

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

RELAÇÃO ENTRE A MÁ OCLUSÃO E O SISTEMA PODAL

Trabalho submetido por

Alice Marie-Anne François

para a obtenção do grau de **Mestre em Medicina Dentária**

Julho de 2026

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

RELAÇÃO ENTRE A MÁ OCLUSÃO E O SISTEMA PODAL

Trabalho submetido por

Alice Marie-Anne François

para a obtenção do grau de **Mestre em Medicina Dentária**

Trabalho orientado por

Prof. Doutor António Dinis Pereira

Julho de 2026

AGRADECIMENTOS

A conclusão deste trabalho de tese marca não só o fim de um percurso académico exigente, mas também o início de um novo capítulo, tornado possível graças ao apoio e à generosidade de inúmeras pessoas a quem gostaria de agradecer.

Gostaria, em primeiro lugar, de expressar a minha profunda gratidão ao meu orientador, o Professor Doutor Antonio Dinis Pereira. Agradeço-lhe a sua confiança, orientação, disponibilidade, exigência, simpatia e conhecimento que partilhou comigo ao longo deste percurso.

Os meus agradecimentos estendem-se igualmente à Egas Moniz School of Health & Science. Estou profundamente grata a esta faculdade por me ter aberto as portas como estudante internacional e por me ter integrado na sua comunidade académica. Agradeço a todo o corpo docente a qualidade do ensino ministrado, que constitui hoje a base das minhas competências e dos meus conhecimentos.

Esta aventura não teria sido possível sem o apoio infatigável daqueles que me são mais próximos. Um imenso agradecimento aos meus pais Caroline e Jérôme, bem como a toda a minha família e amigos. Os vossos incentivos constantes, a vossa escuta e a vossa fé nas minhas capacidades foram a minha maior força nos momentos de dúvida.

Por fim, gostaria de deixar um agradecimento muito especial às minhas companheiras de casa e às minhas amigas em Portugal. Obrigada por partilharem o meu quotidiano, por alegrarem os meus dias e por estarem presentes ao meu lado, tanto nos bons como nos momentos menos bons desta vida universitária.

A todos vós, que contribuíram de perto ou de longe para o sucesso deste projeto e para o meu crescimento pessoal, endereço os meus mais sinceros agradecimentos.

Declaração de Honra

Código | IMP-EM-EI-111_01

Declaro, por minha honra, que o presente trabalho académico é original e foi elaborado por mim próprio (a), não se tendo recorrido a quaisquer outras fontes, para além das indicadas, usadas, adotadas literalmente ou adaptados a partir dos seus originais (em fontes impressas, não impressas ou na internet) e encontram-se adequados, identificados e citados, com observância das convenções do trabalho académico em vigor.

Mais declaro que esta Tese “Relação entre a má oclusão e o sistema podal: uma revisão narrativa” não foi apresentada, para efeitos de avaliação, a qualquer outra entidade ou instituição, para além da(s) diretamente envolvida(s) na sua elaboração, e que os conteúdos das versões impressa e eletrónica são inteiramente coincidentes.

Declaro, igualmente, encontrar-me ciente de que a inclusão, neste texto, de qualquer falsa declaração terá consequências legais.

Data: 03/06/2026

Declaração Conflito de Interesses (DCI)

Código | IMP-EM-EI-110_01

Eu Alice Marie-Anne François referente à Tese “Relação entre a má oclusão e o sistema podal: uma revisão narrativa” declaro que não possuo conflitos de interesse de ordem pessoal, comercial, académica, político ou financeiro.

Data: 03/06/2026

Declaração de Financiamento

Código | IMP-EM-EI-113_01

Eu Alice Marie-Anne François referente a Tese “Relação entre a má oclusão e o sistema podal: uma revisão narrativa” declaro que o meu trabalho não se encontra financiado.

Data: 03/06/2026

Declaração de Ética e Registo

Código | IMP-EM-EI-112_01

Eu Alice Marie-Anne François referente a Tese “Relação entre a má oclusão e o sistema podal: uma revisão narrativa” declaro que o meu trabalho não se aplica a aprovação pela Comissão de ética da Egas Moniz Scholl of Health & Science.

Data: 03/06/2026

Declaração de Disponibilidade de Dados

Código | IMP-EM-EI-150

A presente Declaração de Disponibilidade de Dados reflete o compromisso do Instituto Universitário Egas Moniz em promover a transparência, a reprodutibilidade científica e o acesso aberto aos dados gerados no âmbito dos projetos a decorrer nesta IES, em conformidade com os princípios éticos e legais aplicáveis e com os princípios FAIR. Esta declaração estabelece as condições e as diretrizes para o acesso, o compartilhamento e a reutilização dos dados, garantindo que sejam utilizados de forma responsável e em benefício da comunidade científica e da sociedade.

A seguinte tabela apresenta diferentes opções de partilha de dados, incluindo exemplos de formatos e níveis de acessibilidade. Deverá selecionar a(s) opção(ões) que melhor se adequa(m) ao seu projeto, assegurando o cumprimento das diretrizes éticas e científicas aplicáveis.

Tabela 1: Exemplos de declarações de disponibilidade de dados. Onde aparece [nome do repositório, por exemplo, "pure"] deve ser preenchido

Disponibilidade de dados	Modelo de declaração de disponibilidade de dados	Política de partilha	Assinalar com "x"
Dados disponíveis num repositório público que emite conjuntos de dados com DOIs	Os dados que apoiam as conclusões deste estudo estão disponíveis em [nome do repositório, por exemplo, "pure"] em http://doi.org/[doi] , número de referência [número de referência].	Partilha geral sem pedido	
Dados abertamente disponíveis num repositório público que não emite DOIs	Os dados que apoiam as conclusões deste estudo estão disponíveis em [nome do repositório] em [URL], número de referência [número de referência].	Partilha geral sem pedido	
Dados derivados de recursos do domínio público	Os dados que apoiam as conclusões deste estudo estão disponíveis em PubMed [https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32490239/], Google Scholar [https://scholar.google.com/], SciELO [https://www.scielo.org/pt-br/] e Science Direct [https://www.sciencedirect.com/]. Estes dados foram obtidos a partir dos seguintes recursos disponíveis no domínio público: PubMed [https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32490239/]	Partilha geral sem pedido	X

Declaração de Disponibilidade de Dados

Código | IMP-EM-EI-150

Disponibilidade de dados	Modelo de declaração de disponibilidade de dados	Política de partilha	Assinalar com "x"
	239/], Google Scholar [https://scholar.google.com/] , SciELO [https://www.scielo.org/pt-br/] e Science Direct [https://www.sciencedirect.com/].		
Dados disponíveis no artigo ou nos seus materiais suplementares	Os autores confirmam que os dados que suportam as conclusões deste estudo estão disponíveis no artigo [e/ou] nos seus materiais suplementares.	Básico, partilhar a pedido	
Dados gerados numa instalação central de grande escala, disponíveis mediante pedido	Os dados em bruto foram gerados em [nome da instalação]. Os dados derivados que suportam as conclusões deste estudo estão disponíveis junto do autor correspondente [iniciais], mediante pedido.	Básico, partilhar a pedido	
Embargo dos dados devido a restrições comerciais	Os dados que suportam os resultados estarão disponíveis em [nome do repositório] em [URL / ligação DOI] após um embargo de [6 meses] a partir da data de publicação para permitir a comercialização dos resultados da investigação.	Básico, Partilhar a pedido	
Dados disponíveis a pedido devido a restrições de privacidade/éticas	Os dados que sustentam as conclusões deste estudo estão disponíveis mediante pedido ao autor correspondente, [iniciais]. Os dados não estão disponíveis ao público devido a [restrições, por exemplo, o facto de conterem informações que podem comprometer a privacidade dos participantes na investigação].	Básico, Partilhar a pedido	
Dados sujeitos a restrições de terceiros	Os dados que suportam as conclusões deste estudo estão disponíveis [junto de] [terceiros]. Aplicam-se restrições à disponibilidade destes dados, que foram	Básico, Partilhar a pedido	

Declaração de Disponibilidade de Dados

Código | IMP-EM-EI-150

Disponibilidade de dados	Modelo de declaração de disponibilidade de dados	Política de partilha	Assinalar com "x"
	utilizados sob licença para este estudo. Os dados estão disponíveis [através dos autores / no URL] com a permissão de [terceiros].		
Dados disponíveis a pedido dos autores	Os dados que suportam as conclusões deste estudo estão disponíveis junto do autor correspondente, [iniciais do autor], mediante pedido razoável.	Básico, Partilhar a pedido	
Partilha de dados não aplicável - não foram gerados novos dados	A partilha de dados não é aplicável a este artigo, uma vez que não foram criados ou analisados novos dados neste estudo.	-	
Dados não digitais disponíveis	Os dados não digitais que suportam este estudo são conservados em [adicionar local].	Básicos	
Dados não disponíveis devido a restrições [éticas/legais/comerciais]	Devido à natureza da investigação, os dados de apoio [éticos/legais/comerciais] não estão disponíveis.	-	
Dados não disponíveis - consentimento do participante	Os participantes neste estudo não deram consentimento escrito para que os seus dados fossem partilhados publicamente, pelo que, devido à natureza sensível da investigação, os dados de apoio não estão disponíveis.	-	

O Orientando: _____ Data: 09/06/2026

O Orientador:  Data: 09 /06/2026

RESUMO

A Ortodontia trata a má oclusão intervindo nas estruturas orais, na estética do sorriso e nas funções do sistema estomatognático. O tratamento ortodôntico desempenha um papel importante, tendo um impacto direto na saúde oral e na qualidade de vida dos pacientes. No entanto, a literatura científica mais recente tende a aprofundar e alargar o campo de intervenção da Ortodontia.

De facto, os dentes, os maxilares, os músculos mastigatórios e as articulações temporomandibulares não funcionam de forma isolada, mas encontram-se intimamente ligados ao resto do corpo através de cadeias musculares e neurossensoriais. Assim, tem sido descrita a existência de uma relação entre a má oclusão dentária, as alterações da postura corporal e os parâmetros estáticos e dinâmicos dos pés, recorrendo-se a ferramentas como a baropodometria enquanto método relevante para avaliar as ligações entre a oclusão e o sistema podal. Em condições estáticas, a baropodometria mede a distribuição das pressões entre o antepé e o retropé, bem como a posição e as oscilações do centro de pressão, podendo evidenciar tendências como a anteriorização da carga em determinados perfis. Em condições dinâmicas, a análise das linhas de progressão da marcha e das forças de reação ao solo permite identificar adaptações da marcha potencialmente associadas a desequilíbrios oclusais. Estas medições fornecem informações úteis sobre as interações entre postura e oclusão, contudo, diversos fatores, como a visão, podem influenciar os resultados.

Esta revisão narrativa visa sintetizar os conhecimentos atuais sobre a relação entre a má oclusão e o sistema podal, bem como tentar clarificar a integração multidisciplinar da Ortodontia com especialidades como a Ortopedia ou a Podologia. Além disso, será igualmente importante compreender de que forma os tratamentos ortodônticos podem contribuir para a correção ou melhoria das alterações podais.

Palavras-chaves: : Má Oclusão; Sistema Podal; Postura dos Pés;
Baropodometria

ABSTRACT

Orthodontics addresses malocclusion by intervening in oral structures, smile aesthetics, and the functions of the stomatognathic system. Orthodontic treatment plays an important role, having a direct impact on oral health and patients' quality of life. However, recent scientific literature tends to further explore and broaden the scope of orthodontic intervention.

Indeed, teeth, jaws, masticatory muscles, and temporomandibular joints do not function in isolation, but are closely connected to the rest of the body through muscular and neurosensory chains. A relationship has therefore been described between dental malocclusion, abnormalities in body posture, and both static and dynamic foot parameters, with tools such as baropodometry being used as a relevant method for evaluating the links between occlusion and the podal system. Under static conditions, baropodometry measures the distribution of pressure between the forefoot and the rearfoot, as well as the position and oscillations of the center of pressure, which may highlight tendencies such as an anterior shift of body load in certain profiles. Under dynamic conditions, the analysis of gait progression lines and ground reaction forces reveals gait adaptations potentially associated with occlusal imbalances. These measurements provide useful information regarding the interactions between posture and occlusion, however, many factors, such as vision, may influence the results.

This narrative review aims to synthesize current knowledge on the relationship between malocclusion and the podal system, while also attempting to clarify the multidisciplinary integration of Orthodontics with specialties such as Orthopedics and Podiatry. In addition, it will be important to understand how orthodontic treatments may contribute to the correction or improvement of podal disorders.

Keywords: Malocclusion; Podal System; Foot Posture; Baropodometry

RÉSUMÉ

L'orthodontie traite la malocclusion en intervenant sur les structures orales, l'esthétique du sourire et les fonctions du système stomatognathique. Le traitement orthodontique joue un rôle important, ayant un impact direct sur la santé bucco-dentaire et la qualité de vie des patients. Toutefois, la littérature scientifique récente tend à approfondir et à élargir le champ d'intervention de l'orthodontie.

En effet, les dents, les maxillaires, les muscles masticateurs et les articulations temporo-mandibulaires ne fonctionnent pas de manière isolée, mais sont étroitement liés au reste du corps par des chaînes musculaires et neurosensorielles. Il a ainsi été décrit l'existence d'une relation entre la malocclusion dentaire, les anomalies de la posture corporelle et les paramètres statiques et dynamiques des pieds, avec le recours à des outils tels que la baropodométrie comme un outil d'évaluation pertinent des liens entre occlusion et système podal. En conditions statiques, elle mesure la répartition des pressions entre avant-pied et arrière-pied, ainsi que la position et les oscillations du centre de pression, pouvant mettre en lumière des tendances comme une antériorisation de la charge chez certains profils. En dynamique, l'analyse des lignes de progression et des forces de réaction au sol met en évidence des adaptations de la marche potentiellement associées à des déséquilibres oclusaux. Ces mesures fournissent des informations utiles sur les interactions entre posture et occlusion, néanmoins de nombreux facteurs peuvent influencer les résultats comme la vision.

Cette revue narrative vise à synthétiser les connaissances actuelles sur la relation entre la malocclusion et le système podal, ainsi qu'à tenter de clarifier l'intégration multidisciplinaire de l'orthodontie avec des spécialités telles que l'orthopédie ou la podologie. De plus, il sera également important de comprendre comment les traitements orthodontiques peuvent contribuer à la correction ou à l'amélioration des troubles podaux.

