desconforto para o paciente (9), lesões na mucosa oral (10), gengivites (11) e desmineralizações do esmalte (12). Um dos métodos que está a ser utilizado para tentar acelerar o movimento ortodôntico baseia-se numa terapia direta com estímulos vibratórios complementares ao tratamento ortodôntico (13), partindo dos princípios estabelecidos de que o movimento ortodôntico se baseia na capacidade de remodelação do osso alveolar (14) e o uso de forças vibratórias pode ajudar a estimular a atividade osteoclástica e remodelativa do periodonto sem danificar o periodonto ou causar patologias como a reabsorção radicular, algo provado por Nishimura *et al.* (15) num ensaio clínico com ratos de laboratório, que foi também verificado por Xue *et al.* (16) No entanto, ainda não são completamente compreendidos todos os mecanismos biológicos envolvidos na remodelação óssea aquando da aplicação destas forças vibratórias (17). Existem diferentes métodos e dispositivos de aceleração do movimento dentário ortodôntico, no

caso da vibração, diferenciam-se na frequência de vibração aplicada; Vibrações de baixa frequência (18), ultrassom pulsado de baixa intensidade (LIPUS) (19), vibrações de alta frequência (HFC) (20) e terapia extracorpórea de choque (ESWT) (21). Esta terapia com vibração não é a única técnica capaz de acelerar o movimento ortodôntico, mas tendo em conta que é um método pouco invasivo, quando comparado a uma técnica cirúrgica torna-se um método mais apelativo e facilmente aceite da parte dos pacientes (8).

## 2. OBJETIVO

O objetivo desta revisão sistemática consiste numa avaliação de ensaios clínicos de forma a identificar quais os parâmetros de vibração que obtiveram melhores resultados na aceleração do movimento ortodôntico.



## **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **3.1 Protocolo de registo**

O protocolo de revisão utilizado neste trabalho seguiu a metodologia PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyzes) (22).

### **3.2 Formulação da Questão de Pesquisa**

A Pergunta PICOS (Paciente, Intervenção, Comparação, Resultados, Desenho de Estudos), foi: Existe redução do tempo geral de tratamento ortodôntico em ensaios clínicos em pacientes sob tratamento ortodôntico (convencional ou alinhadores) com vibração suplementar quando comparados com a população dos pacientes em tratamento sem estimulação?

Esta pergunta foi utilizada de modo a providenciar resultados de pesquisa mais relevantes e específicos.

### **3.3 Estratégia de pesquisa**

A pesquisa bibliográfica deste trabalho foi realizada através de 3 plataformas: PubMed, Science Direct e Scopus através do uso da seguinte chave de pesquisa: (osteoblast OR bone OR "bone cells" OR "bone growth" OR "bone remodeling" OR "bone modeling" OR "bone differentiation" OR osseodensification OR osteogenesis OR ossification OR "Bone Tissue" OR "Bone Apophyses" OR "Bone Apophysis" OR "periodontal ligament" OR "periodontal fiber" OR "bone resorption" OR biomechanical OR "RANK Ligand" OR osteoclast OR hypoxia OR mechanobiology or Mechanotransduction or mechano-cell) AND (ultrasound OR sonication OR ultrasonic OR vibroacoustic OR vibration OR acoustic OR wave OR vibrotactile OR physioacoustic OR "Cyclic loading") AND (orthodontic OR "orthodontic movement" OR "Tooth Movement").

Foram selecionados 5027 artigos através da utilização da chave de pesquisa; os artigos duplicados foram removidos, sendo depois selecionados os artigos considerados possivelmente relevantes através da leitura de título e resumo.

### **3.4 Seleção dos estudos**

Todos os artigos foram exportados para um arquivo Excel (Microsoft® Office) e os duplicados retirados pelo filtro do software e verificadas manualmente por dois autores (TF

e SP) que avaliaram independentemente os títulos e resumos de todos os estudos identificados. Foram aplicados os seguintes critérios de exclusão: artigos de revisão ou meta-análise e atas de reunião acadêmica; artigos que não foram publicados em inglês; artigos que envolviam combinações de estimulação mecânica com técnicas cirúrgicas ou outros métodos de estimulação; artigos que não faziam uso de estimulação mecânica para o movimento dentário e artigos exclusivamente *in vivo* ou *in vitro*. Os critérios de inclusão foram: ensaios clínicos em humanos, ensaios comparativos com e sem utilização de estimulação mecânica, e ensaios com tratamento ortodôntico com alinhadores ou aparatologia fixa. Foram selecionados 64 artigos para leitura completa, sendo que, desses artigos, foram selecionados 14 para a realização desta dissertação.

### **3.5 Recolha e extração de dados**

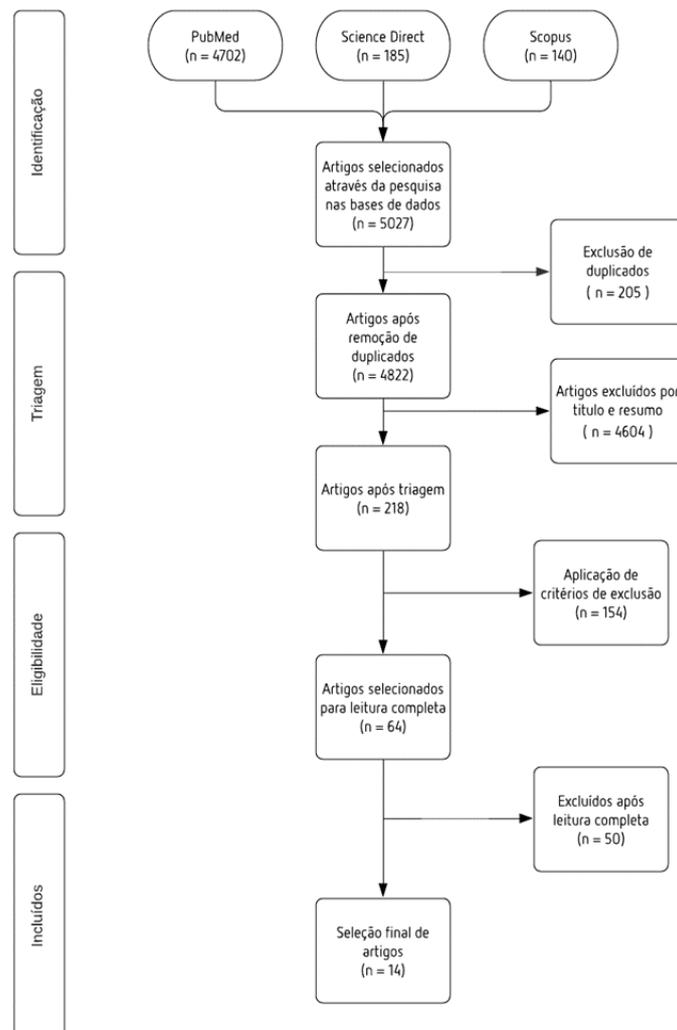
O processo de recolha de dados passou pela exportação dos mesmos para uma folha de Excel, organizados de acordo com: participantes, desenho de estudo, critérios de inclusão e de exclusão, objetivo, dados demográficos, grupos (participantes, idade, género), emissor, força (N), modo de operação, frequência (Hz), ciclo de trabalho, densidade de energia (J/cm<sup>2</sup>), duração da pulsação, tempo de irradiação (min/dia), duração do tratamento, técnica de aplicação, variáveis medidas, análise de resultados, limitações e observações gerais.

### **3.6 Avaliação qualitativa dos estudos incluídos**

Os dois autores revisores (TF e SP) avaliaram o viés dos ensaios clínicos controlados randomizados usando a ferramenta Cochrane Risk of Bias e avaliaram independentemente o risco geral de viés em cada estudo usando uma tabela específica como referência (figura 2). Se todas as áreas foram consideradas baixas, o estudo foi considerado como tendo um baixo risco de viés. Se pelo menos um domínio fosse considerado pouco claro, um risco moderado de viés foi considerado. Um alto risco de viés foi considerado em estudos de pesquisa com pelo menos uma área de alto risco. Se nenhum acordo foi alcançado, o terceiro autor (AG) foi consultado.

## 4. RESULTADOS

Após a pesquisa nas bases de dados, foram identificados um total de 5027 artigos, 4702 da PubMed, 185 da Science Direct e 140 da Scopus. Foram excluídos 205 artigos duplicados, ficando 4822 artigos, aos quais foi aplicada a triagem através da leitura de título e resumo. Após esta triagem foram excluídos 4604 artigos. Aos 218 artigos remanescentes foram aplicados os critérios de exclusão, ficando assim, 64 artigos elegíveis para leitura completa. A seleção final consiste em 14 artigos que foram considerados relevantes para a elaboração desta dissertação.



*Figura 1* - Diagrama de fluxo PRISMA

Dos 14 (100%) estudos selecionados, 9 (64,29%) utilizaram ortodontia fixa, 5 (35,71%) utilizaram alinhadores. Relativamente às vibrações aplicadas, 7 (50,00%) utilizaram o

aparelho AcceleDent®, 2 (14,29%) escovas de dentes modificadas, 1 (7,14%) aparelho Oral B® (USA) Humming Bird modificado, 2 (14,29%) vibração de alta frequência, 1 (7,14%) ultrassom pulsado de baixa intensidade (LIPUS), 1 (7,14%) terapia extra-corpórea por onda de choque (ESWT).

Estudo	Risco de Viés						
	Geração de sequência de aleatorização	Sigilo da alocação	Ocultação de participantes e equipa	Ocultação na avaliação do desfecho	Dados incompletos de desfechos	Relato seletivo de desfechos	Outras fontes de vieses
Lombardo <i>et al.</i> (2018)	+	+	-	+	+	+	+
Reiss <i>et al.</i> (2020)	+	-	-	+	+	+	-
Liao <i>et al.</i> (2017)	-	-	-	-	+	+	X
Pavlin <i>et al.</i> (2015)	+	+	+	+	+	+	+
Shiple <i>et al.</i> (2019)	-	-	-	-	+	+	-
Katchooi <i>et al.</i> (2018)	+	+	+	+	+	+	-
DiBiase <i>et al.</i> (2018)	+	+	X	+	X	+	-
Siriphan <i>et al.</i> (2019)	+	+	X	+	+	+	+
Falkensammer <i>et al.</i> (2014)	+	+	-	+	+	+	+
Kaur <i>et al.</i> (2020)	-	-	-	-	+	-	+
Bowman (2016)	-	-	-	+	-	-	+
Bowman (2014)	-	-	-	-	+	-	+
Alansari <i>et al.</i> (2018)	+	-	-	+	+	+	+
Leethanakul <i>et al.</i> (2016)	+	-	-	+	+	+	+

Figura 2- Risco de Viés; + = Baixo; - = Pouco Claro; X = Alto

## TABELAS

Tabela 1 – Propriedades dos estudos; Dados demográficos

Autor (ano)	Participantes	Desenho de Estudo	Critérios de Inclusão	Critérios de Exclusão	Objetivo	Dados Demográficos		
						Grupos (participantes)	Idade (anos média)	Género
Lombardo <i>et al.</i> (2018)	45	Ensaio Clínico unicêntrico, aleatório, controlado. Grupo A: Protocolo de alinhadores sem vibração (Alinhadores substituídos a cada 14 dias). Grupo B: Uso diário de aparelho de baixa vibração em conjunto com alinhadores (alinhadores substituídos a cada 14 dias). Grupo C: Uso diário de aparelho de baixa vibração em conjunto com alinhadores (alinhadores substituídos a cada 7 dias).	Dentição Permanente; Idades entre 14-50 anos; Dentição completa ou no máximo com 1 dente em falta em cada quadrante; Ausência de supranumerários; Sem anomalias no formato dos dentes; Sem rotação nos dentes >35°. Sem diastemas >5mm. Sem apinhamentos <5mm por arcada.	Patologias Sistêmicas; Tratamentos farmacológicos correntes capazes de influenciar o movimento ortodôntico; Doença periodontal ativa; Necessidade de extração para fecho de espaço, distoversão ou correção sagital;	Determinar se existe ou não alguma diferença no movimento dentário aquando da aplicação de um protocolo de tratamento não convencional através da associação de alinhadores (substituídos a cada 7 e 14 dias) com vibrações de baixa frequência.	Grupo A 15	27.1±9.0	Sexo Masculino: 20 Sexo Feminino: 25
						Grupo B 15		
						Grupo C 15		
Reiss <i>et al.</i> (2020)	40	Ensaio clínico unicêntrico, paralelo, aleatório, em ocultação simples com 4 braços e uma proporção de 1:1:1:1 Grupo de controlo: aparelho ortodôntico fixo Grupo de vibração: aparelho fixo com vibração AcceleDent®	Saudável; Não-fumador, sem patologias sistêmicas e sem rotinas de medicação; Idades entre os 15-35 anos na altura de aplicação do adesivo; Plano de tratamento sem extração ou sem extrações necessárias nos 6 meses seguintes; Pelo menos 5mm de apinhamento na	Pacientes com extrações planeadas no plano de tratamento; Fumadores ou consumidores excessivos de álcool; Zonas edêntulas; Evidência de doença periodontal (bolsas >4mm); Uso de anti-inflamatórios até 2 dias antes da aplicação do adesivo; Diabetes não controlados; Deformidades dento-faciais; Uso de	Investigar os efeitos do uso de vibração suplementar em marcadores de remodelação óssea durante o movimento ortodôntico, a taxa de alinhamento mandibular anterior (RMAA) e a conformidade da arcada	Grupo de Controlo 20	15-35	Sexo masculino: 20 Sexo feminino: 20

Autor (ano)	Participantes	Desenho de Estudo	Critérios de Inclusão	Critérios de Exclusão	Objetivo	Dados Demográficos		
						Grupos (participantes)	Idade (anos média)	Gênero
			arcada mandibular; Dentição completa desde o 1º molar até ao 1º molar no quadrante adjacente; Boa higiene oral;	corticosteroides (incluindo para a asma); Fármacos anti-inflamatórios, estimulantes (défice de atenção); Patologias capazes de afetar o metabolismo ósseo.	com um dispositivo vibratório.	Grupo AcceleDent 20	15-35	
Liao <i>et al.</i> (2017)	13	Análise computacional de elementos finitos; Distorsão de caninos com 1,5N (150g) de força por 12 semanas; Cada participante foi colocado aleatoriamente num grupo de vibração e não vibração, através de um método de desenho de ensaio em boca dividida;	Sem tratamento ortodôntico prévio; Sem trauma prévio; Sem sinais prévios, correntes ou sintomas de patologia periodontal; Sem sinais prévios, correntes ou sintomas de bruxismo; Sem história médica prévia de patologias capazes de afetar a dentição; Sem anomalias anatómicas dos complexos craniofacial ou dento-alveolar; Apexificação completa; Residência em regiões fluoretadas;	NR	Investigar se o uso corrente de vibração em dentes individuais, combinada com a aplicação convencional de forças ortodônticas estáticas teria influência no movimento dentário.	Lado de vibração	13.6	NR
						Lado de não vibração		

Pavlin <i>et al.</i> (2015)	45	Ensaio clínico duplamente cego, prospetivo, aleatório, paralelo com grupos controlados; 2 Grupos: Vibração e Controlo; Brackets 0.022x0.028"; Após o alinhamento inicial, foi inserido um mini-implante que foi carregado imediatamente com 180g de força, produzindo um movimento predominantemente de translação nos caninos. A distoversão separada dos caninos foi realizada através do uso de um arco de 0,018", a retração em massa foi realizada com arco 0,019x0,025";	Idades entre os 12-40 anos; Necessidade de extração de primeiros pré-molares maxilares; Fecho de espaço com ancoragem maxilar máxima; 3mm de espaço da extração após o alinhamento inicial; Boa Higiene oral;	Doença Periodontal; Prescrição medicamentosa; Uso de bifosfonatos; Gravidez;	Determinar se um tipo de vibração definida, em complemento ao tratamento ortodôntico, é capaz de aumentar a taxa de movimento dentário nos pacientes com aparelhos ortodônticos fixos;	Grupo de Vibração 23	12-40	NR
						Grupo Placebo 22		
<b>Autor (ano)</b>	<b>Participantes</b>	<b>Desenho de Estudo</b>	<b>Critérios de Inclusão</b>	<b>Critérios de Exclusão</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Dados Demográficos</b>		
						<b>Grupos (participantes)</b>	<b>Idade (anos média)</b>	<b>Gênero</b>
Shiple <i>et al.</i> (2019)	30	Estudo Retrospetivo; Pacientes com Relações esqueléticas de Classe I, apinhamentos iniciais mínimos a moderados (3 5mm), com um plano de tratamento à base de alinhadores, com vibração complementar de altas frequências (Grupo HFV) ou	Maloclusão de Classe I no início/antes do tratamento ortodôntico; Boa higiene oral; Dentição permanente completa (exceto terceiros molares); Apinhamentos iniciais anteriores de $\geq 3\text{mm}$ a $\leq 5\text{mm}$ ;	Pacientes com sinais de anomalias no osso alveolar, tais como: deiscência, fenestração ou outros tipos de lesões atróficas do osso alveolar; Pacientes que requeriam qualquer tipo de ajustes após o final do tratamento;	Avaliar os efeitos da vibração de alta frequência no movimento dentário durante a fase de tratamento; avaliar a densidade do osso alveolar pós-tratamento na fase inicial, através de exame de tomografia	Grupo de controlo	28 $\pm$ 11	Sexo masculino: 19 Sexo Feminino: 11
						Grupo HFV	24 $\pm$ 10	