Mots-clés : Malocclusion ; Système podal ; Posture du Pied ; Baropodométrie

ÍNDICE GERAL

RESUMO	1
ABSTRACT	3
RÉSUMÉ	5
ÍNDICE DE FIGURAS	9
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	11
I. Introdução.....	13
1. Contextualização e justificação do trabalho.....	13
2. Metodologia	15
II. Desenvolvimento	17
1. Bases anatómicas e funcionais da relação oclusão–postura.....	17
1.1. Sistema podal.....	17
1.2. Sistema estomatognático	18
1.2.1. As más oclusões.....	18
1.2.1.1. Normoclusão classe I.....	19
1.2.1.2. Má oclusão classe I	19
1.2.1.3. Má oclusão classe II	19
1.2.1.4. Má oclusão classe III	19
1.2.2. Articulação temporomandibular.....	20
1.2.3. Posição mandibular de repouso.....	21
1.2.4. Funções oro-miofaciais.....	22
2. Hipóteses fisiopatológicas que relacionam má oclusão e sistema podal	23
2.1. Adaptações neuromusculares e proprioceptivas.....	23
2.1.1. Cadeia eferente	23
2.1.2. Cadeia aferente	25
2.2. Interação entre captadores posturais.....	26
2.3. Modelos biomecânicos propostos na literatura	28
3. Dados científicos sobre a influência da má oclusão no sistema podal.....	30
3.1. Estudos observacionais e correlações clínicas.....	30
3.2. Tipos de perfil estudados.....	32
3.2.1. Classe II de Angle	32
3.2.2. Classe III de Angle	32
3.2.3. Más oclusões transversais e verticais	33
3.2.4. Pé pronador e pé valgo.....	34
3.2.5. Pé supinador e pé cavo	34
3.2.6. Instabilidade dinâmica	35

3.2.7.	Indivíduos desportistas	35
3.2.8.	Indivíduo sem patologia	36
3.3.	Estudos que não demonstram relação significativa	37
3.4.	Métodos de avaliação utilizados	40
3.4.1.	Baropodometria	40
3.4.1.1.	Preparação e condições do exame	40
3.4.1.2.	Posicionamento na plataforma	40
3.4.1.3.	Aquisição dos dados	41
3.4.1.4.	Parâmetros de avaliação	41
3.4.1.5.	Interpretação e limitações	43
3.4.2.	Exames clínicos	43
3.4.2.1.	Teste de Romberg.....	43
3.4.2.2.	Classe de Angle	44
3.4.2.3.	Disfunções plantares	46
3.5.	Limite dos estudos existentes.....	47
4.	Análise multidisciplinar	50
4.1.	Tratamento ortodôntico.....	50
4.2.	Cirurgia ortognática	55
4.3.	Reeducação oro-miofuncional	59
III.	CONCLUSÃO	63
IV.	BIBLIOGRAFIA	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- A linha de oclusão numa relação interarcada normal. Imagem retirada de (Proffit et al.,2019).	18
Figura 2- Normoclusão e más oclusões segundo a classificação de Angle. Imagem retirada de (Proffit et al.,2019).	20
Figura 3 -Pontos de marcação e medição do ângulo de protrusão da cabeça em indivíduos com más oclusões de Classe I (A), II (B) e III (C) de Angle. Imagem retirada de (Nowak et al., 2024).	31
Figura 4 -Análise baropodométrica de pressões e centro de gravidade. Imagem retirada de (Cabrera-Domínguez et al., 2021).	41
Figura 5 -Análise do CdP. (A) Análise em borboleta. (B) Linhas de marche esquerda e direita. Níveis de velocidade (vermelho: rápido, verde: intermédio, azul: lento). Imagem retirada de (Carda-Navarro et al., 2024).	42
Figura 7 -Cefalograma lateral pós-tratamento do paciente. Imagem retirada de (Parameswaran et al., 2023).	57
Figura 6 -Cefalograma lateral pré-tratamento de um paciente de Classe II esquelética. Imagem retirada de (Parameswaran et al., 2023).	57

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

- **ATM** – Articulação Temporomandibular
- **CdP**– Centro de Pressão
- **DTM** – Disfunções Temporomandibulares
- **FPP**– Ponto Focal de Pressão
- **IPP** – Índice de Postura do Pé
- **MIC** – Máxima Intercuspidação
- **N** – Newton
- **OA** – Olhos Abertos
- **OF** – Olhos Fechados
- **SANRA** – Scale for the Assessment of Narrative Review Articles
- **SNC** – Sistema Nervoso Central

I. Introdução

1. Contextualização e justificação do trabalho

A aquisição da bipedia constitui uma das maiores reviravoltas da evolução humana. A passagem progressiva de quatro apoios para uma estação ereta permanente modificou profundamente a organização anatómica, funcional e neuromuscular da espécie humana (Bazert et al., 2015). Esta transformação não se limitou aos membros inferiores, mas a todo o conjunto das cadeias musculares aferentes e eferentes, desde o pé até ao crânio, passando pela coluna vertebral, pela bacia e pelo sistema maxilar (Niemitz, 2010).

A bipedia humana assenta num equilíbrio postural complexo que exige uma coordenação permanente entre as aferências visuais, vestibulares, propriocetivas e podais. O pé torna-se, então, a principal interface entre o corpo e o chão, assegurando simultaneamente a estabilidade estática e dinâmica. O seu papel não se limita à marcha, mas participa ativamente na manutenção do centro de gravidade, na distribuição das pressões plantares e na adaptação postural global. Paralelamente, a cabeça, situada na extremidade superior, influencia igualmente o equilíbrio corporal por intermédio do sistema estomatognático (Ioniță et al., 2023).

No decorrer da evolução, a adaptação à postura bípede exigiu modificações estruturais major, incluindo o endireitamento da coluna vertebral, a verticalização do crânio, a reorganização da bacia, bem como a especialização do pé com a formação das abóbadas plantares (Niemitz, 2010). A rigidez funcional do pé humano é, hoje em dia, reconhecida como essencial para a eficácia biomecânica da bipedia (Venkadesan et al., 2020).

Esta organização em cadeias musculares interligadas explica o crescente interesse dedicado à relação entre a postura corporal e a oclusão dentária. O sistema estomatognático, que compreende os dentes, os maxilares, as articulações temporomandibulares e os músculos mastigadores, participa no equilíbrio cefálico e postural. Uma má oclusão dentária pode, assim, modificar a posição mandibular, perturbar a atividade muscular cervical e gerar compensações eferentes que afetam o eixo raquidiano e o apoio podal. Inversamente, uma disfunção podal ou uma alteração do equilíbrio plantar pode

induzir adaptações aferentes que influenciam a postura craniofacial (Omar et al., 2023).

Neste contexto global, as más oclusões dentárias ocupam um lugar importante no seio do sistema estomatognático. A má oclusão define-se como qualquer anomalia de posição dos dentes, das arcadas dentárias ou das bases ósseas maxilomandibulares que resulte numa perturbação da oclusão normal. Pode envolver as relações sagitais com as diferentes Classes (I, II ou III) de Angle, verticais (como as mordidas abertas ou sobremordidas) ou ainda transversais (como as mordidas cruzadas, endognatias ou exognatias) (Proffit et al., 2019).

As etiologias das más oclusões são multifatoriais e resultam da interação entre vários fatores genéticos, ambientais e funcionais. Os fatores hereditários influenciam o crescimento craniofacial, a forma das arcadas dentárias, as dimensões maxilares, bem como as relações esqueléticas intermaxilares. Certas dismorfoses esqueléticas, tais como as classes II ou III esqueléticas, apresentam uma forte componente genética (Mossey, 1999).

Os fatores ambientais intervêm igualmente de forma significativa. Os hábitos parafuncionais, tais como a sucção digital prolongada, o uso prolongado da chupeta, a respiração bucal, a interposição lingual ou ainda a deglutição atípica, podem perturbar o equilíbrio muscular orofacial e modificar o desenvolvimento dos maxilares (Graber, 1963).

Vários trabalhos recentes sustentam esta hipótese de interdependência. Ioniță et al. (2023) sublinha a existência de um elo entre o sistema postural e o sistema estomatognático, embora os métodos de avaliação permaneçam heterogéneos. Do mesmo modo, Cabrera-Domínguez et al. (2021) demonstraram, em crianças, uma correlação significativa entre certas más oclusões e a posição do centro de gravidade, bem como o índice de postura do pé (IPP), sugerindo uma relação entre a má oclusão e o sistema podal.

Assim, o estudo da ligação entre as más oclusões dentárias e o sistema podal insere-se numa visão global herdada da evolução bípede do homem. Compreender esta interação permite não só abordar a má oclusão sob um ângulo funcional e postural, mas também prever uma abordagem multidisciplinar

que integre a ortodontia, a posturologia e a podologia (Cabrera-Domínguez et al., 2021; Ioniță et al., 2023).

Esta revisão narrativa tem como objetivo sintetizar os conhecimentos atuais sobre a relação entre a má oclusão e o sistema podal.

2. Metodologia

Esta revisão narrativa foi elaborada de acordo com as *guidelines* SANRA de forma a atingir os critérios de qualidade científicos num trabalho desta tipologia (Baethge et al., 2019). Para a elaboração desta revisão narrativa, foi realizada uma pesquisa eletrônica nas bases de dados PubMed, Google Scholar, Science Direct e SciELO. Para a pesquisa de artigos nestas bases de dados foram utilizados os operadores de pesquisa booleanos (AND e OR) com as seguintes palavras-chave: “malocclusion”, “podal system”, “feet posture” e “baropodometry”. A pesquisa utilizou a seguinte estratégia booleana: (“malocclusion”) AND (“podal system” OR “feet posture” OR “baropodometry”). A seleção dos estudos foi orientada pela pertinência clínica e conceptual, os artigos foram incluídos com base no título e resumo, tendo relação entre a má oclusão e o sistema podal. Foram excluídas publicações irrelevantes ao tema ou duplicadas. De um total de 160 artigos: 6 com origem na PubMed, 122 com origem no Google Scholar, 25 com origem no SciELO e 7 com origem no ScienceDirect. Foram excluídos 115, tendo sido utilizados para a realização deste trabalho um total de 45 artigos publicados entre os anos 2010 e 2026, sendo a sua seleção efetuada com base no título e resumo, abrangendo apenas estudos primários.

II. Desenvolvimento

1. Bases anatómicas e funcionais da relação oclusão–postura

1.1. Sistema podal

A postura humana é o produto de um equilíbrio dinâmico complexo que visa a manutenção da homeostase postural. Devido à sua condição bípede, o ser humano evolui num estado de instabilidade constante, necessitando de uma regulação permanente através das cadeias musculares para prevenir a queda. Neste sistema de autorregulação, o pé ocupa uma função sensorial e mecânica crucial ao transmitir estímulos proprioceptivos essenciais à estabilidade global (Foisy, 2015).

Ao nível do estudo da pressão plantar, o pé é segmentado em quatro zonas funcionais principais:

- O calcanhar
- O médio-pé
- A zona metatársica
- Os dedos do pé

A distribuição da massa corporal nestas quatro regiões assegura a estabilidade de todo o sistema estomatognático e postural (Iacob et al., 2021). Qualquer modificação no apoio plantar pode, por conseguinte, refletir ou induzir adaptações nas cadeias musculares ascendentes ou descendentes, estabelecendo uma correlação estrutural entre o perfil oclusal do indivíduo e a resposta baropodométrica, tanto em condições estáticas quanto durante o ciclo da marcha (Róžańska-Perlińska, Jaszczur-Nowicki, Rydzik, et al., 2023).

Neste contexto, esta revisão narrativa visa aprofundar a esta relação oclusão-postura, estando enquadrada no Objetivo de Desenvolvimento Sustentável saúde de qualidade (ODS 3).

1.2. Sistema estomatognático

1.2.1. As más oclusões

As más oclusões podem ser definidas como anomalias que podem resultar de diversos fatores entre eles, o apinhamento dentário, a mordida aberta anterior, os diastemas mediais, ou ainda as discrepância esqueléticas e oclusais (Freitas et al., 2015).

Edward Angle foi um percussor no estudo do crescimento e desenvolvimento oro-facial. A sua classificação de má oclusão, criada em 1899, assenta na sua subdivisão em três principais classes de má oclusão e foi a primeira definição simplificada, sobre o conceito de normocclusão (Proffit et al., 2019).

Os primeiros molares superiores foram referenciados como a chave para a classificação da normocclusão, em que os molares superiores e inferiores tinham uma relação em que a cúspide méso-vestibular do molar superior ocluísse no sulco vestibular do molar inferior. Adicionalmente, os dentes deviam estar dispostos numa linha de oclusão curvilínea suave (figura 1 e 2).

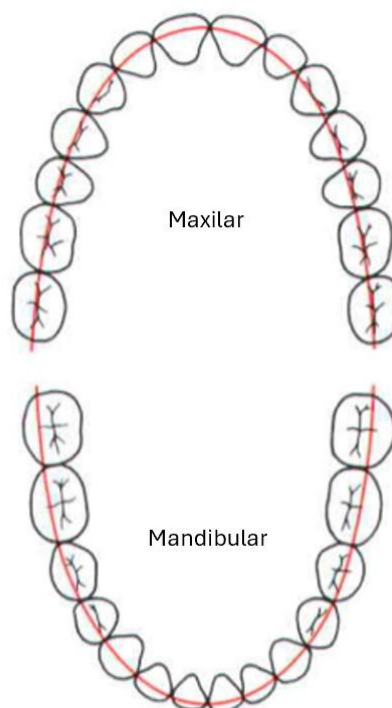


Figura 1- A linha de oclusão numa relação interarcada normal. Imagem retirada de (Proffit et al., 2019).

1.2.1.1. Normoclusão classe I

A cúspide méso-vestibular do primeiro molar superior permanente oclui no sulco central vestibular do primeiro molar inferior permanente.

1.2.1.2. Má oclusão classe I

Apresenta a mesma relação molar que a normoclusão, o que as distingue é a disposição dos dentes em relação à linha de oclusão, devido à falta ou excesso de espaço, rotações, diastemas, apinhamentos, mordida aberta, mordida profunda ou mordida cruzada.

1.2.1.3. Má oclusão classe II

A cúspide méso-vestibular do primeiro molar superior oclui entre a cúspide méso-vestibular do molar inferior e a vertente distal do segundo pré-molar inferior.

Apesar de não ter sido Angle a definir, posteriormente, foram criadas duas subdivisões de classe II: má oclusão classe II divisão 1 e má oclusão classe II divisão 2.

- Classe II divisão 1: os incisivos superiores encontram-se vestibularizados;
- Classe II divisão 2: os incisivos centrais ou os quatro incisivos superiores encontram-se retroinclinados ou verticalizados.

1.2.1.4. Má oclusão classe III

A cúspide méso-vestibular do primeiro molar superior oclui entre a cúspide disto-vestibular do primeiro molar inferior e a cúspide méso-vestibular do segundo molar inferior.

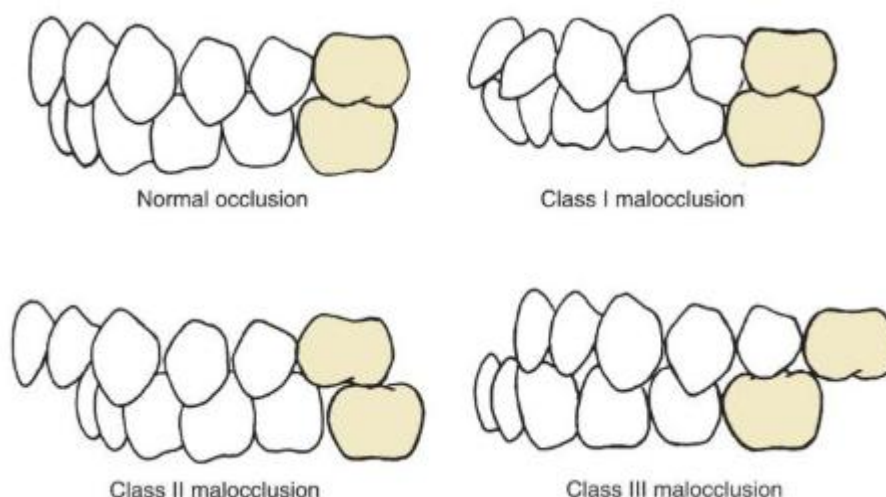


Figura 2- Normocclusão e más oclusões segundo a classificação de Angle. Imagem retirada de (Proffit et al., 2019).

1.2.2. Articulação temporomandibular

A articulação temporomandibular (ATM) define-se como a estrutura que assegura a junção funcional entre o côndilo mandibular, a fossa glenoide e a eminência articular do osso temporal. Do ponto de vista fisiopatológico, qualquer alteração prolongada da posição condilar é suscetível de induzir um remodelamento das superfícies articulares. Estas modificações estruturais constituem um fator determinante na emergência das disfunções temporomandibulares (DTM) (Tabatabaei et al., 2024).

Estas disfunções podem desencadear dores sentidas ao nível da coluna cervical, dos ombros e das costas, perturbando simultaneamente todo o sistema estomatognático. No plano clínico, estes distúrbios caracterizam-se frequentemente por dores miofasciais, com ou sem limitação da abertura, de deslocamentos discais com redução, artralguas ou ainda crepitações articulares (Alqahtani et al., 2026).

Existe uma correlação estreita entre as más oclusões dentárias e as DTM, repercutindo-se estas últimas na cadeia postural global e provocando dores ao nível da postura geral. Nesse sentido, a integração de um tratamento de fisioterapia focado na postura revela-se benéfica para aliviar os sintomas associados às DTM. Todavia, a eficácia desta intervenção parece estar

dependente da condição oral, pois em pacientes totalmente edêntulos, a melhoria das dores após a intervenção fisioterapêutica é nitidamente menor quando comparada com pacientes parcialmente edêntulos. Estas observações sustentam a hipótese de uma ligação estrutural entre a posição da cabeça, do pescoço e a oclusão dentária (Narin Aral et al., 2024).

Além disso, a mobilização mandibular induz uma modificação imediata da posição do Centro de Pressão (CdP) plantar, confirmando a existência de uma ligação eferente entre o aparelho mastigatório e o sistema podal (Arruda et al., 2012). Este mecanismo revela estratégias de regulação postural distintas segundo o perfil clínico, os pacientes sintomáticos que sofrem de DTM apresentam uma distribuição dos apoios mais posterior, com uma carga predominante nos calcanhares em detrimento da parte anterior do pé (Souza et al., 2014).

1.2.3. Posição mandibular de repouso

Embora o crescimento possa influenciar a postura global, a posição mandibular isolada exerce apenas uma influência insignificante na pressão plantar em crianças (Bittar et al., 2024). Num estudo que analisou a cinemática mandibular em crianças, apesar de movimentos mandibulares assimétricos naturais, caracterizados por um deslocamento lateral mais importante para a esquerda (9,96 mm) do que para a direita (5,33 mm), nenhuma modificação estatisticamente significativa foi registada no sistema podal nesta população (Bittar et al., 2022).

Em contrapartida, no adulto, observa-se uma interação mais acentuada. Qualquer mobilização mandibular parece induzir um impacto imediato no sistema postural, afetando nomeadamente a horizontalidade da linha bipupilar em 71,01% dos indivíduos e a distribuição dos apoios plantares em cerca de 90% deles. Estes ajustes são particularmente notáveis em indivíduos que apresentam uma má oclusão de Classe II, os quais exibem variações de pressão plantar mais elevadas do que as outras classes de Angle. Todavia, apesar da frequência destas respostas fisiológicas, as correlações estatísticas diretas ainda não permitem estabelecer um modelo causal único e universal (Diéguez-Pérez et al., 2025).

Se a mandíbula desempenha um papel negligenciável no equilíbrio da criança, ela torna-se um pilar central da postura no adulto e durante o tratamento das DTM. Por conseguinte, é possível elencar a hipótese de que as alterações podais relacionadas com o sistema estomatognático sejam induzidas durante o processo de crescimento e desenvolvimento craniofacial.

1.2.4. Funções oro-miofaciais

As más oclusões dentárias inserem-se num sistema complexo que ultrapassa a simples esfera oral para interagir com o equilíbrio postural global (Costa et al., 2010). A influência do modo respiratório está descrito como um factor determinante deste equilíbrio. Especificamente, a respiração oral induz uma compensação craniana caracterizada por uma projeção da cabeça para a frente, a fim de otimizar a passagem do ar. Este desvio do segmento superior do corpo provoca uma modificação do centro de gravidade, refletindo-se numa redistribuição das pressões plantares e numa instabilidade estática (Castellanos-Ruíz et al., 2021). De facto, durante a respiração oral, a língua encontra-se impossibilitada de se posicionar na abóbada palatina, dificultando assim o desenvolvimento transversal da maxila. Esta anomalia funcional favorece a emergência de más oclusões específicas, tais como a Classe II de Angle, a mordida aberta, bem como a persistência de uma deglutição atípica (Castellanos-Ruíz et al., 2021; Sousa et al., 2017).

Paralelamente, a função mastigatória participa nesta regulação postural, embora não tenha sido estabelecida nenhuma correlação estatisticamente significativa entre a preferência do lado de mastigação e o suporte plantar (Bittar et al., 2024). No entanto, foi demonstrado que o aparelho mastigatório, nomeadamente através dos músculos temporais e masseteres, desempenha um papel no apoio ao solo. A ativação do músculo temporal direito correlaciona-se positivamente com um aumento da carga no retropé direito, enquanto a solicitação do músculo masseter direito desloca o CdP para o antepé direito. A ausência de correlações no lado esquerdo sublinha a assimetria destas adaptações e confirma a existência de uma cadeia descendente que liga o aparelho estomatognático ao sistema podal (Messina et al., 2023).

2. Hipóteses fisiopatológicas que relacionam má oclusão e sistema podal
 - 2.1. Adaptações neuromusculares e proprioceptivas
 - 2.1.1. Cadeia eferente

A interdependência funcional entre a oclusão dentária e a postura global do corpo tem despertado um interesse crescente, sendo descrito o papel central das disfunções orofaciais, tais como mordidas abertas anteriores devidas à disposição lingual ou a padrões de deglutição atípicos. Estas anomalias funcionais não se limitam à esfera oral, induzindo tensões musculares reflexas nas cadeias miofasciais crânio-cérvido-faciais. Por continuidade anatômica, estas tensões propagam-se ao longo das cadeias musculares anteriores e posteriores, provocando ajustes compensatórios na coluna cervical e, por extensão, uma alteração do equilíbrio somático geral (Sofyanti et al., 2025).

Assim, qualquer alteração do equilíbrio postural induz uma resposta neurofisiológica complexa, orquestrada pelo sistema nervoso central (SNC) através de vias aferentes e eferentes. No cerne deste dispositivo encontra-se o sistema estomatognático, cujos receptores musculares informam o SNC sobre a posição mandibular. Este mecanismo sublinha a interação estreita entre o perfil oclusal e a resposta baropodométrica (Sofyanti et al., 2025). Com efeito, uma perturbação da oclusão estimula o nervo trigêmeo, que possui ligações anatômicas diretas relacionadas com a propriocepção. Esta estimulação pode originar uma hipertonicidade muscular assimétrica, propagando-se em cascata desde as cadeias cervicais até aos membros inferiores, culminando na estabilidade podal (Iacob et al., 2021). Perante a assimetria intrínseca do corpo humano, os mecanismos propriocepcionais devem ajustar-se continuamente, modificando os apoios plantares para manter a homeostase postural (Bittar et al., 2024).

Os desequilíbrios oclusais provocam uma resposta podal imediata e mensurável por estabilometria. Observa-se frequentemente uma transferência de carga para a borda externa do pé do lado da disfunção oclusal, enquanto um apoio mais interno se manifesta no pé contralateral para compensar o desequilíbrio da bacia. Paralelamente, o centro de gravidade sofre uma projeção

anterior, aumentando a tensão nas cadeias musculares posteriores (Iacob et al., 2021). Além disso, a solicitação intensa dos músculos mastigatórios (temporais e masseteres), nomeadamente no bruxismo ou em fortes contrações voluntárias, reforça esta dinâmica de assimetria. Investigações recentes evidenciaram uma lateralização desta resposta, pois embora não tenha sido estabelecida uma correlação direta com o pé esquerdo, foi observada uma modificação significativa e reprodutível dos apoios ao nível do pé direito (Messina et al., 2023). Isto sugere a existência de padrões de compensação preferenciais, potencialmente ligados à dominância hemisférica ou à lateralidade do indivíduo.

A literatura científica contemporânea tende a demonstrar que o contacto dentário constitui um verdadeiro vetor de estabilização plantar, agindo como uma âncora sensorial para o crânio. Inversamente, a ausência deste contacto, durante uma abertura bucal máxima, desorganiza o controlo postural. Nesta configuração, observa-se um aumento da carga no quinto metatarso esquerdo em detrimento do retropé. Esta perda de referências gera uma instabilidade caracterizada pelo aumento do comprimento da trajetória e da velocidade máxima do centro de pressão (CdP), traduzindo uma multiplicação dos ajustes podais microcorretivos (Amaricai et al., 2020). Esta correlação é ainda mais flagrante em pacientes desdentados. A ausência de dentição priva o sistema somatossensorial de informações essenciais e de apoios cranianos estáveis, o que resulta numa má postura da cabeça e em tensões cervicais crónicas (Narin Aral et al., 2024). Nestes indivíduos, a instabilidade manifesta-se através de correções posturais mais frequentes e rápidas para evitar quedas. Um estudo demonstrou que a velocidade média de deslocamento do CdP é significativamente mais elevada em situação de edentulismo (1,52) do que após reabilitação protética (1,77), permitindo esta última restaurar parte da resposta sensorial e estabilizar o centro de gravidade (Shiraishi et al., 2014). Assim, se o contacto oclusal exerce um efeito protetor e estabilizador na postura global, esta função permanece estritamente dependente de uma oclusão ideal. Uma má oclusão não compensada ou uma assimetria de contacto pode provocar uma inclinação anterior do corpo e tensões miofasciais descendentes, anulando o benefício estabilizador natural do aparelho mastigatório (Giraudeau et al., 2023).

2.1.2. Cadeia aferente

Para além desta visão descendente, a investigação científica permitiu isolar mecanismos aferentes, sugerindo que o sistema podal atua como um poderoso modulador da oclusão. O estudo de Maeda et al. (2011) ilustra perfeitamente esta ligação ascendente através da análise do CdP. Ao introduzirem uma perturbação artificial do equilíbrio podal via elevações do calcanhar, os investigadores observaram uma correlação direta entre a estabilidade plantar e a força de mordida. Os resultados indicam um limiar de reatividade diferenciado segundo a lateralidade, em que uma elevação de 6 mm à direita ou de 4 mm à esquerda é suficiente para modificar significativamente a distribuição do peso corporal. Mais notável ainda, esta modificação postural induz uma resposta neuromuscular imediata ao nível dos músculos masseteres. Uma calcanheira superior ou igual a 8 mm sob o pé direito provoca um aumento correlativo da força de mordida do lado direito. Um fenómeno análogo é observado no lado esquerdo a partir de um limiar de 7 mm. Estes dados confirmam que as informações propriocecionais e barossensíveis provenientes dos recetores plantares ajustam a dinâmica oclusal, reforçando assim a ideia de uma relação bidirecional (Maeda et al., 2011).

A integração dos distúrbios morfológicos do pé na etiologia das más oclusões é igualmente sustentada. Com efeito, foi demonstrado que uma patologia podal específica, como o pé valgo, provoca uma modificação da inclinação pélvica. Um desequilíbrio da bacia gera torções compensatórias que ascendem até à esfera cervical. Um estudo sublinha que os indivíduos com más oclusões apresentam uma frequência significativamente mais elevada de desvios posturais de origem podal. Esta constatação sugere que o desequilíbrio plantar, através das cadeias musculares ascendentes, pode atuar como um fator agravante da assimetria oclusal (Souza et al., 2014).

A dimensão estrutural desta relação é reforçada por observações clínicas relativas à parte superior da coluna vertebral. De facto, a manipulação osteopática das vértebras atlas e áxis pode levar ao desaparecimento de contactos oclusais posteriores. Este fenómeno explica-se pelo facto de o reposicionamento das primeiras vértebras cervicais favorecer um realinhamento

do crânio no seu eixo, modificando a trajetória de fecho mandibular. Esta ligação direta entre a estabilidade cervical e o plano oclusal testemunha a unidade funcional que constitui o complexo cabeça-pescoço-mandíbula (Marius-Sorin et al., 2017).

No entanto, esta ligação entre a má oclusão e o sistema podal não pressupõe uma relação direta de causa efeito. Embora esteja demonstrada a existência de uma interação, seria clinicamente incorreto propor obrigatoriamente que um desequilíbrio plantar causaria uma má oclusão. Apesar de 84% dos pacientes que sofrem de DTM apresentarem uma desigualdade no comprimento das pernas entre 0,5 cm e 2,5 cm, o estudo revela um facto contraintuitivo, pois os indivíduos sem qualquer distúrbio funcional da mandíbula, descritos como assintomáticos, apresentam, em média, uma diferença de comprimento de perna mais acentuada (1,12 cm +/- 0,07 cm) do que alguns pacientes sintomáticos. Esta constatação convida a considerar o corpo humano como um sistema dinâmico dotado de uma grande capacidade de adaptação. A presença de um desequilíbrio podal traduz-se numa patologia oclusal apenas quando as capacidades de compensação do paciente são ultrapassadas, ou quando outros fatores, como o stress, o sexo ou o nível de escolaridade, se acumulam. A relação entre a oclusão e o apoio plantar deve, portanto, ser encarada como um sistema complexo multifactorial e não como uma cadeia causal linear (Alqahtani et al., 2026).

2.2. Interação entre captores posturais

A compreensão do controlo postural humano evoluiu para um modelo onde o equilíbrio não resulta de uma estrutura rígida, mas de uma integração multissensorial. Neste âmbito, a mandíbula já não é percebida apenas como um agente da mastigação, mas como um estabilizador postural de pleno direito (Giraudeau et al., 2023). A interação entre o aparelho mastigatório e o apoio no solo manifesta-se de forma impressionante durante a análise dinâmica da marcha. Foi demonstrado que uma má oclusão não altera apenas a oclusão, mas reduz significativamente a eficácia da cadeia muscular descendente. Com efeito, enquanto indivíduos saudáveis exercem uma força de apoio média de 710 N no pé esquerdo, este valor cai drasticamente para 485 N em indivíduos com

má oclusão. Esta inibição da força é acompanhada por uma modificação da cinemática espacial, em que o comprimento do passo, normalmente de 58 cm no sujeito saudável, reduz-se para 41 cm na presença de um desequilíbrio oclusal. Estes dados sugerem que o cérebro integra os sinais de instabilidade da ATM e ordena ao sistema podal a criação de compensações biomecânicas imediatas, frequentemente em detrimento da potência e da amplitude do movimento (Carda-Navarro et al., 2024).

A visão desempenha um papel fundamental na estabilidade, permitindo a orientação espacial e a estabilização do horizonte visual (Bardellini et al., 2022). A importância das referências oculares é particularmente visível em pacientes com más oclusões de Classe III. Para estes indivíduos, foi reportado num estudo, que a estabilidade foi satisfatória quando os indivíduos estavam de olhos abertos e em máxima intercuspidação (MIC) em 80% dos casos, colapsando subitamente quando a visão foi suprimida, atingindo uma taxa de instabilidade patológica de 70% a 80%. Este fenómeno de dependência visual ilustrou uma estratégia adaptativa onde o sistema visual tenta compensar as informações propriocecionais erróneas emitidas por uma mandíbula desalinhada. Paradoxalmente, a visão pode por vezes atuar como um factor de perturbação sensorial. Alguns pacientes ganharam estabilidade quando a entrada visual foi eliminada, com os resultados classificados como excelentes a passarem de 4,20% para 33,30% em condições de neutralização oclusal. Isto demonstra que uma informação visual mal integrada ou deficitária pode degradar o controlo postural global em vez de o sustentar (Akenous et al., 2023). No caso de um astigmatismo ou de um défice de convergência, os distúrbios visuais podem atuar como falsificadores de dados espaciais que prejudicam a postura. A utilização clínica do Quociente de Romberg permite objetivar esta dependência. No caso clínico relatado por Bardellini et al. (2022), um paciente apresentava inicialmente um quociente de 73,33, indicando uma estabilidade superior de olhos fechados, sinal de uma poluição visual que dificultava o equilíbrio. Foi apenas após uma correção ótica e ortóptica apropriada que este quociente se normalizou para 105,89, confirmando a reintegração da visão como um sensor de estabilização fiável.

Esta interação entre visão e oclusão é tão estreita que parece seguir padrões morfológicos precisos. As assimetrias da marcha estão ligadas a uma desigualdade no comprimento das pernas em apenas 6% dos casos, sugerindo que os restantes 94% decorrem de outros desequilíbrios sensoriais. Isto aponta para uma correlação entre o tipo de oclusão e as patologias visuais. De facto, a sobremordida está estatisticamente associada a uma dominância do olho direito e à exoforia, enquanto a mordida aberta apresenta uma prevalência acrescida para o olho esquerdo (41,58%) e distúrbios de convergência ipsilaterais (Silvestrini-Biavati et al., 2013).

A estabilidade do corpo humano repousa sobre uma sinergia frágil onde o olho, a ATM e o pé que formam um ciclo de ações aferentes e eferentes indissociáveis. Qualquer tratamento de uma má oclusão dentária deve ser obrigatoriamente acompanhada por uma avaliação dos fenómenos visuais e do apoio podal, pois é através do ajuste coordenado destes três sensores que o corpo consegue manter o seu equilíbrio natural e o seu desempenho motor.

2.3. Modelos biomecânicos propostos na literatura

A ATM e a oclusão dentária atuam ora como vetores de estabilidade, ora, inversamente, como agentes perturbadores do equilíbrio (Akenous et al., 2023). Em condição de MIC, a mandíbula oferece uma referência espacial crucial aos sensores posturais (Amaricai et al., 2020). Por outro lado, a ausência de contacto dentário reduz as aferências propiocepcionais cefálicas para o SNC, gerando uma instabilidade global. Este fenómeno é particularmente acentuado na ausência de feedback visual, situação em que a MIC compensa parcialmente a perda das referências óticas (Giraudeau et al., 2023).