Autor (ano)	Participantes	Desenho de Estudo	Critérios de Inclusão	Critérios de Exclusão	Objetivo	Dados Demográficos		
						Grupos (participantes)	Idade (anos média)	Género
Katchooi <i>et al.</i> (2018)	27	Ensaio clínico multicêntrico, paralelo, aleatório, com 2 braços, ocultação tripla, controlo ativo com uma proporção de alocação de 1:1; 2 Grupos Experimentais: Grupo de Intervenção (com uso de AcceleDent® e alinhadores) e Grupo de Controlo (tratamento de placebo com uso de um aparelho de AcceleDent® não funcional e alinhadores); Regimento para mudança de alinhadores de 1 semana, inicialmente foram dados aos pacientes 3 alinhadores e foi verificado o ajuste dos mesmos em intervalos de 3 semanas;	Pacientes de ortodontia em fase de iniciar tratamento com Invisalign® (Align Technology, San Jose, California) numa de duas clinicas privadas aprovadas para tratamento, em Seattle ou em Vancouver; Adultos (≥18 anos) com tratamentos de maloclusão que envolviam o uso de menos de 25 alinhadores; Sem planificação de tratamento com movimentos antero-posteriores ou transversos significativos;	Pacientes cujo plano de tratamento envolvia o uso de correção de Classe II ou Classe I molar; Pacientes cujo plano de tratamento envolvia a correção de mordidas cruzadas posteriores; Doenças sistémicas ou síndromes; Histórico passado ou corrente de uso de bifosfonatos; Uso corrente de inibidores de prostaglandina; Periodontite generalizada moderada ou severa; Lesões ativas nos tecidos moles e duros da boca;	computorizada de feixe cónico (CBCT);	Grupo Vibração	33	Sexo masculino: 12 Sexo Feminino: 15
						Grupo Placebo		

DiBiase <i>et al.</i> (2018)	81	Ensaio clínico multicêntrico, paralelo, aleatório, com 3 braços; 3 Grupos- Grupo 1: Aparelhos fixos pré-ajustados em técnica de arco reto, com uso diário de aparelho vibratório AcceleDent®; Grupo 2: Aparelhos fixos pré-ajustados em técnica de arco reto, com uso diário de um aparelho AcceleDent® não funcional; Grupo 3: Aparelhos fixos pré-ajustados;	Menos de 20 anos no início do tratamento; Participantes saudáveis; Dentição permanente; Irregularidade de incisivos mandibulares; Plano de tratamento de extração bilateral de primeiros pré-molares mandibulares;	NR	Investigar os efeitos do uso do aparelho AcceleDent® no resultado final do tratamento ortodôntico com aparelhos fixos; A medida primária utilizada para medir o resultado final foi a taxa de fecho de espaço inicial na arcada mandibular, as medidas secundárias foram: taxa geral de fecho de espaço mandibular, duração de tratamento, número de visitas, quebra de aparelhos, e redução de "Peer Assessment Rating (PAR) durante o tratamento;	Grupo Vibração (29)	13.9	Sexo masculino: 40 Sexo feminino: 41
						Grupo Placebo (25)	14.1	
						Grupo Controlo (27)	14.4	
<b>Autor (ano)</b>	<b>Participantes</b>	<b>Desenho de Estudo</b>	<b>Critérios de Inclusão</b>	<b>Critérios de Exclusão</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Dados Demográficos</b>		
						<b>Grupos (participantes)</b>	<b>Idade (anos média)</b>	<b>Género</b>
Siriphan <i>et al.</i> (2019)	60	Ensaio clínico controlado, aleatório com 3 Grupos: 30 Hz + Distoversão de caninos; 60 Hz + Distoversão de caninos; Distoversão de caninos (grupo de controlo); Foi usada uma força de 60cN para a distoversão dos caninos maxilares, através	Plano de tratamento com extração de primeiro pré-molar, seguido de distoversão do canino; Participantes saudáveis; Participantes com boa saúde oral, sem sinais de doença periodontal, sem overbite excessivos, sem histórico de uso de	Pacientes incapazes de proceder com o tratamento; Pacientes que apresentaram problemas periodontais durante o tratamento;	Examinar os efeitos produzidos por vibrações de 30 e 60 Hz na taxa de distoversão de caninos maxilares, assim como os níveis de secreção de RANKL e OPG nos humanos;	Vibração 30 Hz (20)	21.6±2	Sexo masculino: 3 Sexo feminino: 17
						Vibração 60 Hz (20)	22.1±2.5	Sexo masculino: 5 Sexo feminino: 15

		de uma mola para fecho de espaço, que foi calibrada e reativada a cada 4 semanas; Foi selecionado para o estudo apenas um canino (direito ou esquerdo) aleatório por participante;	fármacos imunossuppressores, bifosfonatos; Sem uso de anti-inflamatórios ou esteroides até 6 meses antes do início do tratamento;			Controlo (20)	20.9±1.7	Sexo masculino: 5 Sexo feminino: 15
Falkensammer <i>et al.</i> (2014)	26	Ensaio clínico unicêntrico, aleatório, controlado, com placebo; Ortodontia fixa com inclusão de molas super-elásticas (200 cN) e mini-implantes como dispositivos de ancoragem temporária;	Participantes saudáveis submetidos a tratamento ortodôntico; Participantes direcionados para movimentação mesial de segundos molares mandibulares após a extração do primeiro molar;	NR	Investigar os efeitos da técnica não invasiva de ESWT no movimento dentário ortodôntico, em conjunto com alguns parâmetros periodontais <i>in vivo</i> ;	Grupo Vibração (13)	33.9	Sexo masculino: 6 Sexo feminino: 7
						Grupo Placebo (13)	29.2	Sexo masculino: 4 Sexo feminino: 9
Autor (ano)	Participantes	Desenho de Estudo	Critérios de Inclusão	Critérios de Exclusão	Objetivo	Dados Demográficos		
						Grupos (participantes)	Idade (anos média)	Género
Kaur <i>et al.</i> (2020)	68	Ensaio clínico retrospectivo; 2 Grupos: Grupo com LIPUS e alinhadores; Grupo com Alinhadores; Realizado em Classes I, II, III;	Boa higiene oral; Dentição permanente completa; Participantes sem historial médico; Participantes sem histórico de medicação; Participantes femininas não-grávidas; Participantes a realizar tratamento ortodôntico exclusivamente com alinhadores;	NR	Analisar a duração de tratamento, assim como a percentagem de redução de tratamento, em pacientes que estão a utilizar o sistema LIPUS, em conjunto com alinhadores Invisalign, e comparar os resultados com pacientes que estão a ser tratados apenas com alinhadores;	Grupo Vibração (34)	41.37±15.02	Sexo masculino: 9 Sexo feminino: 25
						Grupo Controlo (34)	31.36±14.41	Sexo masculino: 11 Sexo feminino: 23
Bowman (2016)	60	Ensaio clínico no qual 60 participantes foram divididos por 2 grupos: Grupo V (vibração) e Grupo C (controlo);	NR	NR	O propósito deste projeto era o de avaliar se a adição de vibração suplementar ao tratamento ortodôntico	Grupo Vibração (30)	13.1	Sexo masculino: 13 Sexo feminino: 17

					fixo convencional produziria melhorias na distoversão de molares superiores;	Grupo Controlo (30)	12.9	Sexo masculino: 13 Sexo feminino: 17
Bowman (2014)	117	Ensaio clínico retrospectivo; Com pacientes detentores de Classe II com plano de tratamento sem extrações, que foram submetidos a distoversão de molares superiores, e nivelamento e alinhamento mandibular; 3 Grupos: Grupo AcceleDent® (AD); Grupo de Controlo (SC); Grupo controlo de pacientes tratados sem vibração num estudo anterior (PAD);	NR	NR	Avaliar os efeitos da vibração com o AcceleDent® na velocidade do nivelamento e alinhamento ortodôntico;	Grupo Vibração	13.1	Sexo masculino: 47 Sexo Feminino: 70
						Grupo Controlo	12.8	
						Grupo PAD	14.3	
<b>Autor (ano)</b>	<b>Participantes</b>	<b>Desenho de Estudo</b>	<b>Crítérios de Inclusão</b>	<b>Crítérios de Exclusão</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Dados Demográficos</b>		
						<b>Grupos (participantes)</b>	<b>Idade (anos média)</b>	<b>Género</b>
Alansari <i>et al.</i> (2018)	75 recrutados; 60 participaram; (Grupo 5 Sham foi descontinua o: 5 participantes; 7 foram desqualificad os por não	Ensaio clínico aleatório, em ocultação simples, multicêntrico; Com 5 grupos - Grupo de controlo: Muda de alinhadores a cada 14 dias, sem tratamento de vibração; Grupo 7Sham: Muda de alinhadores a cada 7 dias, com dispositivo de vibração não funcional; Grupo 7HFA: Recebeu	Participantes entre os 18-45 anos de idade; Participantes disponíveis e capazes de cumprir os procedimentos do estudo, que tenham assinado um consentimento informado; Participantes com dentição permanente completa (exceto terceiros molares); Participantes com	Participantes que tenham sido tratados para doenças periodontais nos últimos 6 meses; Participantes que estejam a tomar medicação capaz de afetar o nível de inflamação; Pacientes com maloclusão severa de Classe II ou Classe III; Participantes com Classe I esquelética, mas com um nível de maloclusão dentária muito	Verificar se a aplicação diária de vibração irá aumentar a eficiência de um tratamento com alinhadores, ao alterar o metabolismo do ligamento periodontal (PDL), sem aumentar a dor ou o desconforto dos participantes;	Grupo de Controlo (13)	30.8	Sexo masculino: 5 Sexo feminino: 8
						Grupo 7 Sham (13)	28.6	Sexo masculino: 4 Sexo feminino: 9

	cumprirem com o protocolo)	tratamento de vibração, mudou de alinhadores a cada 7 dias; Grupo 5Sham: Muda de alinhadores a cada 5 dias, com dispositivo de vibração não funcional; Grupo 5HFA: Recebeu tratamento de vibração, muda de alinhadores a cada 5 dias;	maloclusão de Classe I ou ligeira maloclusão de Classe II/III; Participantes a fazer tratamento com alinhadores há 1 mês; Participantes com histórico de boa higiene oral (sondagem <4mm, índice gengival <1 e índice de placa=1);	severo; Apinhamentos severos que necessitem de extrações; Participantes com um Overjet positivo <4mm ou <2mm de Overjet negativo; Participantes com mordida profunda (<90%); Participantes com mordida aberta severa (<2mm); Mulheres grávidas; Participantes com doenças sistêmicas capazes de afetar o metabolismo ósseo; Fumadores; Presença de cáries ativas, não tratadas; Participantes que necessitem de reduções interproximais ou attachments durante o período de estudo; Pacientes não cooperantes com o protocolo de uso de alinhador, ou com o uso diário recomendado do VPro5®;		Grupo 7 HFA (14)	31.8	Sexo masculino: 6 Sexo feminino: 8
						Grupo 5 Sham (5 participantes, descontinuado)	24.7	Sexo masculino: 2 Sexo feminino: 3
						Grupo 5 HFA (13)	29.9	Sexo masculino: 7 Sexo feminino: 6
<b>Autor (ano)</b>	<b>Participantes</b>	<b>Desenho de Estudo</b>	<b>Critérios de Inclusão</b>	<b>Critérios de Exclusão</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Dados Demográficos</b>		
						<b>Grupos (participantes)</b>	<b>Idade (anos média)</b>	<b>Género</b>
Leethan akul <i>et al.</i> (2016)	15	Ensaio clínico em boca dividida, aleatório; Foram colocados, 1 mês após a primeira extração de pré-molares, nos caninos e dentes posteriores maxilares, brackets pré-ajustados de prescrição Roths (3M Gemini brackets; 3M Unitek Corporation, Monrovia,	NR	NR	O objetivo, é o de investigar os efeitos da estimulação com vibração, na secreção de interleucinas IL-1 $\beta$ , durante a distoversão de caninos maxilares;	Lado de vibração	19-25	Sexo masculino: 4 Sexo feminino: 11

		Calif) com abertura de 0.022"; Foram engatados, passivamente, nos tubos vestibulares, segmentos de fio de aço inoxidável. Estes foram colados aos primeiros e segundos molares superiores, junto com brackets, nos segundos pré-molares. Estes foram deixados "in situ" por 1 mês, antes do início da retração canina;				Lado de Controlo		
--	--	--	--	--	--	------------------	--	--

**Legenda da tabela 1:** RMAA: taxa de alinhamento mandibular anterior; CBCT: tomografia computadorizada de feixe cónico; PAR: *Peer Assessment Rating*; RANKL: ativador de recetores do fator nuclear kappa-B ligante; OPG: osteoprotegerina; LIPUS: ultrassom pulsado de baixa intensidade; ESWT: terapia extracorpórea por onda de choque; PDL: ligamento periodontal; IL-1 $\beta$ : interleucina 1 beta; NR: "Not Reported";

Tabela 2 – Dispositivos de vibração; Técnicas de aplicação

Autor (ano)	Emissor	Força (N)	Modo de Operação	Frequência (Hz)	Ciclo de Trabalho	Densidade de Energia (J/cm <sup>2</sup> )	Duração da pulsação	Tempo de Irradiação (min/dia)	Duração do Tratamento	Técnica de Aplicação
Lombardo <i>et al.</i> (2018)	AcceleDent® (OrthoAccel Technologies, Houston, Texas, USA).	0.25	Força pulsada de baixa intensidade	30	NR	NR	NR	20	NR	Alinhadores durante 22h/dia + 20 minutos consecutivos, diários, com o aparelho AcceleDent®.
Reiss <i>et al.</i> (2020)	AcceleDent® (OrthoAccel Technologies, Houston, Texas, USA).	NR	Força pulsada de baixa intensidade	NR	NR	NR	NR	20	15-18 semanas	Brackets auto-ligados com slot 0,022x0,028" + 20 minutos consecutivos, diários, com o aparelho AcceleDent®.
Liao <i>et al.</i> (2017)	Oral B® (USA) Hummingbird.	0.2	NR	50	NR	NR	NR	10	4 meses	Ortodontia fixa com brackets + Vibração foi aplicada na superfície vestibular do canino, todos os dias por 10 minutos com um dispositivo Oral B® Hummingbird.
Pavlin <i>et al.</i> (2015)	AcceleDent® (OrthoAccel Technologies, Houston, Texas, USA).	0.25	Força pulsada de baixa intensidade	30	NR	NR	NR	20	NR	Brackets Gémeos 0.022 x 0.028" (MBT, 3MUnitek, St.Paul, MN) + 20 minutos consecutivos, diários, com o aparelho AcceleDent®.
Shipley <i>et al.</i> (2019)	Vibração de altas frequências; VPro+® (Propel Orthodontics, NY).	NR	Cíclico	120	NR	NR	NR	5	Grupo HFV 135 ± 27 dias	Alinhadores Invisalign® SmartTrack + VPro+® durante 5 minutos contínuos, todos os dias.
									Grupo de Controlo 252 ± 59 dias	
Katchooi <i>et al.</i> (2018)	AcceleDent® Aura (OrthoAccel Technologies, Houston, Texas, USA).	0.25	Força pulsada de baixa intensidade	30	NR	NR	NR	20	NR	Alinhadores Invisalign® (Align Technology, San Jose, Calif) + 20 minutos consecutivos, diários, com o aparelho AcceleDent®.