No plano estático, esta interação baseia-se em correlações musculares específicas em que a ativação dos músculos temporais solicita a cadeia posterior e aumenta o apoio do calcanhar, enquanto a dos masseteres envolve a cadeia anterior, deslocando o CdP para o antepé. Neurologicamente, estas transferências explicam-se pelas ligações entre o núcleo motor do trigémeo e os núcleos vestibulares (Messina et al., 2023). Uma má oclusão pode, assim, gerar uma hipertonicidade mastigatória que, por retroação, modifica o tônus dos membros inferiores. Nesse sentido, as más oclusões de Classe II tendem a

projetar o centro de gravidade para a frente por compensação cefálica, enquanto as de Classe III favorecem uma verticalização cervical e um recuo do centro de gravidade (Diéguez-Pérez et al., 2025).

A biomecânica da mandíbula influencia a distribuição do peso corporal. Uma má oclusão pode desencadear uma ativação muscular excessiva ou adaptações esqueléticas que repercutem até à forma como o pé toca no solo. Estabeleceu-se que o ritmo locomotor sofre modificações significativas na presença de anomalias oclusais. Em crianças com más oclusões, observa-se uma cinemática de marcha específica, caracterizada por uma aceleração da cadência, ou seja, um número de passos por minuto superior à norma. Paralelamente, o ciclo completo de marcha é encurtado e a duração do apoio, particularmente ao nível do pé direito, sofre uma redução acentuada em comparação com sujeitos de oclusão normal. Esta aceleração do passo traduz uma estratégia adaptativa do SNC face a uma instabilidade postural pronunciada. O corpo, ao perceber um desequilíbrio exacerbado pela má oclusão durante a fase dinâmica, aumenta a sua velocidade para reduzir o tempo de transição entre os apoios e, assim, minimizar as fases de desequilíbrio potencial (Róžańska-Perlińska, Jaszczur-Nowicki, Rydzik, et al., 2023).

A gestão do centro de gravidade também é afetada, nomeadamente pelas más oclusões do setor anterior. Nos casos de Classe II canina, o sistema postural adota uma compensação cefálica caracterizada por uma projeção anterior da cabeça e do pescoço. Esta anteriorização desencadeia um sinal de instabilidade no cérebro, que responde com uma modificação assimétrica da passada. O indivíduo adota, então, um passo mais curto de um lado para compensar o desequilíbrio criado no setor superior e estabilizar a projeção do centro de massa (Róžańska-Perlińska, Jaszczur-Nowicki, Kruczkowski, et al., 2023).

Surge uma diferença major na posição médio-lateral da linha de marcha, em que enquanto os indivíduos saudáveis apresentam uma trajetória de pressão centrada e harmoniosamente distribuída, os pacientes patológicos mostram um desvio significativo desta linha. Em termos de força de apoio, as disparidades são igualmente explícitas. Os indivíduos que sofrem de más oclusões exercem uma força de reação ao solo muito inferior em comparação com os indivíduos do grupo de controlo. Num estudo foi descrito que tomando como exemplo o

calcanhar esquerdo, os indivíduos saudáveis apresentam uma força de apoio de 548,89N, ao passo que a dos sujeitos patológicos atinge apenas 360,15 N. Esta redução da força de impacto no calcanhar e no ante pé testemunha uma modificação da dinâmica de propulsão e de amortecimento, confirmando que a integridade do sistema oclusal é uma condição levante para uma biomecânica podal eficiente e equilibrada (Carda-Navarro et al., 2024).

3. Dados científicos sobre a influência da má oclusão no sistema podal

3.1. Estudos observacionais e correlações clínicas

A análise cruzada dos dados provenientes da seleção de artigos com resultados favoráveis, tanto em crianças como em adultos no que diz respeito à relação má oclusão com o sistema podal, revela uma correlação estrutural e funcional significativa, embora esta relação pareça depender do estágio de desenvolvimento dentário. Nos indivíduos jovens, a literatura destaca uma sensibilidade acrescida do sistema postural às aferências trigeminais. Cabrera-Domínguez et al. (2021) evidenciaram uma assinatura baropodométrica específica para cada classe de Angle. Enquanto as Classes II se caracterizam por uma transferência de carga posterior, as Classes III induzem uma projeção anterior do centro de pressão. Esta reatividade postural precoce é confirmada por Róžańska-Perlińska et al. (2023), no seu estudo sobre a dentição mista em que demonstram que a má oclusão não altera apenas o equilíbrio estático, mas modifica profundamente a cinemática da marcha. Estes resultados sugerem que, na criança, a anomalia oclusal insere-se num esquema de desenvolvimento global onde o pé se adapta de forma dinâmica para compensar o desequilíbrio cefálico. A eficácia das intervenções precoces, sublinhada por Bardellini et al. (2022), vem validar esta hipótese, demonstrando que o tratamento ortodôntico não se limita à esfera oral, mas atua como um verdadeiro reprogramador da estabilidade postural pediátrica.

À medida que o indivíduo avança na idade, a relação parece passar de uma adaptação dinâmica para uma compensação fixada, ou mesmo para uma degradação estrutural. Em adultos jovens, foram observadas correlações significativas entre as más oclusões anteroposteriores e assimetrias da abóbada plantar ou do equilíbrio pélvico (Figura 3) (Akenous et al., 2023; Nowak et al., 2024). Este mecanismo demonstra como a posição mandibular influencia diretamente o apoio do pé e a postura da cabeça, ilustrando a persistência das cadeias posturais descendentes (Cabrera-Domínguez et al., 2021).

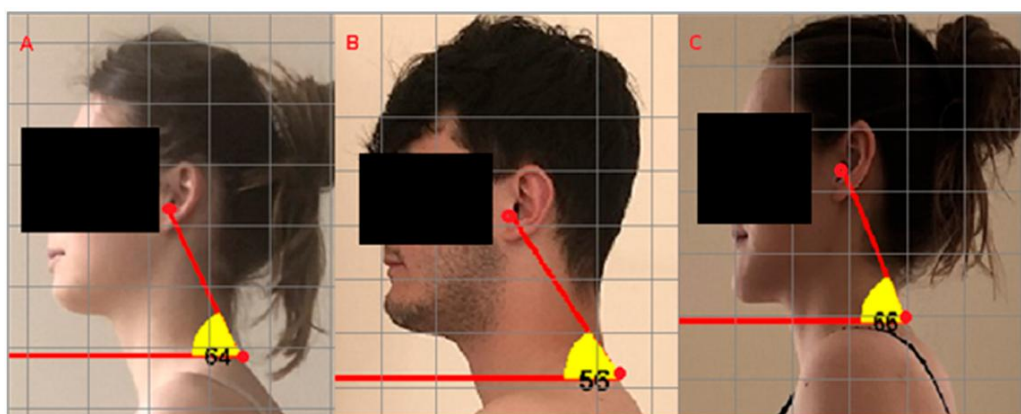


Figura 3 -Pontos de marcação e medição do ângulo de protrusão da cabeça em indivíduos com más oclusões de Classe I (A), II (B) e III (C) de Angle. Imagem retirada de (Nowak et al., 2024).

No entanto, perante a complexidade do sistema adulto, alguns dados introduzem nuances, pois embora sugiram tendências, não pode ser estabelecida uma robustez estatística comparável à dos estudos pediátricos, o que poderá traduzir uma maior influência das outras entradas sensoriais no adulto (Arriola-Guillén & Morales-Atarama, 2025).

Por outras palavras, a má oclusão aparece como uma restrição imposta à postura, gerida com sucesso pela plasticidade da idade jovem, mas potencialmente geradora de assimetrias podais no adulto. Uma diferença fundamental reside na hierarquia dos recetores posturais. Na criança, a entrada oclusal é predominante, uma vez que os outros recetores (visão, proprioceção fina do pé) estão ainda em maturação. O impacto de uma má oclusão é, portanto, facilmente detetável em baropodometria (Cabrera-Domínguez et al., 2021). No que concerne ao adulto, o sistema é mais complexo, desenvolvendo estratégias de substituição. Se a entrada oclusal estiver deficiente, o olho ou o ouvido interno compensam para manter o equilíbrio. Isto explica por que razão os resultados

são por vezes menos evidentes do que nas crianças, uma vez que as compensações mascaram a patologia (Arriola-Guillén & Morales-Atarama, 2025).

3.2. Tipos de perfil estudados

3.2.1. Classe II de Angle

O perfil mais documentado e frequente nos estudos é o da Classe II de Angle, caracterizado por um desvio sagital onde a mandíbula se situa em posição distal em relação à maxila. Este perfil gera uma cascata de compensações que visam manter o equilíbrio e otimizar as funções vitais, nomeadamente a respiração. A deficiência mandibular é frequentemente acompanhada por uma extensão crânio-cervical. Para libertar as vias aéreas superiores, potencialmente estreitadas pelo recuo mandibular, o indivíduo projeta a cabeça para a frente. Esta alteração da postura da cabeça desloca mecanicamente o centro de massa do corpo para a frente (Parameswaran et al., 2023).

Esta projeção anterior tem repercussões diretas no sistema podal. As medições baropodométricas revelam que os indivíduos em Classe II apresentam uma carga de pressão significativamente mais elevada no antepé em comparação com o retropé (Cabrera-Domínguez et al., 2021). Esta sobrecarga anterior não é isenta de consequências para a própria morfologia do pé. A correlação mais marcante no perfil das Classes II é que mais de 87% dos pacientes apresentam pé chato ou um desabamento do arco plantar. A hipótese sustentada é que o pé, para absorver este deslocamento constante do peso para a frente, colapsa em pronação para aumentar a sua superfície de contacto e estabilizar o indivíduo. Este perfil de Classe II com pé chato ilustra perfeitamente a patologia descendente, onde a anomalia oclusal dita a morfologia do apoio no solo (Isler et al., 2024).

3.2.2. Classe III de Angle

No oposto do espectro sagital, o perfil de Classe III, prognatismo mandibular ou mesioclusão, induz uma estratégia postural inversa. Aqui, a mandíbula projetada para a frente parece provocar uma adaptação global para trás para compensar o desequilíbrio da massa cefálica. Através do exame

baropodométrico, evidenciou-se que estes indivíduos apresentam uma tendência para a projeção posterior do corpo, com uma carga plantar nitidamente mais marcada nos calcanhares (Stefanello et al., 2006).

Este perfil distingue-se igualmente por uma instabilidade lateral mais pronunciada do que nas outras classes. Ao estudar pacientes adultos antes de cirurgia ortognática, observou-se que as más oclusões de Classe III severas não se limitam ao plano sagital, mas acompanham-se frequentemente de assimetrias no plano frontal, com inclinações do tronco que se repercutem até à distribuição de cargas entre o pé direito e o pé esquerdo. Neste perfil, o pé não sofre apenas uma sobrecarga posterior, mas deve também gerir micro-oscilações mais frequentes para manter o equilíbrio, o que pode traduzir-se numa fadiga precoce dos músculos estabilizadores do tornozelo (Kulczynski et al., 2018(a); Kulczynski et al., 2018(b)).

3.2.3. Más oclusões transversais e verticais

Para além das classificações sagitais de Angle, existe um perfil de má oclusão mais complexo que inclui mordidas cruzadas, desvios da linha média e mordidas abertas anteriores. Este perfil está intimamente ligado às assimetrias da coluna vertebral, tendo sido verificada uma prevalência de más oclusões de 95% em crianças com escoliose idiopática, apresentando a maioria delas mordida aberta anterior. Neste tipo de perfil, o problema podal não é uma simples sobrecarga anterior ou posterior, mas uma assimetria tridimensional. A inclinação lateral da mandíbula influencia o tónus das cadeias musculares, o que pode levar a uma báscula da bacia e, por extensão, a uma modificação unilateral do apoio plantar. Este perfil de escoliose sublinha que as más oclusões transversais e verticais são sinais de alerta para desequilíbrios posturais profundos que afetam a estabilidade podal de forma assimétrica, tornando a marcha menos eficiente e aumentando o risco de patologias ortopédicas ascendentes (Laskowska et al., 2019).

Além disso, o perfil de respiração oral, frequentemente associado a uma mordida cruzada posterior, induz adaptações miofasciais específicas destinadas a libertar as vias aéreas, traduzindo-se muitas vezes numa projeção anterior da cabeça. Este quadro clínico demonstra a necessidade de não limitar a análise

apenas à relação do sistema podal com a oclusão. Convém integrar as funções orofaciais, como a respiração, cujas restrições podem gerar compensações posturais descendentes com impacto no equilíbrio global (Costa et al., 2010).

3.2.4. Pé pronador e pé valgo

O perfil podal mais frequentemente associado às modificações do aparelho estomatognático é o do pé em pronação excessiva ou pé valgo. Neste tipo de perfil, observa-se um desabamento do arco plantar, bem como um calcanhar que se desvia para dentro. Por outro lado, existe uma correlação estatística importante entre este perfil e a má oclusão de classe III. Com efeito, mais de 53% das crianças que apresentam uma postura de pé pronadora têm tendência para a mesioclusão ou prognatismo mandibular (Marchena-Rodríguez et al., 2018). O mecanismo biomecânico subjacente baseia-se no princípio da reorganização aferente das cadeias musculares. Um pé que colapsa em pronação provoca uma rotação interna do membro inferior, uma báscula anterior da bacia e, por compensação, uma modificação da postura da cabeça. Para manter o equilíbrio postural face a esta instabilidade basal, o corpo pode favorecer um avanço reflexo da mandíbula. O perfil posteriorizado ao nível do centro de massa, frequentemente associado à Classe III, encontra no pé pronador uma base de apoio larga mas instável, que força o sistema mastigatório a adaptar-se para estabilizar a cadeia postural superior (Cabrera-Domínguez et al., 2021). Este perfil ilustra como uma deficiência de suporte plantar pode estimular um crescimento mandibular assimétrico ou uma posição de repouso protrusiva.

3.2.5. Pé supinador e pé cavo

Inversamente, o perfil do pé supinador ou pé cavo impõe uma rigidez acrescida ao sistema postural. Caracterizado por um arco plantar muito elevado e, ao contrário do pé valgo, pelo calcanhar que se inclina para fora, este perfil reduz a superfície de apoio no solo e aumenta a tensão nas cadeias musculares posteriores. Estabeleceu-se, então, uma ligação significativa entre este perfil podal e a Classe II de Angle. Cerca de 38% dos pés supinadores são encontrados em pacientes que apresentam distocclusão (Marchena-Rodríguez et

al., 2018). Neste esquema aferente, a rigidez do pé supinador limita a capacidade de amortecimento do corpo. Esta tensão repercute-se ao longo da cadeia muscular posterior envolvendo os gêmeos, isquiotibiais, músculos da coluna, até aos músculos suboccipitais e aos músculos mastigatórios. Esta hipertonidade posterior favorece uma extensão da cabeça e, consequentemente, um recuo da mandíbula. Stefanello et al. (2006) confirmam por baropodometria que este perfil está associado a uma projeção anterior do corpo onde o pé, em supinação, já não permite a regulação fina necessária para uma oclusão de Classe I. O recuo mandibular torna-se, então, uma estratégia de equilíbrio face a um percetor podal demasiado rígido.

3.2.6. Instabilidade dinâmica

Um perfil podal menos explorado, mas que permanece importante, é o da instabilidade dinâmica durante a marcha, particularmente na criança. De facto, os parâmetros da marcha, incluindo o comprimento da passada, a velocidade ou a cadência, estão intimamente ligados ao desenvolvimento da oclusão. Uma criança que apresente um perfil podal caracterizado por uma superfície de contacto reduzida ou assimetrias de propulsão desenvolve mais frequentemente más oclusões complexas em dentição mista. Aqui, o pé não atua apenas pela sua forma estática, mas pela sua eficácia funcional. Uma marcha instável envia informações proprioceptivas erradas ao SNC, perturbando o estabelecimento dos centros de crescimento craniofaciais. Se o apoio no solo for instável ou assimétrico, a mandíbula que é o osso mais móvel e adaptável do crânio procurará uma posição de compensação para estabilizar a cabeça durante a locomoção. Este perfil sublinha que o pé é o primeiro informador do sistema estomatognático, em que uma base dinâmica deficitária impede o estabelecimento de uma oclusão estável e centrada (Róžańska-Perlińska, Jaszczur-Nowicki, Rydzik, et al., 2023).

3.2.7. Indivíduos desportistas

O perfil do atleta profissional traz uma nuance fundamental ao estudo das cadeias posturais. Nestes indivíduos, o sistema podal é submetido a solicitações extremas e apresenta frequentemente anomalias morfológicas que, segundo os

modelos teóricos clássicos, deveriam induzir a más oclusões severas. No entanto, o atleta de alto nível consegue frequentemente permanecer assintomático graças a uma coordenação neuromuscular de exceção e a uma hipertonía compensatória capaz de mascarar os desequilíbrios estruturais (Julià-Sánchez et al., 2020). Esta observação sublinha que a atividade física intensa atua como um poderoso fator ambiental que modifica o equilíbrio entre a postura global e a saúde oral. Na criança desportista em pleno crescimento, as cargas mecânicas repetitivas podem acentuar deformações dos membros inferiores, tais como o valgo (calcanhar para dentro) ou o varo (calcanhar para fora), que evoluem em ligação direta com o equilíbrio oclusal e mandibular (Lytovchenko, 2024).

É, portanto, necessário um acompanhamento personalizado em matéria de atividade física, pois uma dosagem inadequada do exercício pode agravar as patologias do aparelho locomotor se as discrepâncias oclusais subjacentes não forem tidas em conta. Em suma, a otimização do rendimento global e a prevenção de lesões só podem ser garantidas por uma abordagem interdisciplinar, onde a correção de um dos polos, podal ou oclusal, não pode ser plenamente eficaz sem a regulação do outro (Lytovchenko, 2024).

3.2.8. Indivíduo sem patologia

O perfil do jovem adulto saudável serve de prova para melhor compreender os nexos de causalidade das patologias podais e oclusais. Nestes indivíduos, cujo pé é funcional e a oclusão é normal, as variações provocadas, como o apertar dos dentes ou o uso de calços, não induzem modificações na pressão plantar. Este perfil demonstra que a cadeia ascendente só se torna patogénica quando o sistema podal perde a sua capacidade de adaptação (Amaricai et al., 2020).

Enquanto o pé cumpre o seu papel de amortecedor e estabilizador, ele protege a oclusão das restrições posturais. O problema oclusal de origem podal é, portanto, a assinatura de um perfil onde o pé se tornou um percetor disfuncional, deixando de ser um suporte para se tornar uma restrição.

3.3. Estudos que não demonstram relação significativa

A literatura científica contemporânea permanece dividida quanto à existência de um elo funcional entre o sistema estomatognático e o sistema postural, particularmente o sistema podal. Embora algumas teorias mencionem cadeias miofasciais aferentes ou eferentes, numerosos estudos não conseguem demonstrar uma correlação clinicamente significativa, sugerindo que ambos os sistemas operam de forma independente em indivíduos saudáveis ou que as capacidades de adaptação do corpo mascaram qualquer interação potencial.

Nos trabalhos de Bittar, que se concentram inicialmente em um estudo piloto com crianças de 7 anos (Bittar et al., 2022) e, posteriormente, expandem-se para 93 indivíduos entre 4 e 11 anos (Bittar et al., 2024), os investigadores utilizaram a baropodometria eletrônica para quantificar a influência da posição mandibular na postura estática. Os resultados clínicos indicam que, apesar de desvios de deslocamento mandibular registrados em cerca de 7 mm para a lateralidade direita e 13 mm para a esquerda, nenhuma modificação estatística foi detetada ao nível dos sensores de pressão plantar. Além disso, a análise estatística rejeita a ideia de que o lado habitual de mastigação ou a idade da criança possam influenciar esta relação. Ao dividir a amostra em dois grupos (4-7 anos e 8-11 anos), o estudo confirma que a estabilidade dos apoios plantares permanece constante durante o crescimento (Bittar et al., 2024).

Embora tenham sido observadas assimetrias naturais, como uma pressão e uma superfície de apoio mais acentuadas no pé esquerdo, os autores referem que estas variações são intrínsecas ao próprio sistema postural e não estão relacionadas com informações provenientes da mandíbula. Por outras palavras, estes dados permitem afastar a hipótese de uma adaptação imediata da postura em resposta aos movimentos do aparelho mastigatório.

Por outro lado, ao examinar especificamente a incidência da mordida cruzada posterior em crianças com respiração oral e nasal, demonstrou-se que a grande maioria da amostra (83,67%) não apresentava esta anomalia oclusal. Além disso, os resultados indicam que as variações da postura cefálica ou cervical articulam-se de forma independente do estado oclusal da criança. Embora mecanismos de compensação mastigatória pudessem, em teoria,

influenciar o equilíbrio sagital e frontal, a realidade clínica evidencia uma variabilidade postural própria de cada indivíduo, a qual não pode ser correlacionada de forma sistemática ou preditiva com uma desarmonia oclusal (Costa et al., 2010).

A independência dos dois sistemas, estomatognático e podal, é também evidenciada na avaliação das repercussões posturais após intervenções clínicas. O estudo longitudinal realizado por Sommer et al., (2025) em crianças com idade mediana de 11,1 anos revela que, apesar da implementação de um tratamento com um aparelho ortodôntico Bionator de Balters que gerou correções dento-esqueléticas importantes, não foi observada qualquer modificação clínica notável na postura da parte superior do corpo ou no controle postural. Relatam, nomeadamente, uma melhoria significativa dos parâmetros cefalométricos, como o aumento do ângulo SNB° (de 76,6° para 77,5°) e a redução do ângulo ANB° (de 4,64° para 3,84°). Parece que o sistema postural, cujos valores iniciais já se encontravam dentro dos padrões fisiológicos, não sofre qualquer reprogramação adaptativa em resposta à correção de uma má oclusão de Classe II.

Numa perspetiva semelhante, explorou-se o impacto imediato de uma sessão de mobilização mandibular em pacientes com DTM. Embora a manobra terapêutica tenha efetivamente permitido aumentar a amplitude da abertura bucal, as análises baropodométricas não evidenciaram qualquer correlação com uma modificação do controle postural. As medições estabilométricas relativas às oscilações do CdP, tanto no plano anteroposterior como no médio-lateral, não apresentam qualquer variação estatisticamente significativa após a intervenção (Arruda et al., 2012).

Além disso, um estudo transversal realizado para explorar a correlação entre discrepância do comprimento das pernas e a DTM demonstrou que não existe associação estatisticamente significativa. Mais precisamente, não foi estabelecida qualquer correlação com distúrbios musculares, artralgia ou osteoartrite. Embora tenha sido observada uma associação negativa com o deslocamento do disco, a presença de uma assimetria dos membros inferiores não pode ser considerada um fator preditivo de DTM (Alqahtani et al., 2026).

Por fim, a influência do ambiente externo, e particularmente da atividade física, parece ser muito limitada na etiologia das más oclusões. As investigações de Lytovchenko et al., (2024) sublinham que a prática desportiva regular na criança não está correlacionada com uma redução da prevalência de anomalias ortodônticas. O autor indica que, embora o desporto favoreça a saúde ortopédica global, não compensa os fatores determinantes da má oclusão, como a predisposição genética ou hábitos precoces. O sistema estomatognático e a dinâmica postural adquirida pelo exercício desenvolvem-se segundo processos independentes, sem que uma interação funcional importante altere a estrutura oclusal.

No entanto, outros artigos enfatizam a estabilidade funcional do sistema postural, sugerindo que o corpo humano possui mecanismos de compensação suficientemente resistentes para isolar a regulação do equilíbrio de variações ou correções ao nível do sistema estomatognático (Alqahtani et al., 2026; Bittar et al., 2024; Sommer et al., 2025).

A análise da literatura revela que a maior parte dos estudos que concluem pela ausência de correlação entre as más oclusões e os parâmetros do sistema podal incide preferencialmente sobre a população pediátrica. Esta tendência sugere que a independência funcional entre o sistema estomatognático e a postura plantar é particularmente evidente durante o período de crescimento.

Ao analisar os resultados dos diferentes estudos, observa-se um contraste importante entre crianças e adultos. Se considerarmos especialmente os trabalhos realizados em crianças, como os de Souza et al. (2014), verifica-se que os resultados são frequentemente negativos ou “não significativos”. Por outras palavras, mesmo quando existe uma Classe II ou Classe III bem definida, o pé da criança não parece sofrer alterações quando avaliado numa plataforma baropodométrica. No entanto, isto não permite concluir que não exista qualquer relação entre o sistema podal e as más oclusões na população pediátrica.

O sistema postural da criança apresenta uma grande capacidade de adaptação, permitindo-lhe neutralizar eficazmente os desequilíbrios ascendentes ou descendentes. Graças a uma elevada plasticidade muscular e articular, a criança consegue absorver o desequilíbrio mandibular. De facto, o

SNC privilegia a estabilidade imediata, e os recetores podais ainda são demasiado flexíveis para que as alterações dentárias se reflitam de forma rígida. Assim, o corpo adapta-se constantemente, sem que a sua estrutura global sofra deformações permanentes.

3.4. Métodos de avaliação utilizados

3.4.1. Baropodometria

Para assegurar uma compreensão aprofundada dos mecanismos de adaptação durante o movimento, a utilização de uma plataforma baropodométrica impõe-se como a solução de referência. Este dispositivo permite analisar com precisão parâmetros como a linha de marcha, a cinética das pressões, bem como a instabilidade e as assimetrias do CdP, através do diagrama em borboleta (Butterfly Diagram) (Carda-Navarro et al., 2024). De forma a garantir o rigor científico desta análise, foi elaborado um protocolo metodológico.

3.4.1.1. Preparação e condições do exame

Para obter medições reproduzíveis, o ambiente deve ser rigorosamente controlado. A plataforma deve obrigatoriamente assentar sobre uma superfície plana e estável. O paciente realiza o exame descalço, numa postura de referência em ortostatismo, estática e relaxada, com os braços ao longo do corpo (Carda-Navarro et al., 2024).

A posição do olhar desempenha um papel muito importante neste tipo de teste, devendo manter-se horizontal, sem fixação de um ponto específico. Salvo em protocolos específicos de apertamento dentário, os lábios permanecem fechados e a mandíbula é mantida em posição de repouso, sem contacto dentário, de forma a neutralizar qualquer interferência oclusal imediata (Souza et al., 2014; Stefanello et al., 2006).

3.4.1.2. Posicionamento na plataforma

O posicionamento dos pés constitui uma etapa crucial para a normalização dos resultados clínicos. Os pés devem formar um ângulo de 30°, com um afastamento de 4 cm entre os calcâneos (Souza et al., 2014; Stefanello

et al., 2006). Antes do início do registo, o paciente deve distribuir o peso corporal de forma natural, de modo a estabilizar os apoios (Parameswaran et al., 2023).

3.4.1.3. Aquisição dos dados

O exame permite dois tipos de análises complementares, de acordo com as necessidades clínicas.

A análise estática consiste no registo da distribuição das pressões durante um período determinado, geralmente de 20 segundos, permitindo avaliar a posição do CdP (Souza et al., 2014; Stefanello et al., 2006).

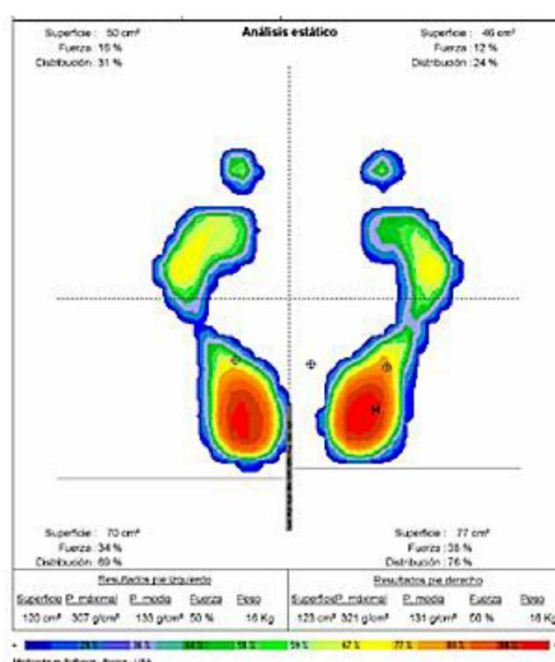


Figura 4 -Análise baropodométrica de pressões e centro de gravidade.
Imagem retirada de (Cabrera-Domínguez et al., 2021).

A análise dinâmica implica que o paciente caminhe sobre a plataforma ou sobre um tapete instrumentado, como o Zebris FDM®, permitindo decompor e analisar cada fase do ciclo da marcha (Carda-Navarro et al., 2024; Taşkın & Kalkan, 2026).

3.4.1.4. Parâmetros de avaliação

Reforçar a hipótese de uma relação entre a oclusão dentária e o sistema podal baseia-se na análise de variáveis baropodométricas específicas, que permitem quantificar as adaptações biomecânicas do corpo. O estudo destes

parâmetros revela de que forma uma má oclusão pode influenciar a postura e a dinâmica da marcha.

Distribuição ântero-posterior é um parâmetro que compara a carga exercida sobre o antepé em relação ao retropé. Os valores de referência situam-se geralmente entre 35 e 40% para o antepé e entre 55 e 60% para o retropé. Um desequilíbrio, frequentemente marcado por uma anteriorização do centro de gravidade, é frequentemente observado em pacientes com más oclusões de Classe II (Souza et al., 2014; Stefanello et al., 2006; Taşkin & Kalkan, 2026).

A linha de marcha mede a progressão médio-lateral do ponto focal de pressão ao longo do ciclo da marcha. Os estudos mostram que os pacientes com más oclusões apresentam uma posição da linha de fase significativamente diferente, refletindo uma alteração da trajetória do peso corporal durante o movimento (Carda-Navarro et al., 2024; Taşkin & Kalkan, 2026).

O diagrama em borboleta é uma esta ferramenta de visualização cinética que traça o percurso do CdP durante os ciclos sucessivos da marcha. É fundamental para detetar instabilidades posturais ou assimetrias significativas do passo, frequentemente correlacionadas com irregularidades oclusais (Figura 5) (Carda-Navarro et al., 2024; Taşkin & Kalkan, 2026).

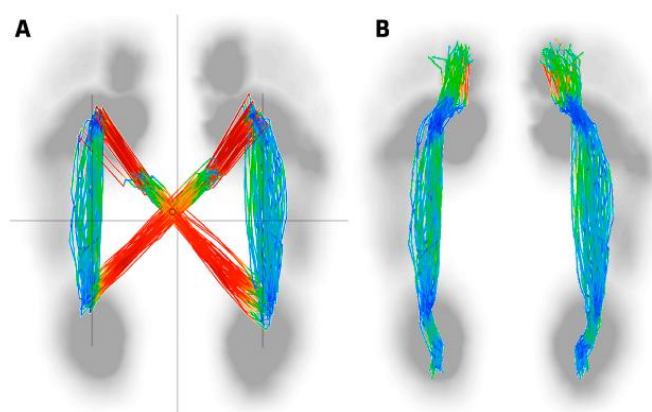


Figura 5 -Análise do CdP. (A) Análise em borboleta. (B) Linhas de marcha esquerda e direita. Níveis de velocidade (vermelho: rápido, verde: intermédio, azul: lento). Imagem retirada de (Carda-Navarro et al., 2024).

Por último, as forças de reação medem a força máxima exercida, expressa em Newtons, especificamente ao nível do calcanhar e do antepé. Foram registadas diferenças relevantes, sendo que os pacientes saudáveis exercem geralmente uma força de reação ao solo superior à daqueles que apresentam

má oclusão, refletindo uma eficiência biomecânica distinta (Carda-Navarro et al., 2024; Parameswaran et al., 2023).

3.4.1.5. Interpretação e limitações

A fase final consiste numa análise crítica destinada a identificar a origem dos desequilíbrios (Stefanello et al., 2006). Trata-se de diferenciar uma síndrome eferente, em que a má oclusão origina o desequilíbrio podal, de uma síndrome aferente, em que uma deformação do pé modifica o sistema estomatognático.