Autor (ano)	Emissor	Força (N)	Modo de Operação	Frequência (Hz)	Ciclo de Trabalho	Densidade de Energia (J/cm <sup>2</sup> )	Duração da pulsação	Tempo de Irradiação (min/dia)	Duração do Tratamento	Técnica de Aplicação
<b>DiBiase <i>et al.</i> (2018)</b>	AcceleDent® (OrthoAccel Technologies, Houston, Texas, USA).	0.20	Força pulsada de baixa intensidade	30	NR	NR	NR	20	172±79 dias	Brackets 3M Victory-series em técnica de arco reto + 20 minutos consecutivos, diários, com o aparelho AcceleDent®.
<b>Siriphan <i>et al.</i> (2019)</b>	Escovas de dentes elétrica, modificada.	NR	Magnitude: 0.1cN; Amplitude: 3.85 μm; Aceleração: 9.81 m/s <sup>2</sup>	30	NR	NR	NR	20	Dia 1-7 entre T1 e T4; Dia 8-3 meses entre T4 e T5	Brackets pré-ajustados com slot 0.022" (Roth System; Ormco Corporation, Orange, CA) em técnica de arco reto + aplicação do estímulo vibratório através da colocação da escova em mesial da cúspide vestibular do canino por 20 minutos/dia.
				60						
<b>Falkensammer <i>et al.</i> (2014)</b>	Terapia extracorpórea por onda de choque (ESWT) através de aparelho Orthogold 100® (MTS/TNT Konstanz, Germany).	NR	Pulsada	NR	5 pulsos /s	0.19-0.23 mj/mm <sup>2</sup>	NR	Até serem atingidas 1000 pulsações	4 meses	Brackets + aparelho de ESWT, com ponto focal com forma aproximada de um charuto, com cerca de 3cm de comprimento, e um diâmetro de 6 a 7mm, colocado em vestibular entre o primeiro e o segundo molar.
<b>Kaur <i>et al.</i> (2020)</b>	Ultrassom pulsado de baixa intensidade (LIPUS).	NR	Pulsado	1.5 MHz	Taxa de repetição de pulso: 1kHz	30mW/cm <sup>2</sup>	200 μs	20	Grupo LIPUS: 541.44 ± 192.23 dias	Alinhadores 20-22h por dia + LIPUS, aplicado através do Sistema Aevo® (SmileSonica Inc., Edmonton, AB, Canada).
									Grupo Controlo: 1061.05 ± 455.64 dias	
<b>Bowman (2016)</b>	AcceleDent® (OrthoAccel Technologies,	0.25	Força pulsada de baixa intensidade	30	NR	NR	NR	20	NR	0.022" brackets (Butterfly System, American Orthodontics, Sheboygan) + 20

Autor (ano)	Emissor	Força (N)	Modo de Operação	Frequência (Hz)	Ciclo de Trabalho	Densidade de Energia (J/cm <sup>2</sup> )	Duração da pulsação	Tempo de Irradiação (min/dia)	Duração do Tratamento	Técnica de Aplicação
	Houston, Texas, USA).									minutos consecutivos, diários, com o aparelho AcceleDent®.
<b>Bowman (2014)</b>	AcceleDent® (OrthoAccel Technologies, Houston, Texas, USA).	0.25	Força pulsada de baixa intensidade	30	NR	NR	NR	20	NR	0.022" brackets (Butterfly System, American Orthodontics, Sheboygan) + 20 minutos consecutivos, diários, com o aparelho AcceleDent
<b>Alansari et al. (2018)</b>	Vibração de alta frequência. VPro5®, (Propel, Brooklyn, NY).	NR	Aceleração: 0,03g	120	NR	NR	NR	5	NR	Alinhadores Invisalign (Align Technology, Inc., Santa Clara, CA) + Vibração através da mordida do wafer do VPro5, continuamente, por 5 minutos, com o alinhador na boca, antes de dormir, ou antes do maior período de tempo durante o qual os alinhadores estariam na boca do paciente antes de serem removidos.
<b>Leethanakul et al. (2016)</b>	Escova de dentes elétrica ColgateMotion®-Multi Action modificada.	NR	NR	125	NR	NR	NR	5min/3x por dia Total: 15 min diários	3 meses de ortodontia, 2 meses com vibração	Técnica de arco reto com brackets pré-ajustados com slot 0.022" (3M Gemini brackets; 3M Unitek Corporation, Monrovia, Calif) + Aplicação da vibração mecânica na superfície mesio-vestibular do canino experimental por um mínimo de 5 minutos, 3 vezes por dia, durante 2 meses.

**Legenda da tabela 2:** ESWT: terapia extracorpórea por onda de choque; LIPUS: ultrassom pulsado de baixa intensidade; NR: "Not Reported";

Tabela 3 – Variáveis dos estudos; Resultados

Autor (ano)	Variáveis Medidas	Análise de Resultados	Limitações	Observações Gerais
Lombardo <i>et al.</i> (2018)	<p><b>Análise de precisão/imprecisão de movimentos dentários; Análise de modelos digitais:</b> Para cada paciente, foram feitos modelos digitais nas fases de: pré-tratamento, finais pós-tratamento (após a terminação da série de alinhadores) e modelos finais ideais digitais (previsão de resultado final); Foram também comparadas as posições dos dentes. VAM software® (Vectra; Canfield Scientific, Farifield, New Jersey, USA); <b>Cálculo da média de prescrição e imprecisão:</b> Para cada dente, foram calculados os valores de prescrição e o valor absoluto de imprecisão; Cálculo de Precisão: Para determinar o grau de movimento dentário atingido em relação à prescrição.</p>	<p>A média total de imprecisão em todos os dentes e todos os tipos de movimentos foi de <math>2.1 \pm 0.9^\circ</math>, com uma média de prescrição de <math>5.7 \pm 2.2^\circ</math>; O movimento com maior prescrição foi o de rotação, com uma média de <math>8.0 \pm 2.6^\circ</math>, associado a uma imprecisão de <math>2.9 \pm 1.0^\circ</math>; No Grupo A, o movimento dos incisivos superiores e inferiores foi o mais preciso, sendo que a menos precisa foi a movimentação mesio-distal dos caninos e pré-molares. Os movimentos de rotação dos caninos foram os mais imprecisos no que toca a valores absolutos em ambas as arcadas; No Grupo B, a movimentação mais precisa foi na rotação dos incisivos superiores e inferiores, a menos precisa foi na movimentação mesio-distal dos molares superiores. A maior imprecisão foi na rotação dos caninos, superiores e inferiores, no entanto também tiveram a maior prescrição junto com os incisivos inferiores; No Grupo C, a maior precisão foi na rotação dos incisivos inferiores, e na movimentação em vestibulo-lingual dos molares superiores. A menor foi nos caninos superiores. A maior imprecisão foi encontrada na rotação dos caninos superiores e inferiores; Não houve diferenças estatisticamente significativas na precisão dos movimentos dentários entre os grupos A e C. No grupo B houve quatro pacientes com movimentação significativamente mais precisa na arcada superior em comparação aos outros grupos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rotação de incisivos superiores mais precisa que no grupo A (<math>P=0.016</math>);</li> <li>2. Movimentação vestibulo-lingual dos caninos superiores mais precisa do que no grupo C (<math>P=0.007</math>);</li> <li>3. Movimento mesio-distal dos caninos superiores mais preciso que no grupo C; 4. Movimento vestibulo-lingual dos molares superiores mais preciso que no grupo C (<math>P=0.0001</math>);</li> </ol> <p>Não houve diferenças significativas na precisão do posicionamento entre os grupos A, B e C na arcada inferior;</p>	<p>O número de participantes no ensaio, apesar de adequada estatisticamente, amostras com grupos maiores são capazes de produzir resultados mais generalizáveis. O operador que analisou os dados estava em ocultação em relação ao grupo de estudo, no entanto o clínico que tratou os pacientes estava ciente do tratamento prescrito aos grupos de teste e de controlo. Os métodos de análise da precisão dificultam a reprodutibilidade do ensaio, visto que os pontos de medição foram baseados num plano oclusal de referência traçado pelos centroides dos FACCs de todos os dentes, exceto os caninos, e este plano pode sofrer alterações à medida que o tratamento ortodôntico se processa, devido ao movimento dos dentes. O grupo A não foi providenciado com um aparelho de vibração inativo, como sucede noutros estudos. Seria útil a adição de um grupo para comparações, em que não seria fornecido aos pacientes um aparelho desenhado para acelerar o movimento ortodôntico, e aos quais seria instruída a troca de alinhadores a cada 7 dias.</p>	<p>Não houve diferenças na precisão entre a substituição de alinhadores acompanhada por frequência de baixa vibração a cada 7 dias, quando comparadas à troca de alinhadores, sem vibração complementar a cada, 14 dias. A frequência de baixa vibração aparentou ser capaz de favorecer e melhorar a precisão do protocolo convencional, no que toca à rotação de incisivos superiores.</p>

Autor (ano)	Variáveis Medidas	Análise de Resultados	Limitações	Observações Gerais
Reiss <i>et al.</i> (2020)	<p><b>Coleta de saliva e análise:</b> Biomarcadores de saliva; Expressão de proteínas através de ensaio kit ELISA: OPN, RANKL, SOST, OPG, MMP1, MMP8, MMP9, MMP13, TNF-<math>\alpha</math>, IL-1<math>\beta</math>, IL-3, IL-6, IL-8, IL-11, IL-18 e DKK1. <b>Análise de modelos:</b> Foram analisados modelos dentários, por um avaliador em ocultação simples, para determinar a taxa de alinhamento mandibular anterior (RMAA). Cada modelo mandibular foi analisado de canino a canino, através do índice de irregularidade de Little.</p>	<p><b>Expressão de biomarcadores salivares da remodelação óssea:</b> Não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos durante os períodos de tratamento do ensaio.</p> <p><b>RMAA:</b> Não foram encontradas diferenças estatísticas significativas entre os grupos no que toca à irregularidade de incisivos em nenhuma altura do ensaio.</p> <p><b>Cumprimento com o uso do aparelho de vibração:</b> A média de cumprimento com o uso do aparelho foi de cerca de 53% (10.6 minutos/dia) durante o curso dos 3 meses do ensaio.</p>	<p>O estudo tinha um número limitado de participantes e uma variabilidade grande no que toca aos biomarcadores salivares. O cumprimento com o uso do aparelho AcceleDent® foi baixa no geral, sendo que isso pode ter influenciado os resultados do estudo.</p>	<p>Não houve diferenças significativas na expressão de nenhum dos marcadores biológicos analisados no que toca à remodelação óssea, assim como no RMAA entre os grupos de AcceleDent® e controlo.</p> <p>Não foram encontradas diferenças na correlação entre as mudanças de irregularidade e o nível dos biomarcadores em nenhuma altura do ensaio.</p>
Liao <i>et al.</i> (2017)	<p><b>Componente Clínica:</b> As medições intraorais foram realizadas com compassos dentários digitais: O fecho de espaço total foi medido entre os buracos de abertura de mola nos clips dos brackets SPEED, e a retração canina foi medida entre a cúspide canina e a cúspide méso-vestibular do molar. Foram feitas impressões na baseline do tratamento, estes modelos foram depois digitalizados e medidos com o programa CorelDraw X5® (Corel Corporation, Ottawa, Canada).</p> <p><b>FEA:</b> A média de volume da tensão hidrostática (VHS) no</p>	<p><b>Estudo Clínico:</b> A taxa total de fecho de espaço, com vibração, foi maior quando comparada à de não-vibração, tendo por base os modelos de estudo (P=0.022) assim como as medições intraorais (P=0.026). A distorsão do canino no lado de vibração foi significativamente maior (P=0.009).</p> <p><b>Análise Estática e dinâmica do FEA:</b> Foi provado, computacionalmente, em relação ao grupo de controlo, que a presença de vibração em conjunto com o tratamento ortodôntico fixo é capaz de amplificar o VHS no ligamento periodontal, independentemente da direção do estímulo vibratório e do dente investigado.</p> <p>A vibração de 50Hz aumentou o VHS do ligamento periodontal dos caninos na vibração direcionada para mesio-distal (9.2%) e lingual-vestibular (10.8%). A maior amplificação induzida pela vibração de 50Hz, foi no incisivo lateral, vibrado na direção mesio-distal, e no primeiro pré-molar, vibrado na direção lingual-vestibular. O aumento geral das respostas dos tecidos variou entre 7.3% a 13.5%.</p> <p>As maiores amplificações dos caninos, primeiros e segundos pré-molares, foram no sentido lingual-vestibular.</p>	<p>O não cumprimento da parte dos pacientes no protocolo de tratamento, apesar de estes terem sido vistos por clínicos diariamente, assim como o facto de que a vibração aplicada poder ser alterada para mais do que 0.2N através da mordida dos pacientes ou através da mão aquando da aplicação do protocolo vibratório. Possível superestimação da taxa de movimento dentário, devido a possível rotação canina distal. O modelo FE generaliza a denteição da população e pode não levar em conta propriedades diferentes de materiais.</p>	<p>A extensão de fecho de espaço e distorsão canina foi significativamente maior com vibração, do que o grupo de controlo, tanto nas medições intra-orais ou nas medições em modelos (p=0.05). Como tal um estímulo vibratório de 50Hz e 20g de vibração, aplicada a um único dente, está indicado para acelerar a retração de caninos. Um aumento da frequência de vibração é capaz de amplificar a resposta do ligamento periodontal, antes de este</p>

	ligamento periodontal foi calculada em computador, que estimou esta ser maior com vibração, quando comparada ao grupo de controlo, tanto para os dentes maxilares, como para ambas as direções lingual-vestibular e mesio-distal.			atingir um estado de frequência natural local, algo que também foi demonstrado em modelos computacionais. O tratamento ortodôntico complementado com vibrações pode ser descrito por zonas suaves, vigorosas e diminuídas, sendo que a zona suave é aquela que deve ser considerada como benéfica, de um ponto de vista clínico.
Autor (ano)	Variáveis Medidas	Análise de Resultados	Limitações	Observações Gerais
Pavlin <i>et al.</i> (2015)	<p><b>Medição direta do fecho do espaço na boca dos pacientes:</b> As taxas médias de movimento dentário nos grupos AcceleDent® e controlo foram analisadas para as populações ITT (<i>intent-to-treat</i>) e PP (<i>per-protocol treatment</i>), através de um modelo linear que teve em conta a idade (12-19 <i>versus</i> 20-40), género e tipo de retração. A taxa mensal de movimento dentário de retração canina maxilar foi calculada para cada participante e para cada quadrante, através do cálculo da distância total de movimento da cúspide enquanto o TAD (Tomas-pin, Dentaurem, Ispringen, Germany) estava estável, dividindo esse valor pela totalidade do tempo em que o</p>	<p><b>Taxa Mensal de Movimento Dentário Grupo de Controlo:</b> ITT: 0.79mm/mês PP: 0.89mm/mês <b>Taxa Mensal de Movimento Dentário Grupo com Vibração:</b> ITT: 1.16mm/mês PP: 1.25mm/mês</p>	NR	<p>A aplicação de uma carga cíclica (vibração) de 0.25N (25g) à frequência de 30 Hz, como complemento ao tratamento ortodôntico fixo tradicional, pode aumentar significativamente a taxa de movimento dentário.</p>

	TAD era estável durante o fecho do espaço.			
Autor (ano)	Variáveis Medidas	Análise de Resultados	Limitações	Observações Gerais
Shiple <i>et al.</i> (2019)	<p><b>Medição de densidade óssea:</b> Através do uso de tomografia computadorizada de feixe cónico (CBCT) analisada em iCAT® (iCAT®- Imaging Sciences International, Hatfield, Pennsylvania, USA). Especificações do CBCT: 16 cm de largura x 13 cm de altura, 120 kVp, 24 mAs, scan de 20s, 0.3 mm voxel e 303 bases de projeção. Foi usado para medir a densidade óssea alveolar em torno dos dentes, em unidades Hounsfield (HU), o sistema InVIVO Dental 5.0® (Anatomage Inc. San Jose, CA, USA, window width, 5000 HU; window level, 1500 HU).</p> <p><b>Troca de alinhadores/duração de tratamento:</b> Durante a fase de tratamento ortodôntico</p>	<p><b>Densidade Óssea:</b> Grupo controlo: Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes. Grupo HFV: Aumentou significativamente em ambas as arcadas</p> <p><b>Troca de alinhadores/duração de tratamento:</b> Grupo controlo: A média dos intervalos de troca de alinhadores foi de 8.7 ± 1.2 dias, A duração total de tratamento foi de 252 ± 59 dias. Grupo HFV: Troca de alinhadores mais rápida, e menor duração de tratamento Troca de alinhadores foi de 5.2±2.2 dias, o tempo total de tratamento foi de 135±27 dias.</p>	<p>A análise da densidade óssea só foi executada na zona anterior, e não na posterior. Foi pedido aos pacientes para trocarem de alinhador quando estes atingissem um estado de passividade, favorecendo a produção de forças contínuas.</p>	<p>O uso complementar de vibrações de altas frequências (HFV) permitiu trocas de alinhadores mais prematuras, que por sua vez levaram a uma duração de tratamento menor, em casos de apinhamentos mínimos-moderados. No início da retenção, o grupo HFV demonstrou um aumento significativo de densidade óssea alveolar, quando comparado à fase pré-tratamento. Enquanto o grupo de controlo não demonstrou mudanças significativas na densidade óssea, quando comparado à fase de pré-tratamento. O uso de um dispositivo de 120Hz de vibrações de altas frequências acelerou significativamente a troca de alinhadores e movimentos dentários correspondentes, durante o tratamento ortodôntico. O uso de um dispositivo de 120Hz de altas frequências melhorou significativamente a densidade óssea, quando comparada à fase de pré-</p>

Autor (ano)	Variáveis Medidas	Análise de Resultados	Limitações	Observações Gerais
Katchooi <i>et al.</i> (2018)	<p>Comparação entre as percentagens dos participantes que completaram, com sucesso, a série inicial de alinhadores em intervalos de 1 semana; Questionários relativos à dor e à qualidade de vida: Escala Numérica; <b>Medição do alinhamento dos dentes anteriores no final do tratamento, nos participantes que completaram com sucesso o regime de troca de alinhador de 1 semana:</b> Uso de modelos digitais no software OrthoCAD (Cadent, Carlstadt, NJ), para medir o índice de irregularidade dos incisivos.</p>	<p><b>Taxa de Sucesso:</b> Não houve diferenças significativas entre os dois grupos no que toca à percentagem de participantes que completaram a série inicial de alinhadores com regime de troca de 1 semana. <b>Índice de Irregularidade dos Incisivos:</b> Não houve diferenças significativas entre os dois grupos, no que toca ao índice de irregularidade dos incisivos. <b>Cumprimento com o Protocolo:</b> Ambos os grupos foram cumpridores no uso do aparelho de vibração, não havendo diferenças entre os grupos. Os dados recolhidos nos questionários indicaram que os participantes de ambos os grupos tiveram horas similares, no que toca ao uso dos alinhadores, num período de 24 horas. <b>Dor:</b> A escala numérica de dor mostrou uma tendência para haver menos dor no Grupo do AcceleDent®. No entanto as diferenças só são significativamente diferentes ao terceiro dia do uso do primeiro conjunto de alinhadores. <b>Qualidade de Vida:</b> Ambos os grupos indicaram respostas similares no questionário.</p>	<p>Foram encomendados alinhadores com um ponto azul para medir o cumprimento do uso dos mesmos, no entanto, como estes eram desenhados para desaparecer ao longo de um período de duas semanas, os mesmos não foram capazes de providenciar muita informação no período de 1 semana, no qual os alinhadores foram usados. Na maior parte dos participantes, o tratamento numa das arcadas foi “alongado” para que houvesse um número igual de alinhadores ativos em ambas as arcadas. A média do número de alinhadores adicionados foi 5, sendo que estes não teriam um efeito grande na movimentação dentária programada para cada alinhador.</p>	<p>tratamento, significando que poderá ter benefícios clínicos em fases de preparação pré-restauradoras, retenção e estabilidade pós-ortodôntica.</p> <p>Não foram encontradas provas de que o uso complementar de um aparelho AcceleDent® Aura seja capaz de ter impacto, no que toca à capacidade dos pacientes trocarem de alinhadores num regimento de 1 semana. O aparelho AcceleDent Aura também não teve efeito no alinhamento obtido no final do tratamento com Invisalign num regimento de troca de 1 semana. O uso do aparelho AcceleDent® Aura não teve um efeito significativo na redução dos níveis de dor ortodôntica, nem nas outras vertentes associadas à qualidade de vida dos participantes.</p>
DiBiase <i>et al.</i> (2018)	<p><b>Taxa inicial de fecho de espaço da arcada mandibular (T1-T2, calculado em milímetros/mês)</b> <b>Taxa geral de fecho de espaço da arcada mandibular</b></p>	<p><b>Taxa inicial de fecho do espaço na arcada mandibular:</b> A mediana entre todos os participantes foi de 0.89mm por mês (IQR, 0.56-1.33 mm/mês) sem diferenças significativas entre os grupos (P=0.61). <b>Taxa geral de fecho de espaço na arcada mandibular:</b> Sem diferenças significativas entre os grupos (mediana [IQR], 0.74 [0.56-1.00] mm/mês)</p>	<p>Este estudo teve muitos desistentes entre os participantes. Não é possível afirmar que os mecanismos de fecho de espaço</p>	<p>Não foram encontrados benefícios associados à vibração no que toca à taxa de fecho do espaço, duração de tratamento e o</p>

	<p><b>(milímetros/mês):</b> O espaço foi medido através de compasso digital (IP67 150mm; Mitutoyo, Andover, United Kingdom).</p> <p><b>Duração de tratamento, número de quebras de equipamento.</b></p> <p><b>Cálculo de percentagens absolutas e relativas de redução do PAR durante o tratamento:</b> Índice de PAR: 33 impressões dentárias realizadas no início (<i>baseline</i>) e em final do estudo, sendo que foram avaliadas por um examinador calibrado.</p>	<p>Não houve diferenças entre os grupos AcceleDent, ou o grupo de dispositivo não funcional, em relação ao grupo de ortodontia fixa (P5 0.57 e P5 0.91, respetivamente).</p> <p>Os únicos fatores que influenciaram significativamente o fecho do espaço foram o género, tipo de extração no arco maxilar e quantidade de espaço a ser fechado inicialmente.</p> <p><b>Duração de Tratamento:</b> Não houve diferenças significativas entre os grupos (mediana [IQR], 18.57 [16.3-23.9] meses).</p> <p><b>Número de Visitas:</b> Não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos (mediana [IQR], 12[10-16] visitas).</p> <p><b>Número de quebras de equipamento:</b> Não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos (mediana [IQR], 2[1-3] quebras).</p> <p><b>PAR final:</b> Não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos (mediana [IQR], 3[2-4] pontos).</p>	<p>aplicados foram absolutamente consistentes entre os diferentes locais de extração, pois as forças aplicadas não foram quantificadas, sendo que existem evidências que a magnitude de força pode influenciar a taxa de movimento dentário. É possível que alguns dos dados tenham sido recolhidos para além do tempo necessário para atingir o movimento dentário desejado (terminação do fecho do espaço e final do tratamento em geral). A não ser que os participantes sejam vistos semanalmente, é muito difícil evitar este problema quando se realizam ensaios clínicos no mundo real.</p>	<p>resultado final do tratamento. Apesar de o uso de vibração complementar ao tratamento fixo não estar associado a um aumento das taxas de quebra dos equipamentos, também não conferiu vantagens nesse departamento. Os pacientes que compreem estes aparelhos vibratórios estão suscetíveis ao fardo do custo, sem os benefícios publicitados.</p>
Autor (ano)	Variáveis Medidas	Análise de Resultados	Limitações	Observações Gerais
Siriphan <i>et al.</i> (2019)	<p><b>Modelos de estudo:</b> Modelos de estudo digitais, foram sobrepostos usando o software Ortho Analyser® (3Shape; Copenhagen, Denmark) através de um método que utiliza 3 pontos de referência: terceira ruga palatal mesial direita e esquerda e o ponto médio das fóveas palatinas.</p> <p><b>Cefalogramas:</b> A angulação do canino e primeiro molar foi medida através de cefalogramas laterais, através do ângulo formado entre o plano palatino e pontos de referência inseridos nos brackets. <b>Fluido crevicular gengival (GCF):</b> O fluido</p>	<p><b>Distoversão do canino:</b> Os estímulos vibratórios de 30 e 60 Hz não tiveram influência na aceleração da taxa de distoversão canina.</p> <p><b>Citocinas inflamatórias:</b> Os estímulos vibratórios de 30 e 60 Hz não foram capazes de aumentar a secreção de citocinas neste estudo. É possível que não tenham influência ou sejam inadequados para estimular a libertação adicional de citocinas inflamatórias do ligamento periodontal e do osso alveolar quando comparados às forças do movimento ortodôntico sem estímulos adicionais. A única diferença foi que os níveis de RANKL no lado de compressão foi maior em relação ao grupo de controlo em T2, T3 e T4, quando comparados a T1.</p>	<p>Houve variações altas na concentração de citocinas observadas entre as diferentes amostras, o que pode explicar a falta de significância nas diferenças entre os grupos. Esta variação alta pode estar relacionada com o facto de que as citocinas foram quantificadas através do fluido crevicular, que apenas permite a identificação de formas solúveis das mesmas.</p>	<p>A aplicação clínica de um estímulo vibratório de 30 ou 60 Hz, por 20 min/dia, em conjunto com 60 cN de força de distoversão canina por 7 dias, não afeta a secreção de RANKL e OPG, nem afeta as taxas RANKL/OPG. Uma aplicação de estímulo vibratório por 3 meses não é capaz de acelerar a taxa de movimento canino, quando comparada a forças ortodônticas únicas.</p>

	crevicular gengival foi recolhido através de PerioPaper strips (Oraflow Inc., Smithtown, NY) inseridas nos sulcos mesial e distal dos dentes.			
<b>Autor (ano)</b>	<b>Variáveis Medidas</b>	<b>Análise de Resultados</b>	<b>Limitações</b>	<b>Observações Gerais</b>
Falkensammer <i>et al.</i> (2014)	<p><b>Movimento antero-posterior, inclinação e rotação de molares:</b> Realização de impressões da arcada mandibular (Tetrachrom, Kaniedenta, Herfordm Germany) durante 4 meses, em intervalos mensais. As impressões foram digitalizadas com um <i>strip-light scanner</i> (S600 ARTI Zirkonzahn GmbH, Gais, Italy) e depois foram analisadas no software OnyxCeph® (Image Instruments Inc., Chemnitz, Germany).</p> <p><b>Status Periodontal (profundidade do sulco, índice gengival):</b> Avaliado através de uma sonda periodontal calibrada (click-probe®, KerrHawe SA, Bioggio, Switzerland) em 3 locais (Mesial, distal e Vestibular/Palatino/Lingual) nas faces Vestibulares e Palatinas/Linguais do molar. O índice de placa foi calculado através do uso de um revelador de placa (Mira-2-ton, Hager &amp; Werken GmbH, Duisburg, Germany).</p>	<p><b>Inclinação vestibular-lingual:</b> Houve diferenças estatisticamente significativas na inclinação vestibular-lingual no primeiro (<math>p=0.04</math>), terceiro (<math>p=0.03</math>) e quarto mês (<math>p=0.05</math>) entre os grupos de tratamento e placebo.</p> <p><b>Inclinação Mesio-distal:</b> Sem diferenças significativas.</p> <p><b>Rotação:</b> Sem diferenças significativas.</p> <p><b>Status Periodontal:</b> Sem diferenças significativas em relação à mudança da profundidade dos sulcos (<math>p=0.52</math>) e em relação ao índice gengival (<math>p=0.55</math>).</p> <p><b>Índice de Placa:</b> Houve uma diminuição significativa do índice de placa no grupo de tratamento em relação ao grupo de placebo (<math>p=0.003</math>).</p> <p><b>Movimento dentário antero-posterior:</b> Sem diferenças significativas.</p>	<p>A média de idades alta dos participantes e os status periodontais são dos participantes no início do ensaio, que pode ter influenciado os dados do grupo de tratamento, visto que a redução pode estar associada a hábitos de higiene.</p>	<p>A terapia de shock wave não melhorou de forma estatisticamente significativa a velocidade do movimento dentário, nem alterou o status periodontal in vivo. Como não houve efeitos secundários negativos associados ao uso de shock wave, esta metodologia poderá continuar a ser investigada no que toca a possíveis aplicações na cavidade oral.</p>

	<p>Todos os dados foram registados em suporte digital (MacBook Pro, Apple Inc., Cupertino, CA, USA).</p> <p><b>Intervenção onda de choque:</b> Avaliação dos efeitos da terapia extracorpórea por onda de choque (ESWT) na taxa de movimento dentário ortodôntico e nos parâmetros periodontais.</p>			
<b>Autor (ano)</b>	<b>Variáveis Medidas</b>	<b>Análise de Resultados</b>	<b>Limitações</b>	<b>Observações Gerais</b>
<b>Kaur <i>et al.</i> (2020)</b>	<b>Número de dias por alinhador; Duração do tratamento;</b>	<p><b>Número de dias por alinhador:</b> Houve uma diferença significativa (<math>p &lt; 0.05</math>) no número de dias por alinhador no grupo que utilizou o aparelho LIPUS (<math>6.02 \pm 1.49</math>), em relação ao grupo de controlo (<math>10.81 \pm 3.31</math>).</p> <p><b>Duração do tratamento:</b> A duração do tratamento foi significativamente reduzida no grupo LIPUS (<math>541.44 \pm 192.23</math> dias) quando comparada ao grupo de controlo (<math>1061.05 \pm 455.64</math> dias)</p>	NR	<p>O grupo de tratamento com LIPUS demonstrou uma velocidade maior no movimento dentário e uma redução geral da duração do tratamento, em média, de cerca de 49%. O cumprimento de uso do aparelho da parte dos pacientes foi de 66.02%. Este estudo demonstrou assim que a utilização do LIPUS através do Sistema Aevo® durante o tratamento ortodôntico, com alinhadores, é capaz de reduzir de forma significativa a duração total de tratamento.</p>
<b>Bowman (2016)</b>	<b>Análise de Cefalogramas:</b> <b>A:</b> Movimentação distal da coroa do primeiro molar superior, medida a partir da linha perpendicular ao plano oclusal funcional mediano	<p><b>Angulação, intrusão ou distoversão da coroa do primeiro molar superior:</b> Não houve diferenças estatisticamente significativas.</p> <p><b>Movimentação da coroa molar:</b> Grupo Controlo: 0.9 mm por mês; Grupo Vibração: 1.1 mm por mês (27% mais em relação ao grupo de controlo; <math>p = 0.053</math>).</p> <p><b>Âpex da raiz molar:</b></p>	NR	<p>Os resultados demonstrados neste ensaio são de significância estatística modesta (<math>p &lt; 0.10</math>), e enquadram-se naquilo que seria esperado</p>