Por fim, a interpretação deve integrar fatores de confusão como a visão, o sistema vestibular, a ansiedade ou a presença de cicatrizes patológicas, todos capazes de alterar o tônus postural independentemente da oclusão (Akenous et al., 2023; Cabrera-Domínguez et al., 2021; Stefanello et al., 2006).

3.4.2. Exames clínicos

3.4.2.1. Teste de Romberg

No contexto do exame clínico, o teste de Romberg constitui uma ferramenta fundamental para determinar as diferentes entradas do sistema postural. O seu principal objetivo é avaliar a contribuição respetiva das aferências visuais, vestibulares e proprioceptivas na manutenção do equilíbrio estático.

Aplicado ao estudo das disfunções estomatognáticas, este teste permite determinar se o sistema mastigatório se comporta como um elemento perturbador ou, pelo contrário, como um mecanismo compensador da postura global (Bardellini et al., 2022; Marius-Sorin et al., 2017).

O exame segue um protocolo rigoroso, o paciente é colocado em posição ortostática, em pé, direito, com os pés juntos e os braços ao longo do corpo. O clínico analisa a estabilidade do indivíduo segundo duas sequências distintas.

Na fase de olhos abertos (OA), o paciente fixa um ponto ao nível do horizonte, permitindo a integração da informação visual.

Seguidamente, na fase de olhos fechados (OF), a oclusão visual elimina a entrada sensorial da visão, obrigando o SNC a apoiar-se exclusivamente no sistema vestibular e na proprioceção, nomeadamente podal e oclusal.

Para determinar especificamente a relação entre a oclusão e o sistema podal, este protocolo é enriquecido com variações da posição mandibular. Ao comparar a estabilidade do paciente em posição de repouso mandibular, em inoclusão e em intercuspidação máxima, torna-se possível isolar a influência da propriocepção oclusal no equilíbrio estático (Giraudeau et al., 2023).

A análise dos resultados baseia-se na observação das oscilações posturais e da estratégia de equilibração. O teste é considerado negativo quando o indivíduo mantém a posição sem oscilações importantes nem deslocamento dos pés. A transição entre OA e OF não deve provocar desequilíbrio súbito, refletindo uma gestão eficaz das entradas proprioceptivas e uma integridade funcional do sistema vestibular (Marius-Sorin et al., 2017; Nowak et al., 2023).

O teste de Romberg é considerado positivo quando ocorre aumento marcado das oscilações, balanço excessivo ou queda aquando do encerramento dos olhos, revelando dependência visual ou défice dos restantes captadores sensoriais (Bardellini et al., 2022). Em pacientes com má oclusão ou respiradores orais, pode surgir uma instabilidade acrescida (Castellanos-Ruíz et al., 2021).

A implicação direta do aparelho mastigatório é clinicamente confirmada quando a instabilidade observada com os olhos fechados se corrige ou diminui após neutralização da oclusão, por exemplo através da utilização de rolos de algodão ou de um aparelho funcional do tipo Mouth Slow Balance (Bardellini et al., 2022; Nowak et al., 2023).

Pelo contrário, a ausência de modificação da estabilidade apesar da alteração da oclusão orienta mais para uma causa aferente, do pé para a mandíbula, ou para a ausência de uma relação funcional imediata (Iacob et al., 2021).

3.4.2.2. Classe de Angle

A classificação de Angle continua a ser a referência clínica universal para classificar as más oclusões no plano sagital. No âmbito do estudo das interações posturais, os pacientes são avaliados e distribuídos segundo critérios precisos.

Para a Classe I de Angle, os critérios de inclusão indicam que os pacientes apresentam um perfil facial equilibrado. Embora o alinhamento dentário possa apresentar anomalias (apinhamentos, rotações), o equilíbrio sagital das bases

ósseas é mantido. No contexto da implicação postural, esta classe serve de grupo de controlo em vários estudos para estabelecer uma linha de base da estabilidade postural e da distribuição das pressões plantares (Akenous et al., 2023).

No que diz respeito à Classe II de Angle, a divisão 1 caracteriza-se por uma vestibuloversão dos incisivos superiores, frequentemente associada a respiração oral e a uma postura cefálica projetada para a frente (Parameswaran et al., 2023). A divisão 2 caracteriza-se por uma palatoversão dos incisivos centrais superiores e uma sobremordida incisiva profunda.

Observou-se que os pacientes de Classe II apresentam frequentemente uma lordose cervical acentuada e um deslocamento anterior do centro de gravidade com sobrecarga do antepé, para compensar a deficiência mandibular e facilitar a permeabilidade das vias aéreas (Akenous et al., 2023; Parameswaran et al., 2023).

Por fim, na Classe III de Angle, os estudos baropodométricos sugerem que a Classe III induz uma estratégia postural inversa à da Classe II, com tendência para a transferência de carga para os calcanhares ou oscilações posturais específicas relacionadas com a posição anterior da mandíbula (Akenous et al., 2023; Stefanello et al., 2006).

Para todas estas classes, a avaliação nos artigos citados pode incluir:

1. Exame intraoral com determinação da classe molar e canina em MIC.
2. Análise da linha média com verificação da simetria das arcadas.
3. Análise do percurso de fecho mandibular e presença de contactos prematuros que possam alterar a classificação clínica.

O objetivo desta classificação, nesta metodologia, é correlacionar estas anomalias sagitais com as variações dos parâmetros estabilométricos e as assimetrias de pressão plantar recolhidas durante o exame baropodométrico (Akenous et al., 2023; Nowak et al., 2024).

3.4.2.3. Disfunções plantares

A análise do sistema podal no contexto das correlações com o aparelho estomatognático baseia-se em dois tipos de avaliação complementares: o estudo morfológico, centrado na estrutura do pé, e o estudo postural, focado na orientação e nos apoios.

O IPP é uma ferramenta clínica que permite avaliar a posição multidimensional do pé. A classificação é obtida através de uma pontuação em que cada item do IPP é pontuado entre -2 e +2, resultando numa pontuação total entre -12 (altamente supinado) e +12 (altamente pronado). Os itens incluem a palpação da cabeça do tálus, as curvas acima e abaixo dos maléolos laterais, o ângulo calcâneo, a protuberância talonavicular, o arco longitudinal medial e o alinhamento entre o antepé e o retropé (Marchena-Rodríguez et al., 2018). Em relação à classificação esta atribuída da seguinte forma:

- Pé neutro: pontuação entre 0 e 5.
- Pé pronador (disfunção em valgo): pontuação > 6.
- Pé supinador (disfunção em varo): pontuação < 0.

Adicionalmente, o ângulo de Clarke e a análise da impressão plantar são métodos utilizados para medir a profundidade do arco plantar interno a partir de uma impressão estática (Isler et al., 2024; Marchena-Rodríguez et al., 2018).

Um pé considerado normal apresenta uma curvatura fisiológica com um ângulo entre 31° e 42°. Considera-se pé plano quando existe um colapso do arco plantar e um aumento da superfície de contacto no médio-pé, sendo o ângulo de Clarke reduzido (<31°). No pé cavo, o arco longitudinal é mais elevado do que o normal, limitando o apoio a uma faixa estreita na borda externa sendo o ângulo de Clarke então elevado (>42°) (Marchena-Rodríguez et al., 2018).

A plataforma de pressão permite quantificar a distribuição de cargas, critério essencial para identificar assimetrias associadas a más oclusões (Isler et al., 2024; Stefanello et al., 2006).

Na distribuição ântero-posterior, avalia-se a percentagem de carga no antepé versus retropé. Uma sobrecarga anterior é frequentemente associada à

Classe II, enquanto uma carga posterior pode ser observada na Classe III (Stefanello et al., 2006).

Na distribuição lateral, uma assimetria de carga entre o pé direito e o pé esquerdo é frequentemente sinal de adaptação postural a uma assimetria mandibular, como uma mordida cruzada unilateral (Isler et al., 2024).

Os estudos referem também a forma global do pé como critério de seleção, sendo o pé egípcio caracterizado por um primeiro dedo mais longo, o pé grego com, o segundo dedo mais longo e no pé quadrado ou romano em que, os dedos têm comprimentos semelhantes. Estes critérios ajudam a padronizar os grupos de pacientes antes da análise das pressões (Isler et al., 2024).

A avaliação das disfunções plantares não se limita à forma do pé, mas à sua capacidade de adaptação. A utilização combinada do índice IPP e da baropodometria permite distinguir disfunções plantares estruturais de adaptações posturais funcionais induzidas por má oclusão (Marchena-Rodríguez et al., 2018; Stefanello et al., 2006).

3.5. Limite dos estudos existentes

A análise da literatura evidencia uma heterogeneidade importante das populações estudadas, constituindo uma limitação major para o estabelecimento de uma relação causal direta entre as más oclusões dentárias e o sistema podal.

Em primeiro lugar, as faixas etárias incluídas nos estudos são particularmente variáveis, abrangendo desde a adolescência até à idade adulta avançada, por vezes até aos 55 ou 60 anos (Akenous et al., 2023). Ora, um adolescente não apresenta nem as mesmas características biomecânicas, nem as mesmas capacidades de adaptação postural que um adulto maduro. O crescimento craniofacial ainda incompleto, as assimetrias transitórias associadas ao desenvolvimento, bem como a maturação progressiva dos mecanismos de coordenação neuromuscular, tornam a interpretação dos resultados particularmente delicada nos indivíduos mais jovens (Bittar et al., 2024). Pelo contrário, no adulto, os mecanismos compensatórios encontram-se mais estabilizados, embora possam ser influenciados pelo envelhecimento músculo-esquelético e pelas alterações proprioceptivas associadas à idade.

O sexo constitui igualmente um importante fator de confusão. Em idades equivalentes, as diferenças hormonais, morfológicas e funcionais influenciam a condição física geral, bem como a suscetibilidade às disfunções temporomandibulares.

As mulheres apresentam, nomeadamente, uma maior prevalência de determinadas DTM, bem como uma resposta postural por vezes diferente da observada nos homens. Além disso, as variações de massa corporal, altura e composição corporal, frequentemente correlacionadas com a idade e o sexo, podem modificar os parâmetros baropodométricos e a estabilidade postural independentemente de qualquer influência oclusal (Alqahtani et al., 2026; Diéguez-Pérez et al., 2025).

Assim, a diversidade demográfica das amostras dificulta a distinção entre uma adaptação fisiológica global do sistema postural e um efeito específico da má oclusão sobre os apoios plantares.

O estado físico geral e o nível de atividade desportiva constituem igualmente variáveis importantes suscetíveis de mascarar ou modular esta relação. A prática regular de atividade física pode melhorar a estabilidade articular, reforçar o controlo neuromuscular e reduzir determinadas formas de hipermobibilidade, mas a sua influência depende fortemente da modalidade praticada. Os desportos de contacto ou de elevada intensidade, como o futebol, favorecem mais a rigidez articular, enquanto as disciplinas que exigem grande amplitude articular, como a dança, podem agravar determinadas instabilidades posturais (Lytovchenko, 2024).

Nos atletas de alto rendimento, a utilização de dispositivos oclusais demonstrou, por vezes, uma melhoria do equilíbrio em condição estática. Contudo, estes benefícios tendem a diminuir, ou até a desaparecer, durante esforços dinâmicos específicos da modalidade praticada (Julià-Sánchez et al., 2020). Esta observação sugere que as capacidades adaptativas do SNC permitem o recrutamento de estratégias sensoriais compensatórias, um fenómeno de reponderação sensorial, limitando o impacto funcional direto dos desequilíbrios oclusais sobre a postura (Bittar et al., 2024; Julià-Sánchez et al., 2020).

De forma mais ampla, o estudo da relação entre má oclusão e sistema podal confronta-se com a própria complexidade do controlo postural. A postura assenta numa integração multissensorial permanente que associa aferências visuais, vestibulares e proprioceptivas (Akenous et al., 2023). Entre estes sistemas, a visão desempenha um papel estabilizador major, frequentemente predominante em relação às restantes entradas sensoriais. Além disso, a proprioção individual, bem como o estado das cadeias musculares globais, modulam permanentemente a resposta postural eferente, tornando particularmente difícil o isolamento de uma influência estritamente oclusal sobre as variações baropodométricas (Giraudeau et al., 2023; Silvestrini-Biavati et al., 2013).

Esta capacidade de compensação explica porque vários estudos não encontram uma correlação sistemática entre má oclusão, postura cervical e distribuição dos apoios plantares (Costa et al., 2010). Os parâmetros posturais podem evoluir independentemente das anomalias oclusais, nomeadamente na presença de fatores associados como a morfologia nasorrespiratória, as mordidas abertas, o padrão respiratório ou ainda a ansiedade (Arruda et al., 2012; Costa et al., 2010).

Esta ausência de consenso reflete provavelmente a natureza adaptativa do sistema postural, que não funciona como uma cadeia biomecânica rígida, mas sim como um conjunto dinâmico capaz de compensar um desequilíbrio estomatognático através de outras entradas sensoriais (Carda-Navarro et al., 2024; Diéguez-Pérez et al., 2025).

Por fim, a heterogeneidade metodológica dos estudos constitui uma limitação adicional importante. Os instrumentos de avaliação variam consideravelmente: alguns autores utilizam a fotogrametria para analisar o alinhamento postural global (Souza et al., 2014), enquanto outros privilegiam a baropodometria para avaliar as pressões plantares e as oscilações corporais (Arruda et al., 2012; Stefanello et al., 2006). As condições experimentais também diferem significativamente, nomeadamente consoante as medições são realizadas em posição de repouso mandibular ou em intercuspidação máxima, sem que uma diferença significativa seja sistematicamente observada entre estes dois estados (Souza et al., 2014).

A isto acrescentam-se variações importantes na duração dos registos, nos critérios diagnósticos adotados, bem como na classificação das más oclusões, frequentemente baseada nas classes de Angle I, II e III. A reduzida dimensão das amostras, associada à ausência de protocolos padronizados, limita fortemente a reprodutibilidade dos resultados e impede, até ao momento, o estabelecimento de um modelo postural universal aplicável a doentes com desequilíbrios oclusais (Stefanello et al., 2006).

4. Análise multidisciplinar

4.1. Tratamento ortodôntico

As modificações posturais observadas através dos tratamentos ortodônticos constituem um grande interesse na perspetiva de uma reabilitação multidisciplinar, na interface entre a ortodontia e a posturologia. Durante muito tempo centrada principalmente na estética do sorriso e no alinhamento dentário, a ortodontia moderna insere-se atualmente numa visão mais global do paciente, integrando as interações entre o sistema estomatognático, a postura cefálica, o equilíbrio raquidiano e até os apoios plantares. Estudos recentes mostram que as más oclusões não representam apenas uma anomalia dentária local, mas podem também participar em desequilíbrios biomecânicos que afetam toda a estática corporal (Masucci et al., 2020).

A importância clínica desta problemática é reforçada pela elevada prevalência das más oclusões na população pediátrica e adolescente. Um vasto estudo epidemiológico realizado com adolescentes brasileiros mostrou que 53,2% deles apresentam necessidade normativa de tratamento ortodôntico (Freitas et al., 2015). As anomalias mais frequentemente observadas são o apinhamento dentário, as relações molares anormais, as mordidas cruzadas, bem como as mordidas abertas anteriores ou posteriores. Estas alterações provocam repercussões importantes não apenas na aparência física, mas também na mastigação, na fonação, na respiração e no bem-estar psicossocial. Os adolescentes que avaliam a sua aparência como má ou muito má apresentam significativamente mais necessidade de tratamento ortodôntico (Freitas et al., 2015). Assim, a correção ortodôntica não se limita apenas a uma questão estética, constituindo uma verdadeira prioridade de saúde pública.

Para além desta dimensão funcional clássica, vários trabalhos sugerem que a oclusão dentária participa ativamente na manutenção do equilíbrio postural. Esta relação foi particularmente evidenciada no estudo estabilométrico de Amaricai et al. (2020), que avaliou a influência imediata das diferentes posições mandibulares no controlo postural e na distribuição das pressões plantares. Os resultados mostram que a intercuspidação máxima favorece uma estabilidade postural ideal. Esta condição está associada a uma redução significativa da superfície da elipse de confiança a 90%, indicando um melhor controlo das oscilações posturais e uma maior estabilidade do CdP. Pelo contrário, a abertura máxima da boca provoca uma degradação significativa do equilíbrio postural. Aumenta a velocidade e o comprimento do trajeto do centro de pressão, traduzindo uma maior instabilidade (Amaricai et al., 2020).