	<p>(MFOP) até ao ponto de contacto mesial.</p> <p><b>B:</b> Movimentação distal, da coroa do primeiro molar superior, relativamente à linha da pterigoide vertical ao centroide.</p> <p><b>C:</b> Movimentação distal do ápex do primeiro molar superior, medida a partir da linha perpendicular ao MFOP até ao ponto intermédio entre os ápices das raízes palatinas</p> <p><b>D:</b> Movimentação vertical do primeiro molar superior, medida a partir da linha perpendicular à maxila (ANS-PNS) até ao centroide.</p> <p><b>E:</b> Mudanças na angulação do primeiro molar, medida em relação à base craniana (SN).</p> <p><b>Dias até atingir Classe I.</b></p>	<p>Grupo Controlo: 1.7 mm por mês; Grupo Vibração: 2.9 mm por mês (71% mais em relação ao grupo de controlo <math>p= 0.03</math>).</p> <p><b>Dias para atingir a Classe I (em média):</b> Grupo Controlo: 227 dias; Grupo Vibração: 200 dias ( <math>p=0.08</math>).</p>		de investigações exploratórias preliminares.
Autor (ano)	Variáveis Medidas	Análise de Resultados	Limitações	Observações Gerais
Bowman (2014)	<p><b>Alinhamento e Nivelção da arcada mandibular;</b></p> <p><b>Alinhamento:</b> Foi definida como uma resolução suficiente das irregularidades dentárias para permitir a inserção completa de um "archwire" retangular de aço inoxidável com uma dimensão mínima de 0.017" x 0.025" ou uma liga superelástica (menor que 0.019" x 0.025" de aço inoxidável) em brackets de 0.022" x 0.028".</p>	<p><b>Alinhamento e nivelção da arcada mandibular:</b> Não houve diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos de controlo (SC e PAD) relativamente ao alinhamento ou nivelção, apesar de os participantes do grupo SC terem sido vistos num regimento de 4 semanas, em comparação às consultas de 5 a 7 semanas dos participantes do grupo PAD. SC: grupo de controlo, PAD: grupo de controlo de um estudo anterior.</p> <p><b>Efeitos da vibração da taxa de movimento dentário:</b> Houve um aumento, estatisticamente significativo, de 30% (em relação ao grupo SC) e 35% (em relação ao grupo PAD) da taxa de movimento dentário durante a nivelção da dentição mandibular no grupo de vibração complementar.</p>	<p>Dado o facto de esta ter sido uma investigação ter uma componente retrospectiva, não foram recolhidos dados de progresso capazes de representar a finalização da nivelção e alinhamento dentário, assim, não é possível fazer uma análise comparativa objetiva como o "Peer Assessment Rating", índices de irregularidade ou uma cotação ABO. Pesquisas futuras nos efeitos da vibração devem focar-se noutros parâmetros do</p>	<p>No período de tempo necessário para atingir tanto um alinhamento como uma nivelção dentária em pacientes com casos de Classe II e plano de tratamento não-extrativo, o tempo de tratamento foi reduzido através da aplicação simultânea de vibrações através de um aparelho AcceleDent®.</p>

	<p><b>Nivelação:</b> Foi definida como uma resolução suficiente das discrepâncias dentárias verticais para permitir a inserção completa de um "archwire" de aço inoxidável retangular, com uma dimensão mínima de 0.019" x 0.025", na ranhura dos brackets.</p> <p><b>Efeitos da vibração da taxa de movimento dentário;</b></p>		<p>tratamento ortodôntico, como biomecânicas diferentes, redução de dor, expressão genética e respostas tecidulares. Também devem ser testados níveis alternativos de força, frequências e durações do tempo na aplicação da vibração.</p>	
Autor (ano)	Variáveis Medidas	Análise de Resultados	Limitações	Observações Gerais
Alansari <i>et al.</i> (2018)	<p><b>Análise da taxa de movimento antero-posterior de um dente anterior inferior:</b> Através imagens intraorais digitalizadas e sobrepostas com um software de simulação digital (ClinCheck),</p> <p><b>Avaliação do nível de concentração de diferentes marcadores inflamatórios e de remodelação óssea, presentes no fluido crevicular gengival (GCF):</b> Recolhido e avaliado através de ensaio MILLIPIX MAP, no início do tratamento e no final do uso do segundo conjunto de alinhadores.</p> <p><b>Avaliação de dor relacionada com o tratamento ortodôntico:</b> Escala numérica, preenchida pelos pacientes referente a cada mudança de alinhador.</p>	<p><b>Avaliação das imagens digitais e evolução do movimento:</b> O grupo de controlo (sem vibração, com troca de alinhadores a cada 14 dias) demonstrou um movimento dentário previsto de 84%. O grupo 7-Sham apresentou um rastreamento menor, de 70% quando comparado ao grupo de controlo, um resultado estatisticamente significativo (<math>P &gt; 0.022</math>). No entanto, no grupo que trocou de alinhadores a cada 7 dias e recebeu vibração complementar (7-vibration), o rastreamento melhorou significativamente para 90% (<math>P &lt; 0.003</math>), mas este valor não foi significativamente maior quando comparado ao grupo de controlo (<math>P &gt; 0.05</math>). Quando o intervalo entre as trocas de alinhadores foi reduzido para 5 dias (5-sham), o movimento dentário não ocorreu de acordo com a previsão do ClinCheck e o progresso no tratamento não ocorreu devido ao facto de não haver uma boa inserção dos segundos e terceiros alinhadores na altura das trocas. O grupo dos 5 dias com vibração (5-vibration), apresentou um rastreamento positivo (84%) algo significativo em relação ao grupo 7-sham (<math>P &lt; 0.022</math>), mas insignificante em relação ao grupo de controlo ou 7-vibration (<math>P &gt; 0.05</math>). Sham- aparelho vibratório não funcional.</p> <p><b>Marcadores de inflamação e remodelação óssea:</b> A concentração de todos os marcadores aumentou de forma significativa no grupo de controlo e 7-sham (<math>P &lt; 0.05</math>) sem que tenha havido diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos (<math>P &gt; 0.05</math>).</p> <p>Foram também observados aumentos significativamente estatísticos da concentração destes marcadores nos grupos 5-vibration e 7-vibration, em comparação com a baseline, grupo de controlo e grupo 7-sham (<math>P &gt; 0.05</math>). Não houve diferenças significantes observadas entre os grupos 7-vibration e 5-vibration (<math>P &gt; 0.05</math>).</p> <p><b>Avaliação da dor:</b> Foi observada uma diminuição signficante em relação à dor e desconforto entre o primeiro dia de tratamento no grupo 7-vibration em</p>	<p>Existem limitações relacionadas com a cooperação dos pacientes, aos quais era requerido o uso dos alinhadores durante 22 horas por dia.</p>	<p>A estimulação vibratória complementar providenciada pelo dispositivo VPro5® durante 5 minutos diários, pode reduzir o intervalo entre as trocas de alinhadores sem afetar a eficácia do tratamento ortodôntico. A estimulação vibratória também é capaz de aumentar as concentrações dos marcadores de citocinas e de remodelação óssea no fluido crevicular gengival. A utilização do VPro5® durante 5 minutos diários reduziu significativamente a dor e o desconforto durante os primeiros 3 dias de tratamento com alinhadores.</p>

		comparação com o grupo 7-sham (P < 0.0020) e com o grupo de controlo ( P < 0.034). No terceiro dia de uso de alinhador, o grupo 7-vibration relatou níveis menores de dor e desconforto, quando comparado ao grupo 7-sham, que foi um dado estatisticamente significativo (P < 0.026). Não foram observadas diferenças entre os outros grupos.		
Autor (ano)	Variáveis Medidas	Análise de Resultados	Limitações	Observações Gerais
Leethanakul <i>et al.</i> (2016)	<p><b>Volume fluido crevicular gengival (GCF)</b> O GCF foi recolhido nos lados distal e mesial dos caninos maxilares de cada quadrante em cada um dos <i>time points</i>.</p> <p><b>Concentração de IL-1β</b> Através da utilização de um kit ELISA para a IL-1β.</p> <p><b>Movimento dentário</b> Foram utilizados uma série de modelos dentários de cada paciente para medir o movimento dentário dos caninos relativamente a um ponto estável na extremidade mediana ipsilateral da terceira ruga palatina.</p> <p><b>Time Points (Mensais):</b> Baseline: antes da colocação de brackets. T0: início da retração canina; T1: 1 mês de retração canina; T2: 2 meses de retração canina, com e sem vibração; T3: 3 meses de retração canina, com e sem vibração;</p>	<p><b>Volume de GFC:</b> Os valores de volume foram similares nos lados de tensão e pressão de ambos os grupos. Os volumes duplicaram da baseline até T1, tendo depois descido para os valores em T0 onde permaneceram durante o resto do estudo.</p> <p><b>Concentração de IL-1β:</b> No lado de pressão, Os níveis de IL-1β aumentaram após 1 mês de distoversão canina, quando comparada com a baseline no início do tratamento, tendo depois decrescido até um nível semelhante ao que esteve em T0.</p> <p>No lado de tensão, não foram observadas flutuações relativas aos níveis de IL-1β. Os dentes no grupo de controlo revelaram níveis significativamente mais elevados no lado de pressão do que no lado de tensão, após a retração canina.</p> <p><b>Movimento Dentário:</b> O movimento dentário foi mais extenso em T2 e T3 nos dentes do grupo experimental, quando comparado aos valores de T2 e T3 no grupo de controlo.</p> <p>Após o primeiro mês de retração (T2), o grupo com vibração duplicou o movimento dentário.</p>	<p>O GCF foi analisado para providenciar uma avaliação das respostas tecidulares sem causar danos ao periodonto, no entanto este estudo não teve em conta as interações celulares complexas que correm neste meio em resposta ao estímulo vibratório aplicado em combinação com as forças do tratamento ortodôntico.</p>	<p>A produção de IL-1β durante o movimento dentário decorrente do tratamento ortodôntico, pode ser medida através da análise do GCF. O estímulo vibratório, em combinação com as forças ortodônticas, é capaz de aumentar a secreção de IL-1β no GCF, sendo que também pareceu ser capaz de influenciar a atividade de reabsorção óssea, resultando numa aceleração do movimento dentário. Uma escova de dentes elétrica modificada pode ser utilizada para providenciar um estímulo vibratório num único dente, durante um curto período de tempo, sem que se denote a presença de efeitos patológicos adversos associados ao estímulo.</p>

**Legenda da tabela 3:** FACC: eixo facial da coroa clínica; OPN: osteopontina ; RANKL: ativador de recetores do fator nuclear kappa-B ligante ; SOST: esclerostina; OPG: osteoprotegerina; MMP1: Matriz metaloproteínase 1; MMP8: Matriz metaloproteínase 8; MMP9: Matriz metaloproteínase 9; MMP13: Matriz metaloproteínase 13; TNF-α: Fatores de Necrose Tumoral Alfa; IL-1β: interleucina 1 beta; IL-3: interleucina 3; IL-6: interleucina 6; IL-8: interleucina 8; IL-11: interleucina 11; IL-18: interleucina 18; DKK1: inibidor dickkopf; RMAA: taxa de alinhamento mandibular anterior; FEA: análise de

elementos finitos; FE: elementos finitos; VHS: volume de tensão hidrostática; ITT: *intent-to-treat*; PP: *per-protocol*; CBCT: tomografia computadorizada de feixe cônico; HFV: vibrações de alta frequência; PAR: *peer assessment rating*; GCF: fluido gengival crevicular; ESWT: terapia extracorpórea por onda de choque; LIPUS: ultrassom pulsado de baixa intensidade; NR: *“Not Reported”*;

## 5.DISSCUSSÃO

### 5.1 Desenho dos estudos (Tabela 1)

Os 14 ensaios clínicos em revisão englobaram um total de 693 pacientes, e todos os ensaios definiram diferentes grupos aleatórios entre os pacientes, que fizeram parte de grupos de controlo sem complemento de vibração no tratamento ortodôntico e grupos com vibração. De entre estes, 4 ensaios fizeram uso de grupos de placebo, com aparelhos vibratórios não funcionais (grupo sham) (13,21,23,24) de protocolo idêntico ao dos grupos de vibração, mas com um dispositivo não funcional, sendo que, dois deles optaram por substituir o grupo de controlo por este grupo sham.(21,23) Houve ainda um ensaio clínico onde foram utilizados grupos com protocolos de vibração de frequências diferentes(25), e outros dois onde foram utilizados grupos com protocolos de troca de alinhadores em alturas distintas(24,26). Alguns artigos utilizaram também o método de boca dividida (14,27).

### 5.2 Critérios de inclusão e exclusão dos estudos (Tabela 1)

Todos os estudos apresentaram formas de controlo, os participantes foram selecionados com base em critérios de inclusão e exclusão, sendo que, especial atenção foi tida em relação à idade, presença de doença periodontal ativa, patologias sistémicas, planos de tratamento ortodôntico com divergência grande entre os pacientes e uso de fármacos e medicamentos por parte dos mesmos. Todos estes fatores foram considerados como sendo capazes de influenciar os resultados obtidos nos ensaios clínicos. Então a procura foi orientada para a inclusão de participantes saudáveis, com planos de tratamento ortodôntico e faixas etárias semelhantes, de modo a garantir inexistência de fatores externos capazes de influenciar os resultados.

### 5.3 Objetivos dos estudos (Tabela 1)

Os objetivos delineados pelos ensaios passaram pela avaliação da vibração suplementar ao tratamento ortodôntico e a possível influencia que esta poderá ter: na taxa de movimento dentário, angulação e alinhamento, (13,14,17,20,21,23,25–30) na expressão de marcadores de remodelação óssea (14,17,24,25) e duração de tratamento (13,19,20,24,30). Foram utilizados métodos diferentes para avaliar estas variáveis, a taxa de movimento dentário foi avaliada e calculada através de uma medição de distância ao longo dos estudos, tipicamente com o auxílio de compassos digitais (13,14,17,27,28), modelos em computador

(21,23,25–27) e cefalometria (25,29). Em termos da expressão da remodelação óssea, os estudos optaram por análises do fluido crevicular gengival (GCF) (14,24,25), saliva (17) e análise da densidade óssea (20). O tempo de tratamento foi avaliado em termos de períodos de tempo até serem efetuadas trocas de alinhadores com sucesso (20,24), comparação da duração de tempo de tratamento entre os pacientes (13,19), sendo que, um estudo fez uma avaliação do tempo de tratamento através da avaliação do tempo necessário para atingir um alinhamento e nivelção da arcada, capaz de permitir a colocação de fio ortodôntico retangular de .017"x.025" de aço inoxidável, ou uma liga superelástica (mais pequena do que um fio de aço inoxidável de .019"x.025") em brackets de .022"x.028" (30). Houve ainda um estudo que avaliou as diferenças entre *status* periodontais ao longo do tratamento (21).

#### **5.4 Características dos participantes (Tabela 1)**

Em termos de dados demográficos, os pacientes não foram selecionados de acordo com o género, com a exceção de pacientes do sexo feminino, grávidas (19,24,28), no entanto, houve uma prevalência maior de participantes do sexo feminino. Em relação às idades, os estudos focaram-se maioritariamente em adolescentes e jovens adultos (13,14,17,20,25,27–30), sendo que, Kaur *et al.* (19) utilizaram o LIPUS, e trabalharam com um grupo demográfico mais velho do que os restantes, com médias de idades de  $41.37 \pm 15.02$  no grupo de controlo e  $31.36 \pm 14.41$  no grupo de estudo com alinhadores.

#### **5.5 Tratamento ortodôntico (Tabela 2)**

Os tratamentos ortodônticos executados nos estudos foram realizados principalmente através de ortodontia fixa (13,14,17,21,25,27–30), dois artigos utilizaram brackets 3M (13,28), outros dois utilizaram brackets de prescrição Roth's, com técnica de arco reto (14,25), dois usaram brackets *Butterfly System*, com adição de *Horseshoe Jet* e mini-implantes (29,30), um estudo utilizou brackets Carriere® auto-ligados (17), houve dois estudos que não especificaram o tipo de brackets utilizados (21,27). Todos os outros artigos utilizaram os alinhadores como procedimento ortodôntico (19,20,23,24,26). De entre os estudos com alinhadores, a marca Invisalign® foi a mais utilizada (19,20,23,24), sendo que, um estudo optou por utilizar alinhadores F22® (Sweden & Martina, Due Carrare (PD), Italy) (26).



## 5.6 Aplicação de forças vibratórias (Tabela 2)

Os procedimentos vibratórios mais comuns foram os de vibração de baixa frequência, aplicada através de um dispositivo comercial, o AcceleDent® (OrthoAccel Technologies, Houston, Texas, USA), este dispositivo foi utilizado em sete artigos (13,17,23,26,28–30), o seu método de operação é de força pulsada de baixa intensidade, trabalhando com uma frequência de 30Hz, e 0.25N de força. O AcceleDent® foi desenvolvido com o foco de estimular a atividade celular durante o tratamento ortodôntico através da aplicação de vibrações de baixa frequência (26) para reduzir o tempo de tratamento ortodôntico sendo que estas vibrações são capazes de influenciar a taxa de remodelação óssea (23), promover a cura de fraturas e reforçar o osso no tratamento da osteoporose(28). DiBiase *et al.* (13), classificam este aparelho como tendo 0,2N de força. Katchooi *et al.* (23) referem a utilização do dispositivo AcceleDent® Aura. Todos os dispositivos foram utilizados num protocolo de aplicação de 20min/dia, que é o tempo de uso sugerido pelo fabricante (13). Lombardo *et al.* (26) e Katchooi *et al.* (23) realizaram ensaios onde utilizaram o AcceleDent® em conjunto com alinhadores, enquanto que os restantes autores (13,17,28–30) optaram por utilizar o aparelho em conjunto com ortodontia fixa. Dois artigos (14,25) optaram pela utilização de escovas de dentes elétricas modificadas para o propósito de complemento vibratório, Siriphan *et al.* (25) utilizaram escovas (modelos não especificados) capazes de gerar vibrações de 30 e 60 Hz, com magnitude de 0.1 cN, amplitude de 3.85 µm e aceleração de 9.81 m/s<sup>2</sup>, num protocolo de aplicação de 20min diários, enquanto que Leethanakul *et al.* (14) usaram escovas modificadas ColgateMotion-Multi Action®, com frequências de 125 Hz, a frequência mais alta de todos os dispositivos adaptados através de escovas elétricas, com tempo de aplicação de 5min/3x por dia. Ambos os ensaios fizeram uso de ortodontia fixa. Dois artigos (20,24) optaram pela utilização de aparelhos VPro+® (Propel Orthodontics, NY) e VPro5® (Propel, Brooklyn, NY), para estudar efeitos de vibrações de altas frequências, ambos com frequências de 120 Hz, Shipley *et al.* (20) classificam o modo de operação do aparelho VPro+® como cíclico e Alansari *et al.* (24) referem que o dispositivo VPro5® possui uma aceleração de 0.03g. Ambos os aparelhos utilizaram um protocolo de tempo de irradiação de 5min/dia, sendo que ambos os autores optaram pelo uso de alinhadores. Falkensammer *et al.* (21) utilizaram um aparelho Orthogold® 100 (MTS/TNT Konstanz, Germany), para realizarem ESWT, uma terapia capaz de aumentar a osteogénese, possuindo também um efeito microbicida contra algumas bactérias

específicas. O aparelho funcionou num ciclo de 5 pulsos por segundo, até serem aplicadas 1000 pulsações, com uma densidade de energia de 0.19-0.23 mj/mm<sup>2</sup>. Kaur *et al.* (19) optaram pelo uso de LIPUS, um método utilizado previamente para tratar fraturas ósseas, sendo que também é capaz de minimizar a reabsorção radicular de origem ortodôntica. O estímulo vibratório foi aplicado através de um aparelho Aevo System® (SmileSonica Inc., Edmonton, AB, Canada), com uma frequência ultrassônica de 1.5 MHz, duração de pulsação de 200 µs, taxa de repetição de pulso de 1 kHz com uma intensidade de 30mW/cm<sup>2</sup>. O tempo de irradiação foi de 20min/dia, tal como os ensaios onde foi utilizado o AcceleDent® e o ensaio de Siriphan *et al.* (25). Liao *et al.* (27), optaram por utilizar o dispositivo Oral B® (USA) Humming Bird, com força de 0.2N, o tempo de aplicação foi de 10min/dia, adaptado para produzir vibrações a uma frequência de 50Hz, tornando-se assim, em conjunto com Siriphan *et al.* (25) (60Hz) o segundo ensaio clínico a operar nestas frequências médias.

### 5.7 Variáveis medidas (Tabela 3)

Os diferentes estudos optaram por variáveis diferentes no que toca às análises centrais dos ensaios clínicos, utilizando técnicas variadas para determinar as mesmas, sendo que houve uma maior prevalência centrada em torno da avaliação do movimento dentário, rotação e angulação. DiBiase *et al.* (13) avaliaram a taxa inicial de fecho de espaço na arcada mandibular e a taxa geral de fecho de espaço, medidos através de um compasso digital, colocado entre o ponto de contacto mais concavo entre o segundo pré-molar e o canino. Avaliaram também a duração de tratamento, número de visitas, quebra de instrumentos e redução do índice de PAR (Peer Assessment Rating) através de modelos de gesso avaliados por um único examinador. Por outro lado, Lombardo *et al.* (26) utilizaram modelos digitais feitos em diferentes fases do ensaio através de um scanner Trios® (3Shape, Copenhagen, Denmark), assim como modelos finais para comparar o resultado final com as análises de precisão/imprecisão realizadas no início do tratamento. Foi planeada uma rotação de 2° por alinhador, 2.5 ° de inclinação vestibulo-lingual e mésio-distal, tendo utilizado também o programa VAM software® (Vectra; Canfield Scientific, Farifield, New Jersey, USA) para comparar as posições dentárias, planos, ângulos de referência, inclinação e rotação de cada dente. Calcularam ainda a média de prescrição e imprecisão para cada dente, assim como um valor de precisão. Falkensammer *et al.* (21) mediram a movimentação antero-posterior, inclinação e rotação de molares através de impressões da arcada mandibular dos

participantes, realizadas em intervalos mensais, foram criados modelos digitais através destas impressões com um *strip-light scanner* (S600 ARTI Zirkozahn GmbH, Gais, Italy) e a análise foi efetuada no software OnyxCeph® (Image Instruments Inc., Chemnitz, Germany). Procederam também à realização de três status periodontais nos pacientes, através de uma sonda periodontal calibrada (click-probe®, KerrHawe SA, Bioggio, Switzerland) em 3 locais (mesial, distal e vestibular/palatino/lingual) nas faces vestibulares e palatinas/linguais do molar, de forma a avaliar o impacto do ESWT nestes parâmetros, assim como o seu impacto na taxa de movimento dentário ortodôntico, enquanto que Pavlin *et al.* (28), efetuou medições diretas do fecho do espaço na boca dos pacientes para calcular taxas médias de movimento dentário, analisando as mesmas para as populações ITT (intent-to-treat) e PP (per-protocol). O cálculo da taxa de movimento dentário passou pelo cálculo de movimento de cúspide canina maxilar, em relação ao ponto estável de posicionamento de um TAD (Tomas-pin, Dentaurum, Ispringen, Germany). Shipley *et al.* (20) avaliou os efeitos de alta vibração na fase de tratamento do movimento ortodôntico em relação ao movimento dentário/troca de alinhadores enquanto que, Siriphan *et al.* (25) utilizaram modelos digitais sobrepostos no programa Ortho Analyser® (3Shape; Copenhagen, Denmark) para calcular as taxas de movimento dos caninos e primeiros molares, assim como a rotação canina e angulação dos dentes. Utilizaram também, cefalogramas para analisar diferenças na angulação do canino e primeiro molar, do mesmo modo, Bowman (29) utilizou dois cefalogramas, um executado após a colocação de mini-implantes e Horseshoe Jet na boca dos pacientes, e outro executado após o final da distoversão do primeiro molar maxilar. Estes cefalogramas foram melhorados digitalmente e depois imprimidos numa proporção de 1:1. Cada par de cefalogramas foi traçado por um único examinador, tendo sido depois sobrepostos de modo a poder analisar: a movimentação distal da coroa do primeiro molar superior, medida a partir da linha perpendicular ao plano oclusal funcional mediano (MFOP) até ao ponto de contacto mesial; a movimentação distal da coroa do primeiro molar superior relativa à linha da pterigoide vertical ao centroide; a movimentação distal do ápex do primeiro molar superior, medida a partir da linha perpendicular ao MFOP até ao ponto intermédio entre os ápices das raízes palatinas; a movimentação vertical do primeiro molar superior, medida a partir da linha perpendicular à maxila (ANS-PNS) até ao centroide; e, por fim, para analisar as mudanças na angulação do primeiro molar, medida em relação à base craniana (SN). Bowman também

analisou os dias necessários para atingir a Classe I entre os pacientes nos dois grupos (controlo e com vibração). Alansari *et al.* (24) efetuaram scans digitais intraorais (iTero Element; Align Technology Inc., Santa Clara, CA) no início e no final do estudo, para análise da taxa de movimentação antero-posterior de um dente anterior inferior, e rastreamento através imagens intraorais digitalizadas e sobrepostas com o software de simulação digital ClinCheck 3.0® (Align Technology Inc.). Enquanto que, Leethanakul *et al.* (14) realizaram uma série de modelos dentários de cada paciente, com a finalidade de medir o movimento dentário dos caninos relativamente a um ponto estável na extremidade mediana ipsilateral da terceira ruga palatina. Por outro lado, Liao *et al.* (27) focaram a componente clínica, através de medições intraorais com compassos digitais calibrados para analisar o fecho de espaço, medido através de pontos estáveis medidos entre os espaços de abertura da mola nos clips dos brackets SPEED® (Strite Industries Cambridge, Ontario, Canada), a retração canina foi analisada entre a cúspide canina e a cúspide méso vestibular do primeiro molar. Foram realizadas impressões e feitos modelos que mais tarde foram digitalizados e medidos através do programa CorelDraw X5® (Corel Corporation, Ottawa, Canada). Os autores também criaram modelos digitais da maxila, baseados em imagens de tomografia computadorizada (CT), que foram utilizados para fazer uma análise de elementos finitos relativamente aos efeitos de diferentes frequências de vibração no VHS (*volume-average hydrostatic stress*).

O alinhamento dentário foi também motivo de foco em alguns estudos, noutra estudo realizado por Bowman (30), foram analisados os efeitos da vibração nas taxas de alinhamento e nivelamento dentário na arcada mandibular, o alinhamento foi definido pelo autor como uma resolução suficiente das irregularidades dentárias para permitir a inserção completa de um arco retangular de aço inoxidável com uma dimensão mínima de 0.017" x 0.025" ou uma liga superelástica (menor que 0.019" x 0.025" de aço inoxidável) em brackets de 0.022" x 0.028". De forma similar, o autor definiu o nivelamento como uma resolução suficiente das discrepâncias dentárias verticais para permitir a inserção completa de um fio ortodôntico de aço inoxidável, retangular, com uma dimensão mínima de 0.019" x 0.025", na ranhura dos brackets. Enquanto que, Reiss *et al.* (17) realizaram uma análise de modelos dentários para determinar a taxa de alinhamento mandibular anterior (RMAA), assim como uma análise de canino a canino, em modelos, através do índice de irregularidade de Little. Além disso, foi também avaliada a cooperação dos participantes naquilo que toca ao uso

do aparelho AcceleDent®, pois cada dispositivo era capaz de guardar dados relativos a este parâmetro com cada utilização. Katchooi *et al.* (23) teceu comparações entre as percentagens de participantes que completaram com sucesso as séries de alinhadores em intervalos de uma semana, em vez de duas. Para os pacientes que foram bem sucedidos, foi analisado o alinhamento dos dentes anteriores, através de modelos digitais, no programa OrthoCAD® (Cadent, Carlstadt, NJ), onde foi medido o índice de irregularidade dos dentes. De outro modo, Kaur *et al.* (19) analisaram o número de dias necessário para cada troca de alinhador, assim como a duração geral do tratamento ortodôntico efetuado no ensaio clínico, tecendo comparações entre o grupo LIPUS e o grupo de controlo.

Houve também diversos estudos que salientaram a remodelação óssea como foco, especialmente através da avaliação de marcadores, de modo a poder verificar de que maneira a vibração poderia influenciar a concentração dos mesmos ao longo dos ensaios, Reiss *et al.* (17) optou por realizar uma recolha de amostra salivar e analisar a mesma num ensaio Multiplex para observar biomarcadores diferentes: osteopontina (OPN), ativador de recetores do fator nuclear kappa-B ligante (RANKL), esclerostina (SOST), osteoprotegerina (OPG), matriz metaloproteinase 1 (MMP1), metaloproteinase 8 (MMP8), matriz metaloproteinase 9 (MMP9), , matriz metaloproteinase 13 (MMP13), fatores de Necrose Tumoral Alfa (TNF- $\alpha$ ), interleucina 1 beta (IL-1 $\beta$ ), interleucina 3 (IL-3), interleucina 6 (IL-6), interleucina 8 (IL-8), interleucina 11 (IL-11), interleucina 18 (IL-18) e inibidor dickkopf (DKK1), por outro lado, Siriphan *et al.* (25) recolheram amostras de GCF com o propósito analisar o volume do GCF assim como as concentrações de RANKL e OPG. As amostras foram recolhidas através de PerioPaper strips® (Oralflow Inc., Smithtown, NY), o volume foi analisado através de um Periotron 8000® (Siemens Medical Systems, Inc., Iselin, NJ), e as concentrações de RANKL e OPG foram avaliadas usando um kit de ELISA (Duoset® ELISA Development Kits; R&D Systems, Minneapolis, MN). Do mesmo modo, Leethanakul *et al.* (14) analisou os índices gengivais e de placa, e recolheu, 5 vezes ao longo do ensaio clínico, dos lados mesiais e distais dos caninos, GCF, com a finalidade de avaliar os níveis de concentração da interleucina (IL)-1 $\beta$ . Os tempos de recolha de amostras de GCF foram antes do início da retração canina (T0), 1 mês após o início procedimento de retração (T1), 2 meses após o procedimento de retração, com vibração (T2) e 3 meses após, com vibração (T3). A recolha foi efetuada através de pontas de papel (HygenicH; Coltene/Whaledent Inc, Langena, Germany). Alansari *et al.* (24) também avaliaram o nível de diferentes marcadores

inflamatórios e de remodelação óssea, presentes no GCF, como IL-1 $\beta$ , calculando as concentrações dos mesmos. O fluido crevicular gengival foi recolhido no início do estudo e no final do uso do segundo conjunto de alinhadores. Por fim, Shipley *et al.* (20) avaliaram a diferença de densidade óssea no antes e pós-tratamento, medida através de tomografia computadorizada de feixe cónico (CBCT).

Katchooi *et al.* (23) e Alansari *et al.* (24) questionaram ainda, os pacientes acerca da percepção da dor, comparando os resultados entre os respetivos grupos de controlo e grupos com vibração suplementar ao tratamento ortodôntico com alinhadores.

### 5.8 Resultados Finais (Tabela 3)

Dos estudos que fizeram uso do aparelho AcceleDent®, Lombardo *et al.* (26), definiram como hipótese nula que não haveriam diferenças significativas na precisão dos movimentos dentários prescritos (angulação mesio-distal e vestibulo-lingual, e rotação dentária) em referência a qualquer um dos dentes dos participantes, independentemente de receberem tratamento ortodôntico em que os alinhadores eram substituídos a cada 14 dias (Grupo A), ou tratamento ortodôntico com troca de alinhadores a 14 dias associado a vibrações de baixa frequência (Grupo B) e frequências de baixa vibração em conjunto com um protocolo de troca de alinhadores a cada 7 dias (Grupo C). Em relação a esses parâmetros, o grupo B teve 4 pacientes nos quais foram identificados movimentos significativamente precisos em comparação aos outros grupos: 1. Rotação de incisivos superiores mais precisa que no grupo A ( $P=0.016$ ); 2. Movimentação vestibulo-lingual dos caninos superiores mais precisa do que no grupo C ( $P=0.007$ ); 3. Movimento mesio-distal dos caninos superiores mais preciso que no grupo C; 4. Movimento vestibulo-lingual dos molares superiores mais preciso que no grupo C ( $P=0.0001$ ). Não houve diferenças significativas na precisão do posicionamento entre os grupos A, B e C na arcada inferior. Os autores não encontraram diferenças significativas relativamente à precisão, no que diz respeito à substituição de alinhadores a cada 7 dias com um complemento de vibração comparativamente à troca de alinhadores a cada 14 dias sem vibração, no entanto a baixa vibração providenciada pelo AcceleDent® aparentou ser capaz de favorecer e melhorar a precisão do protocolo ortodôntico com alinhadores, relativamente à rotação de incisivos superiores.

Reiss *et al.* (17), por outro lado não detetaram diferenças significativas em relação à expressão de biomarcadores salivares na remodelação óssea, nem em relação à taxa de

alinhamento mandibular anterior (RMAA), sendo que a hipótese nula seria que a vibração suplementar não iria surtir efeitos ou evidenciar diferenças significativas em relação a estes parâmetros. No entanto, relataram que a média do cumprimento com o protocolo de vibração por parte dos pacientes foi apenas de 53% (10.6 minutos/dia) durante o curso dos 3 meses do estudo, algo que poderia ter influenciado os resultados finais e não demonstrar corretamente os efeitos do AcceleDent®. Os biomarcadores também não apresentaram nenhuma correlação com mudanças no índice de irregularidade em nenhuma altura do estudo.