Estes resultados sugerem que mesmo modificações transitórias da posição mandibular podem provocar repercussões imediatas na postura global. A oclusão dentária surge, assim, como um elemento dinâmico da estabilização postural, e não apenas como um simples elemento passivo da mastigação.

Se os efeitos imediatos da posição mandibular estão hoje bem documentados, os tratamentos ortodônticos a longo prazo parecem igualmente induzir modificações posturais duradouras. O estudo de Bardellini et al. (2022) apresenta, neste sentido, resultados particularmente significativos. Os autores avaliaram os efeitos de um aparelho ortodôntico funcional do tipo monobloco de Soulet-Besombes, utilizado durante dois anos em crianças, no contexto da correção de disfunções oclusais associadas a alterações posturais.

Os resultados mostram uma melhoria global da postura, começando ao nível cefálico e propagando-se até aos apoios plantares. Ao nível crânio-cervical, uma proporção importante dos pacientes atingiu uma posição ideal da cabeça em relação à linha laser vertical de referência, passando pelo trago da orelha. Esta correção foi acompanhada pelo restabelecimento da extensão fisiológica de 6° da articulação atlanto-occipital (C0-C1) durante a abertura da boca, demonstrando uma normalização da dinâmica cervical superior (Bardellini et al., 2022).

Esta reprogramação não permanece localizada no segmento cervical. Estende-se de forma eferente a todas as cadeias posturais. De facto, 88% das crianças apresentaram uma melhoria da sua tipologia plantar, incluindo 17 casos de normalização completa de pés planos ou pés cavos. A distribuição do peso corporal tornou-se também mais homogénea, tendo o número de crianças com uma distribuição simétrica entre o pé direito e o pé esquerdo duplicado após o tratamento, passando de 30% para 62% (Bardellini et al., 2022). Estes resultados são particularmente interessantes, pois sugerem que uma correção ortodôntica bem conduzida pode atuar como uma verdadeira alavanca de reequilíbrio postural global, modificando compensações musculares instaladas, por vezes, há vários anos.

Estas observações sustentam a hipótese de que a oclusão dentária constitui um pilar fundamental da organização postural. A posição da cabeça influencia diretamente as tensões musculares cervicais e o alinhamento raquidiano. Uma modificação da oclusão pode provocar um reposicionamento mandibular, que por sua vez altera a postura cefálica, depois o equilíbrio das cinturas escapular e pélvica, até aos apoios podais. Esta lógica de cadeias musculares ascendentes e descendentes explica porque determinadas correções ortodônticas podem produzir efeitos muito para além da esfera oro-facial.

O interesse crescente por esta abordagem sistémica reflete-se também nas perceções dos profissionais. O estudo de Sofyanti et al. (2025), realizado com 214 ortodontistas ativos na Indonésia, revela um consenso claro sobre a existência de uma relação entre má oclusão e postura corporal. A maioria dos profissionais reconhece a influência dos desequilíbrios oclusais na postura oral e geral, bem como o papel das posições mandibulares na estabilidade corporal. Esta perceção é homogénea e independente do género dos profissionais ou da sua experiência clínica, traduzindo uma adesão transversal a esta visão integradora.

Contudo, apesar destes resultados encorajadores, importa manter prudência na interpretação das relações entre ortodontia e postura. A postura humana é um fenómeno multifatorial, influenciado por numerosos parâmetros, como a visão, o sistema vestibular, a proprioceção, o tónus muscular, os hábitos comportamentais, a atividade física e ainda os fatores psicológicos. A oclusão

dentária constitui, portanto, apenas um dos muitos determinantes do equilíbrio postural. Alguns estudos da literatura relatam, aliás, resultados contraditórios, nomeadamente no que diz respeito à intensidade real desta influência e à sua reprodutibilidade clínica (Majorana et al., 2025).

Por outras palavras, os tratamentos ortodônticos parecem ser capazes de produzir modificações posturais significativas, tanto a curto como a longo prazo. A melhoria da oclusão influencia a posição mandibular, a postura cefálica, o equilíbrio cervical, a distribuição das cargas corporais e os apoios plantares. Estes efeitos reforçam a ideia de que a ortodontia já não deve ser encarada apenas como uma disciplina de alinhamento dentário, mas também como uma potencial componente do equilíbrio funcional global do paciente. A integração da avaliação postural na prática ortodôntica poderá, assim, representar uma evolução importante para uma abordagem mais completa, preventiva e individualizada dos cuidados (Bardellini et al., 2022; Sofyanti et al., 2025).

No entanto, esta hipótese não é consensual na literatura científica. Enquanto alguns trabalhos defendem a existência de uma forte relação entre o sistema estomatognático e o equilíbrio postural global, outros mostram, pelo contrário, que os tratamentos ortodônticos, apesar da sua eficácia dento-esquelética, não induzem necessariamente alterações posturais clinicamente significativas. Estes resultados contraditórios evidenciam a complexidade da postura humana e a dificuldade em isolar o verdadeiro impacto da ortodontia no equilíbrio corporal (Sommer et al., 2025).

O estudo de Gogola et al. (2014) sustenta a hipótese de uma relação estreita entre o plano de oclusão e a postura corporal, particularmente na criança e no adolescente. De facto, observou-se que as crianças com postura deficiente apresentavam más oclusões significativamente mais severas do que aquelas com postura correta. Esta observação sugere uma interdependência funcional entre os dois sistemas, na qual um desequilíbrio oclusal poderá influenciar a postura, ou vice-versa.

Este estudo defende, assim, uma abordagem interdisciplinar. Os autores consideram que o sucesso de um tratamento ortodôntico não depende apenas do alinhamento dentário ou da correção das relações intermaxilares, mas

beneficiaria da integração de uma avaliação global da postura. Uma correção simultânea dos desequilíbrios raquidianos, pélvicos ou podais poderia melhorar a estabilidade dos resultados ortodônticos e limitar determinadas recidivas funcionais (Gogola et al., 2014).

Contudo, esta visão integradora é relativizada por trabalhos mais recentes que mostram que a correção ortodôntica não modifica sistematicamente a postura corporal. O estudo de Sommer et al. (2025), realizado em crianças com má oclusão de Classe II esquelética tratadas com bionator de Balters, ilustra perfeitamente esta contradição.

Os resultados mostram que o tratamento ortodôntico permitiu correções dentárias e esqueléticas importantes. Observou-se um avanço mandibular significativo, marcado por um aumento do ângulo SNB e uma diminuição do ângulo ANB, traduzindo uma melhoria da relação maxilo-mandibular. Do ponto de vista funcional, a mobilidade mandibular melhorou claramente, com uma diminuição das desvios na abertura bucal, passando de 92% para apenas 15%. Estes dados confirmam a eficácia do bionator na correção das anomalias de Classe II.

Apesar destas melhorias ortodônticas, o impacto na postura corporal revelou-se muito limitado. A análise tridimensional das costas, bem como os exames posturográficos, não mostraram qualquer alteração clinicamente relevante relativamente à postura da parte superior do corpo ou ao controlo postural global. A distribuição das cargas entre o antepé e o retropé manteve-se estável e fisiológica, sem alterações significativas após o tratamento. Da mesma forma, o aumento do comprimento do tronco observado durante o seguimento foi atribuído ao crescimento natural das crianças e não à própria intervenção ortodôntica.

Os autores concluem que, em crianças saudáveis sem alterações posturais pré-existentes, o sistema postural apresenta uma grande estabilidade funcional. Mesmo quando um tratamento ortodôntico modifica significativamente a posição mandibular, o corpo parece capaz de absorver essas alterações sem uma reorganização postural importante. Apenas foram observadas fracas correlações entre alguns parâmetros da mobilidade mandibular e determinadas medidas

pélvicas, mas sem repercussão clínica significativa. Esta estabilidade sugere que a correção oclusal isolada nem sempre é suficiente para modificar a postura global (Sommer et al., 2025).

A comparação entre os estudos de Bardellini et al. (2022) e de Sommer et al. (2025) evidencia que a influência dos tratamentos ortodônticos na postura corporal depende largamente do contexto clínico inicial do paciente e não apenas do aparelho utilizado. Ambos os trabalhos confirmam a eficácia dos aparelhos funcionais na correção dento-esquelética, com uma melhoria significativa da relação maxilo-mandibular, da função mandibular e da oclusão. No entanto, os seus resultados divergem fortemente no que diz respeito às consequências posturais.

Estes resultados não são, portanto, verdadeiramente opostos, mas antes complementares. Sugerem que a ortodontia não constitui um tratamento postural universal, mas que pode tornar-se uma importante ferramenta terapêutica quando integrada numa abordagem interdisciplinar em pacientes que já apresentam desequilíbrios funcionais. Assim, as modificações posturais observadas com a utilização de aparelhos ortodônticos parecem depender principalmente da presença inicial de compensações musculares e posturais. O desafio clínico deixa, então, de ser apenas saber se a ortodontia influencia a postura, passando sobretudo por identificar em que pacientes essa influência se torna realmente significativa (Bardellini et al., 2022; Sommer et al., 2025).

4.2. Cirurgia ortognática

A cirurgia ortognática, visa melhorar a oclusão dentária, a função mastigatória e a estética facial, bem como corrigir discrepâncias maxilo-mandibulares. No entanto, investigações recentes mostram que o seu impacto ultrapassa largamente o âmbito orofacial. As deformações dentofaciais, nomeadamente as más oclusões de Classe II e de Classe III, influenciam profundamente o equilíbrio postural global ao perturbarem o alinhamento cranio-cervical, a distribuição das cargas corporais e a organização das cadeias musculares (Kulczynski, De Oliveira Andriola, et al., 2018; Parameswaran et al., 2023).

Segundo o estudo de Kulczynski, Andriola et al. (2018), os pacientes que apresentam uma Classe III dentofacial mostram uma frequência particularmente elevada de anomalias posturais. Entre estas, encontra-se nomeadamente uma deslocação anterior do centro de gravidade em 43,77 % dos casos, uma projeção anterior da cabeça observada em 97 a 100 % dos pacientes, modificações cervicais com hiperlordose, uma anteversão da bacia, compensações ao nível dos joelhos, bem como deformações dos apoios plantares. A cabeça projeta-se então para a frente, os músculos cervicais posteriores tornam-se hiperativos, o tronco desalinha-se e estas adaptações repercutem-se progressivamente até aos membros inferiores. A má-oclusão torna-se, portanto, uma patologia de toda a cadeia cinética (Kulczynski, Andriola, et al., 2018).

Uma má posição mandibular modifica a postura de repouso da cabeça e influencia imediatamente o equilíbrio cranio-cervical. Nos pacientes de Classe III, o prognatismo mandibular leva frequentemente a uma compensação por projeção anterior da cabeça, a fim de manter o alinhamento visual e respiratório. Esta posição favorece uma hiperlordose cervical, bem como uma sobrecarga dos músculos cervicais posteriores (Kulczynski, Andriola, et al., 2018).

Inversamente, nos pacientes de Classe II que apresentam um retrognatismo mandibular, a cabeça está frequentemente avançada para facilitar a abertura das vias aéreas superiores. Esta compensação respiratória provoca uma extensão cervical crónica, uma deslocação do centro de gravidade para a frente e uma sobrecarga dos metatarsos (Parameswaran et al., 2023).

Em ambas as situações, a postura global torna-se dispendiosa em termos energéticos, instável e potencialmente dolorosa. A cirurgia ortognática intervém então como um meio de eliminar a causa primária desta compensação ou seja o desequilíbrio esquelético maxilo-mandibular (Kulczynski, De Oliveira Andriola, et al., 2018; Parameswaran et al., 2023).

Parameswaran et al. descreveram um caso clínico de tratamento de Classe II esquelética com cirurgia ortognática, em que a avaliação antes e depois do tratamento ortodôntico exemplifica as alterações na postura cervical obtidas (Figura 6 e 7).

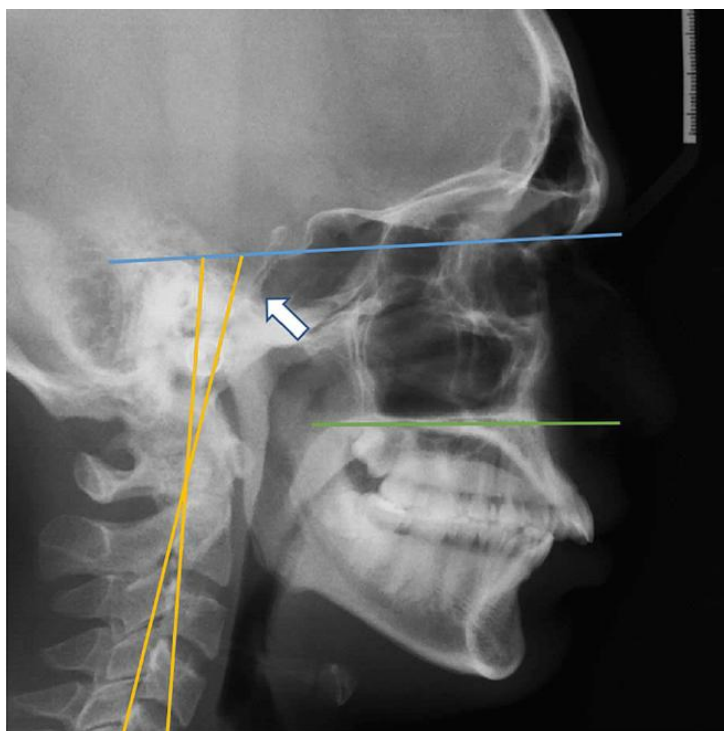


Figura 7 -Cefalograma lateral pré-tratamento de um paciente de Classe II esquelética. Imagem retirada de (Parameswaran et al., 2023).

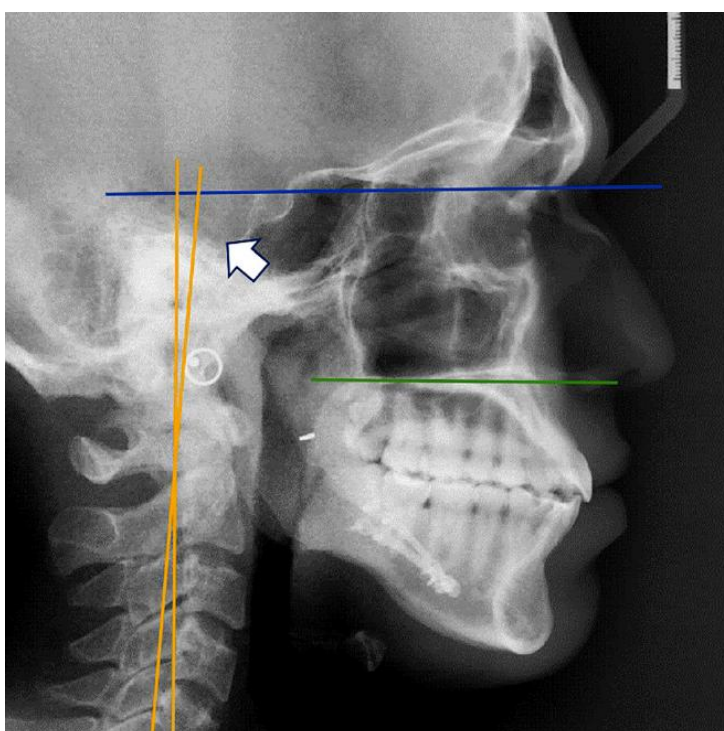


Figura 6 -Cefalograma lateral pós-tratamento do paciente. Imagem retirada de (Parameswaran et al., 2023).

Nos pacientes que apresentam uma má-oclusão de Classe III, a cirurgia ortognática bimaxilar atua como uma verdadeira reorganização postural. O reposicionamento cirúrgico das maxilas permite, antes de mais, reduzir a tensão excessiva dos músculos supra-hioideus, que anteriormente puxavam a cabeça e o pescoço para a frente (Kulczynski, De Oliveira Andriola, et al., 2018).

Esta modificação mecânica leva a um recuo significativo da cabeça, estimado em cerca de 6°, bem como a uma correção da hiperlordose cervical. Esta melhoria cervical produz depois um efeito dominó em todo o tronco. Observa-se um endireitamento do busto de cerca de 12°, permitindo ao paciente reencontrar uma posição mais fisiológica e mais estável (Kulczynski, De Oliveira Andriola, et al., 2018).