Pavlin *et al.* (28), definiram a hipótese nula de que a vibração suplementar fornecida pelo aparelho AcceleDent® não ira ter qualquer tipo de efeito estatisticamente significativo na taxa de movimento quando comparada a um grupo de controlo sob tratamento ortodôntico convencional. O *outcome* primário consistiu na análise de ambos os grupos relativamente ao ITT e PP, a taxa de movimento foi calculada para cada quadrante de cada participante. Os autores concluíram na análise ITT que não havia diferenças significativas relativamente à idade, etnia ou peso dos participantes. Relativamente ao *outcome* primário, a taxa média de movimento no grupo AcceleDent® foi de 1.16mm/mês, mais rápida quando comparada ao grupo de controlo, que obteve um valor de 0.79mm/mês, uma diferença de 0.37mm/mês ( $P=0.05$ ). Na análise PP, o movimento dentário também foi significativamente mais rápido ( $P=0.02$ ), no grupo AcceleDent®, com uma taxa média de movimento dentário de 1.25mm/mês, quando comparada ao grupo de controlo, com apenas 0.89mm/mês, uma diferença de 0.36mm/mês. Os autores concluíram que uma vibração de 0.25N e uma frequência de 30Hz como complemento ao tratamento ortodôntico convencional pode aumentar significativamente a taxa de movimento dentário.

Katchooi *et al.* (23), estipularam como *outcome* primário, a comparação das percentagens de participantes que foram bem sucedidos no protocolo de troca de alinhadores todas as semanas, e como *outcome* secundário a avaliação do alinhamento atingido nos dentes anteriores, também dos pacientes que completaram com sucesso as trocas semanais de alinhadores, através da medição de índices de irregularidade no principio e final do tratamento. Para medir estes índices, os autores utilizaram o programa OrthoCAD® (Cadent, Carlstadt, NJ). Foi registada também a cooperação com o protocolo dos participantes, através do uso de questionários, indicadores de uso azul nos alinhadores (blue-dot indicators), e dados de tempo de uso recolhidos diretamente dos aparelhos

AcceleDent®. Por fim, os autores também recolheram dados, relativos à dor e qualidade de vida, através de questionários com escalas numéricas. Não se verificaram diferenças significativas entre os grupos, relativamente à taxa de sucesso dos participantes que realizaram o tratamento com regime de troca de alinhadores de 1 semana ( $P=1$ ). Também não se verificaram diferenças significativas relativamente ao índice de alinhamento dos incisivos no final do tratamento. Os dados recolhidos relativamente à cooperação dos pacientes com o protocolo de vibração demonstraram que foram cooperantes em ambos os grupos (vibração e placebo). Relativamente à dor, houve uma tendência para valores mais baixos na escala numérica no grupo AcceleDent®, no entanto estes valores só foram verificados no terceiro dia de uso do primeiro conjunto de alinhadores, sendo que os resultados relativos à qualidade de vida foram semelhantes entre os grupos. Sendo assim, os autores não obtiveram resultados favoráveis ao uso do aparelho AcceleDent® Aura relativamente à troca prematura de alinhadores, efeito no alinhamento dentário em regimes de troca de alinhadores de 1 semana, redução de níveis de dor ortodôntica e vertentes associadas a uma melhoria na qualidade de vida dos participantes do ensaio.

Dibiase *et al.* (13), adotaram a hipótese nula de que o uso de vibração suplementar não seria capaz de aumentar a taxa de fecho de espaço na arcada mandibular, nem melhorar os resultados finais do tratamento. O *outcome* primário era a taxa inicial de fecho de espaço na arcada mandibular, e o secundário incluía a taxa geral de fecho do espaço, duração geral do tratamento, número de visitas, número de quebras de equipamento e a redução, absoluta e relativa do valor PAR durante o tratamento. Relativamente ao *outcome* primário da taxa inicial de fecho de espaço na arcada mandibular, a mediana entre todos os participantes foi de 0.89mm por mês (IQR, 0.56-1.33 mm/mês) sem diferenças significativas entre os grupos ( $P=0.61$ ). Em relação ao *outcome* secundário, não houve diferenças significativas entre os três grupos (grupo com vibração AcceleDent e ortodontia fixa, grupo com aparelho vibratório não funcional e ortodontia fixa e grupo de ortodontia fixa), na taxa geral de fecho de espaço na arcada mandibular, duração total do tratamento, número de visitas, número de quebras de equipamento e valores de PAR. No entanto os autores referiram que existiram fatores capazes de influenciar a taxa geral de fecho do espaço ( $P<0.05$ ), nomeadamente o género, o tipo de extração que tinha sido efetuada na maxila, e a quantidade de espaço a ser fechada, sendo estes pacientes do sexo masculino, com procedimento de extração de dentes anteriores superiores e um espaço mais alargado

na baseline. Os autores não relataram benefícios da associação da vibração ao tratamento ortodôntico, relativamente à taxa de fecho de espaço, duração de tratamento e resultado final. O uso de vibração complementar não aumentou as taxas de quebras de equipamentos durante o estudo, apesar de também não ter conferido vantagens nesse aspeto, concluindo que os pacientes que decidam comprar estes aparelhos de vibração (AcceleDent®), estão sujeitos ao fardo do custo, sem os benefícios publicitados.

Bowman (29), não encontrou diferenças significativas entre os grupos no que diz respeito à inclinação, intrusão ou distorsão da coroa do primeiro molar superior, nem no número de dias necessários para atingir uma Classe Molar I ( $p=0.08$ ). No entanto refere que o movimento dentário foi maior no grupo de vibração em 27% ( $p=0.053$ ), sendo que também houve um maior movimento do ápex da raiz molar nesse grupo de cerca de 71% ( $p=0.03$ ). Bowman obteve resultados que considerou ser de significância modesta relativamente ao uso do aparelho AcceleDent®, obtendo alguns resultados positivos, mas não significativos, relativamente ao movimento dentário e duração de tratamento. Relativamente a um outro estudo levado a cabo pelo mesmo autor (30), este não encontrou diferenças significativas entre os grupos, no que toca ao alinhamento e nivelamento da arcada mandibular, o autor também refere que os pacientes que tiveram associado ao tratamento ortodôntico o dispositivo AcceleDent® atingiram o alinhamento dos dentes mandibulares mais rápido quando comparados aos grupos de controlo, uma diferença de 29%, no entanto não houve diferenças estatisticamente significativas. Relativamente ao nivelamento, o grupo de ortodontia e vibração através do aparelho AcceleDent® também foi mais rápido quando comparado aos outros grupos de controlo, (30% relativamente ao grupo de controlo e 35% em relação ao grupo de controlo a que o autor chama, pré-AcceleDent®, um grupo de pacientes classe II, tratado com ortodontia fixa e sem vibração, antes do ensaio em questão) as diferenças destes resultados foram estatisticamente significativas ( $p=0.0486$  entre o grupo com vibração AcceleDent® e o grupo de controlo e  $p=0.0224$  entre o grupo com vibração AcceleDent® e o grupo Pré-AcceleDent®). Demonstrou assim, que o aparelho AcceleDent® poderia reduzir o tempo de tratamento em casos de pacientes com Classe II e um plano de tratamento sem extrações.

Relativamente aos estudos que decidiram optar pela utilização de uma escova modificada para fornecer o estímulo vibratório complementar, Siriphan *et al.* (25), não encontraram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos relativamente aos parâmetros

avaliados, os estímulos vibratórios de 30 e 60 Hz não se manifestaram de forma significativa nas taxas de movimento canino quando comparados entre os grupos, sendo que foram obtidas médias de: 0.82, 0.87 e 0.83 mm/mês ( $P>0.05$ ), nos grupos de 30, 60 Hz e controlo, respetivamente. O mesmo se passou com as inclinações molares e caninas, onde não houve nada de significativo em termos estatísticos ( $P>0.05$ ). Relativamente às expressões de RANKL, OPG e proporção RANKL/OPG, os autores não encontraram diferenças significativas entre os grupos em nenhuma fase do tratamento, mencionando apenas que dentro do grupo de controlo, houve uma concentração de RANKL menor no lado de compressão em T1, quando comparado a T2, T3 e T4 ( $P<0.001$ ). Concluindo assim que as vibrações de 30 e 60 Hz não foram capazes de afetar as taxas e secreção de RANKL e OPG. A vibração também não foi capaz de acelerar a taxa de movimento dentário, quando comparada ao tratamento ortodôntico convencional.

Por outro lado, no estudo efetuado por Leethanakul *et al.* (14), os autores relataram que os valores do volume de GCF foram semelhantes nos lados de tensão e compressão, sendo que aumentaram a partir do início do estudo até duplicarem durante a primeira medição em T1 (um mês após distorsão canina) voltando a descer posteriormente para valores similares aos iniciais durante o resto do tratamento. Não houve diferenças significativas entre os grupos, com a exceção de um único valor, no lado de pressão após a vibração ser aplicada durante dois meses ( $P=0.022$ ). Em relação à concentração de IL-1 $\beta$ , no lado de pressão, os níveis aumentaram no primeiro mês, tendo depois voltado a descer, à semelhança do que aconteceu com o volume de GCF. No lado de tensão, os níveis mantiveram-se estáveis durante todo o tratamento, sem alterações significativas a assinalar. O movimento dentário, foi mais extenso no grupo experimental, sendo que após o primeiro mês de retração, o grupo com vibração duplicou a taxa de movimento dentário. Os autores chegaram à conclusão de que as forças vibratórias são capazes de aumentar a secreção de IL-1 $\beta$  no GFC, evidenciando a capacidade para o estímulo influenciar atividade de reabsorção óssea, que por sua vez resulta na aceleração do movimento dentário. Também foi salientado que o uso de uma escova de dentes modificada para providenciar um estímulo vibratório a um único dente por um curto período de tempo, não gerou qualquer tipo de efeitos patológicos adversos.

Liao *et al.* (27), que utilizaram um dispositivo Oral B® (USA) Humming Bird como fonte de estimulação vibratória, observaram que a taxa total de fecho de espaço dentário foi maior



quando se associou a vibração ao tratamento ortodôntico, e obtiveram resultados com significância através da análise de modelos de estudo ( $P=0.022$ ) assim como através de medições intra-orais. A distorsão no lado do canino associado com vibração também foi significativamente maior ( $P=0.009$ ). Na análise de elementos finitos (FEA), a simulação da vibração de 50Hz aumentou o VHS do ligamento periodontal dos caninos na vibração direcionada para mesio-distal (9.2%) e lingual-vestibular (10.8%). A maior amplificação induzida pela vibração de 50Hz, foi no incisivo lateral com vibração no sentido mesio-distal, e no primeiro pré-molar, com vibração no sentido lingual-vestibular. O aumento da resposta dos tecidos variou entre 7.3% a 13.5%. As maiores amplificações dos caninos, primeiros e segundos pré-molares, foram no sentido lingual-vestibular. Os autores obtiveram uma extensão de fecho de espaço na distorsão canina significativamente maior no grupo com vibração, chegando à conclusão de que um estímulo vibratório de 50Hz aplicado a um único dente, diariamente, poderá estar indicado para acelerar a distalização de caninos e as análises computacionais realizadas pelos autores demonstraram que um aumento das frequências de vibração será capaz de amplificar a resposta do ligamento periodontal.

No que toca aos 2 estudos que optaram por vibrações de alta frequência (120 Hz, aplicadas pelo aparelho VPro5®), Shipley *et al.* (20), definiram a hipótese nula de que a vibração através do HFV não produziria diferenças significativas relativamente à taxa de movimento dentário, e em relação às mudanças de densidade óssea, antes e depois do tratamentos. A hipótese alternativa foi que o grupo tratado com HFV como complemento do tratamento ortodôntico, iria demonstrar aceleração do movimento dentário e um aumento da densidade óssea comparativamente ao baseline pós tratamento. Relativamente à troca de alinhadores/duração de tratamento, o grupo HFV evidenciou trocas mais rápidas e um menor tempo de tratamento, em média, a troca de alinhadores foi realizada de  $5.2 \pm 2.2$  dias ( $P=0.0001$ ) e o tempo total de tratamento foi de  $135 \pm 27$  dias ( $P=0.002$ ), o grupo de controlo apresentou valores de troca de alinhadores de  $8.7 \pm 1.2$  dias e a duração total de tratamento foi de  $252 \pm 59$  dias. O grupo HFV também apresentou uma densidade óssea, medida em unidades de Hounsfield (HU), significativamente aumentada em ambas as arcadas ( $302.7 \pm 35.1$  HU;  $P = 0.001$  na arcada superior, e  $101.4 \pm 129.4$  HU;  $P = 0.008$  na arcada inferior) enquanto o grupo de controlo não apresentou diferenças estatisticamente significativas entre os exames CBCT ( $-0.44 \pm 6.23$  HU;  $P = 0.83$  na arcada superior e  $2.86 \pm 8.43$  HU;  $P=0.33$  na arcada inferior). O HFV foi capaz de permitir trocas de alinhadores mais

prematuras, que por sua vez foi capaz de diminuir o tempo de tratamento em casos de apinhamentos mínimos a moderados. O grupo HFV também demonstrou um aumento significativo da densidade alveolar óssea, quando comparado aos valores recolhidos pré-tratamento, enquanto o grupo de controlo não demonstrou mudanças significativas nesse parâmetro. Por sua vez, o dispositivo de 120 Hz acelerou a troca de alinhadores, o movimento dentário, assim como foi capaz de melhorar significativamente a densidade óssea, na zona anterior, dos pacientes, evidenciando benefícios quando comparado a um protocolo de tratamento puramente ortodôntico.

Enquanto que, no ensaio de Alansari *et al.* (24), a percepção da dor e desconforto por parte dos pacientes revelou resultados estatisticamente significativos, o grupo de vibração e protocolo de troca de 7 dias relatou uma resposta mais positiva em comparação aos outros grupos (Controlo e Troca de 7 dias com aparelho *sham*). Sendo que no terceiro dia, o mesmo grupo (troca de 7 dias) voltou a relatar níveis de desconforto e dor menores, quando comparados ao grupo 7-*sham*. No entanto não houve mais nenhum resultado significativo em torno destes parâmetros acerca de mais nenhum grupo. Foram encontrados alguns resultados significativos no que toca à análise dos biomarcadores de inflamação e remodelação óssea, a concentração destes marcadores aumentou nos grupos de controlo e 7-*sham*, quando comparados aos valores recolhidos antes do início do tratamento. Também houve aumentos de concentração significativos nos grupos de troca de alinhadores a 5 e 7 dias, com vibração complementar, sendo que estes dois grupos revelaram uma concentração maior quando comparados com os grupos de controlo e 7-*sham*. No caso dos pacientes que adotaram o protocolo de troca de alinhadores a cada 5 dias sem vibração (5-*sham*), os dentes não tiveram tempo para se moverem de acordo com as previsões feitas pelos autores, sendo que não foi possível completar o tratamento. O dispositivo VPro5®, foi assim capaz de reduzir os intervalos entre trocas de alinhadores por parte dos pacientes, assim como, aumentar as concentrações dos biomarcadores de citocinas e de remodelação óssea, no fluido crevicular gengival. Por fim, o VPro5® também reduziu significativamente a dor e o desconforto dos pacientes, durante os primeiros 3 dias de tratamento com alinhadores.

Falkensammer *et al.* (21), utilizaram o ESWT, e adotaram a hipótese nula de que a terapia por ondas de choque não seria capaz de acelerar o movimento ortodôntico ou alterar o status periodontal dos pacientes. O ensaio não revelou diferenças significativas entre os

grupos, relativamente ao movimento dentário antero-posterior, inclinação e rotação. Houve diferenças na inclinação vestibulo-lingual no primeiro ( $p=0-44$ ), terceiro ( $p=0.03$ ) e quarto ( $p=0.03$ ) mês de movimento dentário entre o grupo placebo e o grupo de tratamento. Houve também uma redução significativa do índice de placa bacteriana no grupo de tratamento, quando comparado ao grupo de placebo, ( $p=0.003$ ), no entanto não houve diferenças significativas relativamente à profundidade de sondagem ( $p=0.52$ ) e índice de sangramento ( $p=0.55$ ). Os autores também mencionam que não ocorreram quaisquer problemas patológicos negativos relacionados à aplicação desta tecnologia de ondas de choque no decorrer do ensaio. No entanto não foram verificadas não obtiveram melhorias relativamente à velocidade do movimento dentário, ou alterações no status periodontal dos participantes.

No caso do ensaio realizado por Kaur *et al.* (19), os pacientes tratados com as vibrações suplementares fornecidas pelo LIPUS mostraram uma diminuição significativa ( $p<0.05$ ) relativa ao número de dias por alinhador quando comparadas ao grupo de controlo, sendo que a média do grupo LIPUS foi ( $6.02 \pm 1.49$  dias) e a do grupo de controlo ( $10.81 \pm 3.31$  dias). A média do número de dias/alinhador por tipo de classe de maloclusão também foi significativa ( $p<0.05$ ), sendo que os pacientes em Classe III revelaram médias de tratamento mais pequenas quando comparadas a pacientes com Classe I e Classe II. A duração de tratamento foi igualmente reduzida em pacientes no grupo LIPUS ( $541.44 \pm 192.23$  dias) quando comparada à duração do grupo controlo ( $1061.05 \pm 455.64$  dias), apresentando uma redução de 49% na taxa geral de tempo de tratamento.

### 5.9 Limitações (Tabela 3)

Lombardo *et al.* (26), afirmaram que uma amostra maior do que aquela utilizada no estudo seria capaz de proporcionar resultados mais claros e uma capacidade maior de sistematizar relativamente aos efeitos da ação da vibração. Os autores também mencionaram que a metodologia adotada para fazer medições não apresentavam um nível de reprodutibilidade alto para outros autores. Também expressaram que gostariam de ter incluído um grupo placebo, com um dispositivo sham, não funcional, à semelhança daquilo que acontece noutros estudos, assim como um grupo com troca de alinhadores a cada 7 dias. No caso de Reiss *et al.* (17), os autores mencionaram o facto de terem uma amostra de participantes limitada, assim como uma variabilidade grande em relação aos biomarcadores salivares



analisados. Referiram ainda que o cumprimento do uso do aparelho AcceleDent® por parte dos pacientes ficou aquém do ideal, sendo que esse incumprimento pode ter influenciado os resultados finais do ensaio. Esta é também uma possível limitação do estudo de Liao *et al.* (27), que referem ainda a possibilidade de a magnitude da força vibratória poder ser maior do que 0.2N devido à influência da mão aquando da aplicação do aparelho vibratório, assim como através da mordida do paciente. Os autores aludiram ainda à possibilidade de terem sobre-avaliado a quantidade de movimento dentário na cavidade oral através das medições intraorais, devido a uma possível rotação distal canina. Por fim também explicam que o modelo de elementos finitos (FE) utilizado para simular outras frequências vibratórias generaliza a estrutura dentária de uma população muito grande, sendo que pode não levar em conta alterações na morfologia ou discrepâncias nas propriedades dos materiais. Num estudo sobre a densidade trabecular óssea na maxila e na mandíbula por Di Stefano *et al.* (31), foi verificado que esta difere, e é tipicamente mais densa na mandíbula do que na maxila, os pacientes do sexo feminino apresentam uma média de densidade menor em relação aos participantes masculinos, e variando de dente para dente entre os participantes, sendo que os autores concluíram que no geral a densidade óssea se apresenta como um fator altamente variável de paciente para paciente, sendo que a sua análise deve ser tratada de acordo e não generalizada. No caso de Shipley *et al.* (20), estes referiram que a análise da densidade óssea através do CBCT apenas se focou nas mudanças da zona anterior da boca, sendo que a zona posterior não foi avaliada. Foi também aludido o facto de que os pacientes trocaram alinhadores quando estes atingissem um estado de passividade na boca, de modo a evitar a produção de forças intermitentes, em favor de forças contínuas. Katchooi *et al.* (23) por sua vez, encomendaram alinhadores com um ponto azul que permitia avaliar o cumprimento dos pacientes com a sua utilização ao longo do tratamento, no entanto estes pontos foram desenhados para providenciar informações ao longo de duas semanas, sendo que como o estudo utilizou trocas semanais, os pontos azuis não foram capazes de fornecer muita informação aos autores. Também referiram que o tempo de uso de determinados alinhadores foi prolongado, de modo a que os pacientes pudessem executar trocar simultâneas em ambas as arcadas, de modo a terem um número igual de alinhadores ativos. Referiram ainda que a média de alinhadores adicionais foi de 5, sendo que este número não teria um efeito grande no movimento dentário programado para cada alinhador. DiBiase *et al.* (13) referem que houve muitos desistentes entre os participantes,

pelo que o estudo pode ser potencialmente suscetível ao viés de perda de seguimento, os autores também demonstraram preocupação com a consistência dos mecanismos de fecho de espaço utilizados no estudo, visto que estes não foram quantificados e podem variar conforme o tipo de extração executada nos pacientes, sendo que a taxa de movimento dentário poderá ser afetada por este fator. Por fim, também abordam o facto de que a recolha de dados relativa ao movimento dentário ter sido efetuada num período muito posterior ao atingimento da posição desejada, referindo que é difícil escapar a este detalhe se os pacientes não forem avaliados semanalmente. Siriphan *et al.* (25) mencionam que a recolha de fluido crevicular gengival apenas permite a análise de citocinas em formas solúveis, sendo que esse fator pode estar relacionado com a falta de resultados significativos na análise da concentração das mesmas ao longo do estudo. Leethanakul *et al.* (14) referem que o foco de análise do GCF consistiu na averiguação das respostas tecidulares, sem causar danos ao periodonto, no entanto não foi tido em conta as interações celulares complexas que correm neste meio em resposta ao estímulo vibratório aplicado em combinação com as forças do tratamento ortodôntico. Por fim, Falkensammer et al. (22) referem que a redução do índice de placa do grupo de tratamento, poderá ter sido influenciada por uma melhor higiene oral por parte dos pacientes e não um efeito do ESWT. Quatro estudos (19,28–30) não referiram limitações.

### **5.10 – Considerações finais**

A vibração aplicada através do dispositivo AcceleDent®, com frequência de 30Hz, revelou uma capacidade para melhorar a precisão relativamente à rotação de incisivos superiores, aumentar a taxa de movimento dentário, assim como produzir uma redução do tempo de tratamento em pacientes com Classe II(26,28–30). No entanto também se mostrou como um método inconsistente, nem sempre produzindo resultados favoráveis(13,17,23). O uso de um aparelho Oral B® Humming Bird, operando a 50 Hz, foi capaz de melhorar o movimento de distoversão canina, aquando da aplicação das vibrações a um único dente(27). De forma similar, o HFV aplicado a 120 Hz através dos dispositivos VPro+®, demonstrou ser capaz de levar a trocas prematuras de alinhadores, uma redução de tempo de tratamento, para além de demonstrar uma capacidade para aumentar a concentração de marcadores de remodelação óssea, assim como um aumento da densidade alveolar óssea anterior(20,24).

O aparelho LIPUS também se demonstrou promissor, possibilitando uma maior velocidade de movimento dentário e menor tempo de tratamento(19).

### **5.11 – Risco de viés (figura 2)**

Relativamente ao risco de viés, 1 artigo (7.14%) foi considerado de baixo risco, 3 artigos (21.43%) foram considerados como tendo alto risco de viés e os restantes 10 (71.43%) foram considerados como tendo um risco moderado. Os autores nem sempre foram claros relativamente à geração de sequência de aleatorização(19,20,27,29,30), e o sigilo da ocultação nem sempre foi possível devido ao desenho dos ensaios(14,17,19–21,24,26,27,29,30), sendo que em estudos de boca dividida não é muito claro até que ponto pode existir uma viés dos resultados(32). Na ocultação do desfecho, relatos seletivos, e outras fontes de viesse, os estudos foram predominantemente considerados como sendo de baixo risco.

## 6. CONCLUSÃO

O tratamento vibratório complementar, na procura pela redução do tempo de tratamento ortodôntico, apresenta-se como uma hipótese apelativa para os pacientes e profissionais de saúde. O dispositivo mais utilizado no mercado é o AcceleDent®, sendo também aquele utilizado em mais estudos, com vibração de baixa frequência de 30Hz, no entanto os resultados apresentados não foram muito promissores, os dispositivos de alta vibração, com 120 e 125 Hz, apresentaram resultados mais promissores, permitindo trocas prematuras e menores tempos de tratamento.

Serão necessários mais estudos clínicos controlados randomizados, de forma que se obtenham resultados mais consistentes nos valores de frequência e direção de estímulos de vibração.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Samsonyanová L, Broukal Z. A Systematic Review of Individual Motivational Factors in Orthodontic Treatment: Facial Attractiveness as the Main Motivational Factor in Orthodontic Treatment. *Int J Dent [Internet]*. 2014 [citado 26 de Abril de 2021];2014. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4055094/>
2. Macey R, Thiruvengkatachari B, O'Brien K, Batista KBSL. Do malocclusion and orthodontic treatment impact oral health? A systematic review and meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. Junho de 2020;157(6):738-744.e10.
3. Frujeri M de LV, Frujeri JAJ, Bezerra ACB, Cortes MI de SG, Costa ED. Socio-economic indicators and predisposing factors associated with traumatic dental injuries in schoolchildren at Brasília, Brazil: a cross-sectional, population-based study. *BMC Oral Health*. 18 de Julho de 2014;14:91.
4. Sá-Pinto AC, Rego TM, Marques LS, Martins CC, Ramos-Jorge ML, Ramos-Jorge J. Association between malocclusion and dental caries in adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Eur Arch Paediatr Dent*. Abril de 2018;19(2):73–82.
5. Tristão SKPC, Magno MB, Pintor AVB, Christovam IFO, Ferreira DMTP, Maia LC, et al. Is there a relationship between malocclusion and bullying? A systematic review. *Prog Orthod*. 1 de Setembro de 2020;21(1):26.
6. Tsihklaki A, Chin SY, Pandis N, Fleming PS. How long does treatment with fixed orthodontic appliances last? A systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. Março de 2016;149(3):308–18.
7. Chate R a. C. Truth or consequences: the potential implications of short-term cosmetic orthodontics for general dental practitioners. *Br Dent J*. Dezembro de 2013;215(11):551–3.
8. Uribe F, Padala S, Allareddy V, Nanda R. Patients', parents', and orthodontists' perceptions of the need for and costs of additional procedures to reduce treatment time. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. Abril de 2014;145(4 Suppl):S65-73.
9. Wishney M. Potential risks of orthodontic therapy: a critical review and conceptual framework. *Aust Dent J*. Março de 2017;62 Suppl 1:86–96.
10. Baricevic M, Mravak-Stipetic M, Majstorovic M, Baranovic M, Baricevic D, Loncar B. Oral mucosal lesions during orthodontic treatment. *Int J Paediatr Dent*. Março de 2011;21(2):96–102.
11. Boke F, Gazioglu C, Akkaya S, Akkaya M. Relationship between orthodontic treatment and gingival health: A retrospective study. *Eur J Dent*. Julho de 2014;8(3):373–80.
12. Heymann GC, Grauer D. A contemporary review of white spot lesions in orthodontics. *J Esthet Restor Dent*. Abril de 2013;25(2):85–95.

13. DiBiase AT, Woodhouse NR, Papageorgiou SN, Johnson N, Slipper C, Grant J, et al. Effects of supplemental vibrational force on space closure, treatment duration, and occlusal outcome: A multicenter randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* Abril de 2018;153(4):469-480.e4.
14. Leethanakul C, Suamphan S, Jitpukdeebodindra S, Thongudomporn U, Charoemratrote C. Vibratory stimulation increases interleukin-1 beta secretion during orthodontic tooth movement. *Angle Orthod.* Janeiro de 2016;86(1):74-80.
15. Nishimura M, Chiba M, Ohashi T, Sato M, Shimizu Y, Igarashi K, et al. Periodontal tissue activation by vibration: intermittent stimulation by resonance vibration accelerates experimental tooth movement in rats. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* Abril de 2008;133(4):572-83.
16. Xue H, Zheng J, Cui Z, Bai X, Li G, Zhang C, et al. Low-intensity pulsed ultrasound accelerates tooth movement via activation of the BMP-2 signaling pathway. *PLoS One.* 2013;8(7):e68926.
17. Reiss S, Chouinard MC, Frias Landa D, Nanda R, Chandhoke T, Sobue T, et al. Biomarkers of orthodontic tooth movement with fixed appliances and vibration appliance therapy: a pilot study. *Eur J Orthod.* 11 de Setembro de 2020;42(4):378-86.
18. Kumar V, Batra P, Sharma K, Raghavan S, Srivastava A. Comparative assessment of the rate of orthodontic tooth movement in adolescent patients undergoing treatment by first bicuspid extraction and en mass retraction, associated with low-frequency mechanical vibrations in passive self-ligating and conventional brackets: A randomized controlled trial. *Int Orthod.* Dezembro de 2020;18(4):696-705.
19. Kaur H, El-Bialy T. Shortening of Overall Orthodontic Treatment Duration with Low-Intensity Pulsed Ultrasound (LIPUS). *J Clin Med.* 1 de Maio de 2020;9(5).
20. Shipley T, Farouk K, El-Bialy T. Effect of high-frequency vibration on orthodontic tooth movement and bone density. *J Orthod Sci.* 2019;8:15.
21. Falkensammer F, Arnhart C, Krall C, Schaden W, Freudenthaler J, Bantleon H-P. Impact of extracorporeal shock wave therapy (ESWT) on orthodontic tooth movement-a randomized clinical trial. *Clin Oral Investig.* Dezembro de 2014;18(9):2187-92.
22. Tricco AC, Lillie E, Zarin W, O'Brien KK, Colquhoun H, Levac D, et al. PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. *Ann Intern Med.* 2 de Outubro de 2018;169(7):467-73.
23. Katchooi M, Cohanim B, Tai S, Bayirli B, Spiekerman C, Huang G. Effect of supplemental vibration on orthodontic treatment with aligners: A randomized trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* Março de 2018;153(3):336-46.
24. Alansari S, Atique MI, Gomez JP, Hamidaddin M, Thirumoorthy SN, Sangsuwon C, et al. The effects of brief daily vibration on clear aligner orthodontic treatment. *Journal of the World Federation of Orthodontists.* 1 de Dezembro de 2018;7(4):134-40.

25. Siriphan N, Leethanakul C, Thongudomporn U. Effects of two frequencies of vibration on the maxillary canine distalization rate and RANKL and OPG secretion: A randomized controlled trial. *Orthod Craniofac Res*. Maio de 2019;22(2):131–8.
26. Lombardo L, Arreghini A, Huanca Ghislanzoni LT, Siciliani G. Does low-frequency vibration have an effect on aligner treatment? A single-centre, randomized controlled trial. *European Journal of Orthodontics*. 8 de Agosto de 2019;41(4):434–43.
27. Liao Z, Elekdag-Turk S, Turk T, Grove J, Dalci O, Chen J, et al. Computational and clinical investigation on the role of mechanical vibration on orthodontic tooth movement. *J Biomech*. 26 de Julho de 2017;60:57–64.
28. Pavlin D, Anthony R, Raj V, Gakunga PT. Cyclic loading (vibration) accelerates tooth movement in orthodontic patients: A double-blind, randomized controlled trial. *Seminars in Orthodontics*. 1 de Setembro de 2015;21(3):187–94.
29. Bowman SJ. The Effect of Vibration on Molar Distalization. *J Clin Orthod*. Novembro de 2016;50(11):683–93.
30. Bowman SJ. The effect of vibration on the rate of leveling and alignment. *J Clin Orthod*. Novembro de 2014;48(11):678–88.
31. Di Stefano DA, Arosio P, Pagnutti S, Vinci R, Gherlone EF. Distribution of Trabecular Bone Density in the Maxilla and Mandible. *Implant Dent*. Agosto de 2019;28(4):340–8.
32. Smaïl-Faugeron V, Fron-Chabouis H, Courson F, Durieux P. Comparison of intervention effects in split-mouth and parallel-arm randomized controlled trials: a meta-epidemiological study. *BMC Med Res Methodol*. 11 de Maio de 2014;14:64.