A correção da má-oclusão modifica a posição de repouso mandibular e reduz a hiperatividade compensatória dos músculos cervicais posteriores. Isto favorece um relaxamento muscular global e uma melhor distribuição das tensões nas cadeias posturais. O endireitamento da lordose cervical melhora igualmente a função escapular e torácica, contribuindo para uma postura menos desgastante para a coluna vertebral. Assim, a passagem de uma Classe III para uma normoclusão de Classe I permite recentrar a massa corporal. A deslocação anterior do tronco diminui, o que reduz as compensações descendentes observadas ao nível da bacia e dos membros inferiores (Kulczynski, De Oliveira Andriola, et al., 2018).

Os apoios no solo tornam-se mais homogêneos, melhorando o equilíbrio estático e dinâmico do paciente. Assim, a cirurgia ortognática permite uma espécie de reinicialização da postura, restaurando progressivamente a harmonia entre os diferentes segmentos corporais (Kulczynski, De Oliveira Andriola, et al., 2018).

Nos pacientes de Classe II, o avanço mandibular por osteotomia sagital bilateral produz igualmente efeitos posturais importantes. Antes da intervenção, estes pacientes apresentam frequentemente uma cabeça projetada para a frente e uma extensão cervical compensatória destinada a melhorar a permeabilidade das vias respiratórias. Esta postura leva a uma deslocação do centro de

gravidade para a frente e a uma sobrecarga de pressão no antepé (Parameswaran et al., 2023).

Ao avançar a mandíbula, a intervenção permite um endireitamento do ângulo cranio-cervical. A cabeça recupera uma posição mais vertical, o que reduz as tensões musculares da cadeia cervico-dorsal. A respiração torna-se mais fisiológica, limitando a necessidade de compensação postural crónica (Parameswaran et al., 2023).

Uma das consequências mais significativas é a modificação do equilíbrio plantar. Observa-se uma diminuição notável da pressão nos metatarsos em favor de uma distribuição mais homogénea entre o antepé e os calcanhares. Esta nova distribuição das cargas melhora a estabilidade da postura de pé, bem como a qualidade da marcha. Ao contrário de uma simples compensação muscular ou de uma reabilitação isolada, a cirurgia modifica a própria estrutura óssea. Fornece, portanto, uma base biomecânica estável a toda a cadeia cinética. Esta estabilidade óssea permite benefícios duradouros no equilíbrio global, muito para além da ATM (Parameswaran et al., 2023).

Assim, a cirurgia ortognática deve integrar-se numa abordagem multidisciplinar que associe o cirurgião maxilo-facial, o ortodontista, o fisioterapeuta, o podologista e, por vezes, o terapeuta da fala ou o osteopata, conforme os casos (Kulczynski, De Oliveira Andriola, et al., 2018).

De facto, o papel do fisioterapeuta é particularmente importante para acompanhar a reorganização postural pós-operatória. Uma vez corrigida a causa anatómica, o corpo deve reaprender um novo esquema motor. Sem uma reabilitação adequada, algumas compensações antigas podem persistir apesar da correção óssea. O trabalho de estabilização permite então perenizar os resultados cirúrgicos e prevenir o desgaste articular e ósseo associado às más posturas crónicas (Kulczynski, De Oliveira Andriola, et al., 2018).

4.3. Reeducação oro-miofuncional

A reabilitação postural ocupa um lugar essencial no tratamento das más oclusões, em particular quando estas estão associadas a um desdentatismo posterior ou a DTM, pois atua diretamente nas relações estreitas entre o sistema

estomatognático e o equilíbrio global do corpo. Vários estudos mostram, assim, que um programa estruturado de reabilitação de seis semanas, combinando terapia manual, exercícios de estabilização cervical e fitas cinesiológicas, permite uma melhoria significativa da postura estática, da mobilidade mandibular, bem como uma diminuição das dores cervicais (Marius-Sorin et al., 2017; Narin Aral et al., 2024).

Estes benefícios são particularmente marcados nos pacientes que apresentam uma perda de suporte oclusal posterior, nos quais a melhoria da postura cefálica favorece um melhor encerramento mandibular e compensa as perturbações propriocetivas induzidas pela ausência de dentes. Esta estabilização postural contribui, então, para reduzir as tensões musculares miofasciais, melhorar o equilíbrio estático e restaurar um melhor controlo postural global. Esta abordagem distingue-se das intervenções puramente articulares pelo seu efeito mais profundo e duradouro na função oclusal. Efetivamente, as técnicas de mobilização mandibular, como o método de Maitland, permitem uma melhoria imediata da amplitude dos movimentos mandibulares, nomeadamente da abertura da boca e das excursões laterais, mas o seu impacto no equilíbrio estático permanece limitado a curto prazo (Narin Aral et al., 2024).

Inversamente, a reabilitação postural prolongada atua sobre a causa funcional dos desequilíbrios, favorecendo um realinhamento progressivo da cabeça e do pescoço, o que melhora indiretamente a oclusão. Nos pacientes com más oclusões graves, esta correção postural traduz-se numa redução mais importante da dor cervical e numa estabilização do equilíbrio superior à observada em pacientes com dentição completa. Assim, se a terapia manual liberta rapidamente a mobilidade articular, é a reprogramação postural global que permite compensar de forma duradoura os desequilíbrios oclusais e restaurar um funcionamento harmonioso do sistema mastigador (Arruda et al., 2012).

Esta visão global do tratamento baseia-se na estreita ligação biomecânica entre a mandíbula e as vértebras cervicais superiores, nomeadamente C1 e C2, que desempenham um papel central no equilíbrio crânio-cervical. Uma desrotação manual direcionada destas vértebras permite um realinhamento imediato do crânio e da mandíbula sobre o eixo médio do corpo. Esta correção não se limita à esfera oro-facial, uma vez que implica também uma diminuição

das curvaturas compensatórias patológicas ao nível dorsal e lombar. No entanto, esta restauração da simetria cervical evidencia, por vezes, um fenómeno de adaptação complexo em que alguns contactos dentários inicialmente presentes podem desaparecer, sugerindo que a má oclusão desempenhava até então um papel de compensação perante um desequilíbrio postural primário (Marius-Sorin et al., 2017).

Isto demonstra que o tratamento das más oclusões não se pode limitar a uma correção dentária isolada, devendo integrar uma verdadeira reprogramação propriocetiva, de modo a permitir que o paciente adote este novo equilíbrio biomecânico. O objetivo é, então, romper duradouramente as tensões musculares, compensações fasciais e disfunções articulares, a fim de assegurar a estabilidade e a durabilidade do tratamento ortodôntico (Marius-Sorin et al., 2017).

Assim, a reabilitação postural surge como um elemento essencial no tratamento das más oclusões, uma vez que permite atuar não só na oclusão, mas também no equilíbrio global do paciente. A sua integração no tratamento ortodôntico ou oclusal permite, portanto, assegurar um acompanhamento mais completo, estável e perene (Arruda et al., 2012; Marius-Sorin et al., 2017; Narin Aral et al., 2024).

III. CONCLUSÃO

Verifica-se que a relação entre a má oclusão e o sistema podal não é tão evidente como por vezes é apresentada por alguns autores. Embora alguns resultados sugiram a existência de interações entre estes dois sistemas, não permitem, no entanto, afirmar a existência de uma relação direta, sistemática ou causal.

Os modelos teóricos, nomeadamente aqueles baseados nas cadeias musculares ou nas interações neurofisiológicas, são coerentes e interessantes, mas a sua tradução clínica continua a ser difícil de objetivar. Na prática, o corpo parece ser capaz de se adaptar e de compensar diversos desequilíbrios, o que pode explicar porque é que alguns estudos não encontram qualquer relação significativa.

Esta capacidade de adaptação levanta uma questão importante relativamente às disfunções podais ou oclusais, predendo-se com possibilidade de uma má oclusão ou uma disfunção podal serem necessariamente problemáticas, ou serão apenas variações que o corpo consegue gerir. Através dos diferentes estudos, percebe-se que o problema não reside, provavelmente, na presença de um desequilíbrio, mas sim no limite da capacidade de compensação de cada indivíduo.

Do ponto de vista clínico, é importante manter uma abordagem prudente. Os resultados dos estudos são frequentemente divergentes, em parte porque as metodologias utilizadas não são homogéneas. Além disso, alguns fatores importantes, como a visão ou o sistema vestibular, são difíceis de considerar e controlar. Assim, parece essencial não sobrevalorizar esta relação ao procurar sistematicamente uma origem postural para as más oclusões, mas também não a ignorar completamente. Uma abordagem global do paciente continua a ser pertinente, desde que acompanhada por uma análise crítica dos dados científicos.

Por fim, mais do que uma relação simples entre dois sistemas, este trabalho evidencia sobretudo um funcionamento em rede, no qual múltiplos fatores interagem constantemente. Isto abre perspectivas interessantes, mas demonstra também que ainda há muito por explorar para compreender melhor estas

interações e a sua real implicação na prática clínica, daí a necessidade de estudos futuros para aprofundar esta relação.

IV. BIBLIOGRAFIA

Akensous, I., Karkouri, S., Iziki, C., Rerhrhaye, W., & Abdelkoui, A. (2023).

Assessing the impact of dental malocclusion on the body's postural balance : Correlation between Angle class, pelvic balance, and center of foot pressure. medRxiv, 1-20.

<https://doi.org/10.1101/2023.12.21.23300397>

Alqahtani, A. M. A., Assiri, K. I., Chalikkandy, S. N., Koura, G. M., AlMoqbel, R.

M., Habtar, S. K., Alahmad, R. M., Alhamid, N. Z., & Alqahtani, A. A.

(2026). Correlation between temporomandibular disorders and leg-length discrepancies : A cross-sectional study. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 26(12), 1160-1168. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-3983>

Amaricai, E., Onofrei, R. R., Suci, O., Marcautuanu, C., Stoica, E. T., Negruțiu,

M. L., David, V. L., & Sinescu, C. (2020). Do different dental conditions influence the static plantar pressure and stabilometry in young adults?

PLoS One, 15(2), 1-10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228816>

Arriola-Guillén, L. E., & Morales-Atarama, P. G. (2025). The association

between body posture and malocclusion in adolescents : A cross-sectional study. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 26(1), 48-54. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-3807>

Arruda, E., Amaral, A. P., Politti, F., El Hage, Y., Gomes, F. de P., & de Oliveira

Gonzalez, T. (2012). Immediate effects of mandibular mobilization on static balance in individuals with temporomandibular disorder pilot study. *Research Paper*, 53(4), 165-169.

- Baethge, C., Goldbeck-Wood, S., & Mertens, S. (2019). SANRA: A scale for the quality assessment of narrative review articles. *Research Integrity and Peer Review*, 4(1), 1-7. <https://doi.org/10.1186/s41073-019-0064-8>
- Bardellini, E., Gulino, M. G., Fontana, S., Amadori, F., Febbrari, M., & Majorana, A. (2022). Can the treatment of dental malocclusions affect the posture in children? *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 46(3), 241-248. <https://doi.org/10.17796/1053-4625-46.3.11>
- Bazert, C., Vidal, D., & El Okeily, M. (2015). Bipedalism, pelvic spinal balance and cranial facial development. *Journal of Dentofacial Anomalies and Orthodontics*, 18(2), 1-16. <https://doi.org/10.1051/odfen/2014051>
- Bittar, K. C. B., Zamboti, C. L., & Macedo, C. D. S. G. (2022). Relationship between mandibular position and support planting in 7-year-old children : Pilot study. *Jaw Functional Orthopedics and Craniofacial Growth*, 2(2), 124-127. <https://doi.org/10.21595/jfocg.2022.22879>
- Bittar, K. C. B., Zamboti, C. L., & Macedo, C. D. S. G. (2024). Mandible position and chewing preference side do not alter plantar support in children aged 4–11 Years. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 17(6), 658-664. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-2886>
- Cabrera-Domínguez, M. E., Domínguez-Reyes, A., Pabón-Carrasco, M., Pérez-Belloso, A. J., Coheña-Jiménez, M., & Galán-González, A. F. (2021). Dental malocclusion and its relation to the podal system. *Frontiers in Pediatrics*, 9, 1-8. <https://doi.org/10.3389/fped.2021.654229>

- Carda-Navarro, I., Lacort-Collado, L., Fernández-Ehrling, N., Lanuza-Garcia, A., Ferrer-Torregrosa, J., & Guinot-Barona, C. (2024). Relationship between body posture assessed by dynamic baropodometry and dental occlusion in patients with and without dental pathology. *Sensors*, 24(6), 1-12.
<https://doi.org/10.3390/s24061921>
- Castellanos-Ruíz, J., López-Soto, O. P., López-Soto, L. M., López-Echeverry, Y. P., Sánchez, M. D. A., Ortega-Oviedo, L., Ramírez-Cuellar, M. S., Velez-Arango, S. M., & Rosa-Marrugo, E. D. L. (2021). Evaluación interdisciplinaria estomatognática y postural en un sujeto pediátrico respirador oral : Reporte de caso. *Universidad y Salud*, 23(2), 168-175.
<https://doi.org/10.22267/rus.212302.229>
- Costa, J. R., Pereira, S. R. A., Pignatari, S. S. N., & Weckx, L. L. M. (2010). Posture and posterior crossbite in oral and nasal breathing children. *International Journal of Orthodontics*, 21(1), 33-38.
- Diéguez-Pérez, M., Fernández-Molina, A., & Burgueño-Torres, L. (2025). Influence of occlusion and mandibular position on foot support and head posture in adult patients. *Cranio*, 43(2), 353-360.
<https://doi.org/10.1080/08869634.2022.2140245>
- Foisy, A. (2015). L'examen clinique en podologie posturale. *Revue du Podologue*, 11(65), 19-23. <https://doi.org/10.1016/j.revpod.2015.08.004>
- Freitas, C. V. D., Souza, J. G. S., Mendes, D. C., Pordeus, I. A., Jones, K. M., & Martins, A. M. E. D. B. L. (2015). Necessidade de tratamento ortodôntico em adolescentes brasileiros : Avaliação com base na saúde pública.

Revista Paulista de Pediatria, 33(2), 204-210.

<https://doi.org/10.1016/j.rpped.2014.04.006>

Giraudeau, A., Nicol, C., Macchi, R., Coyle, T., Mesure, S., Berdha, K., Orthlieb, J.-D., & Barthélemy, J. (2023). Impact of occlusal proprioception on static postural balance. *Heliyon*, 9(10), 1-10.

<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20309>

Gogola, A., Saulicz, E., Matyja, M., Linek, P., Myśliwiec, A., Tuczyńska, A., & Molicka, D. (2014). Assessment of connection between the bite plane and body posture in children and teenagers. *Developmental Period Medicine*, 18(4), 453-458.

<https://doi.org/10.34763/devperiodmed.20141804.453458>

Graber, T. M. (1963). The “three M’s” : Muscles, malformation, and malocclusion. *American Journal of Orthodontics*, 49(6), 418-450.

[https://doi.org/10.1016/0002-9416\(63\)90167-2](https://doi.org/10.1016/0002-9416(63)90167-2)

Iacob, S. M., Chisnoiu, A. M., Buduru, S. D., Berar, A., Fluerasu, M. I., Iacob, I., Objelean, A., Studnicska, W., & Viman, L. M. (2021). Plantar pressure variations induced by experimental malocclusion : A pilot case series study. *Healthcare*, 9(5), 1-9. <https://doi.org/10.3390/healthcare9050599>

Ioniță, C., Petre, A. E., Cononov, R.-S., Covaleov, A., Brindusa, I. M., & Nica, A. S. (2023). Methods of postural analysis in connection with the stomatognathic system. *Journal of Medicine and Life*, 16(4), 507-514.

<https://doi.org/10.25122/jml-2022-0327>

- Isler, L., D'Angelo, A., & Da silva, C. (2024). Relationship between the type of malocclusion plantar support in patients with orthodontic needs. *Odus Cientifica*, 25(2), 125-131.
- Julià-Sánchez, S., Álvarez-Herms, J., Cirer-Sastre, R., Corbi, F., & Burtcher, M. (2020). The Influence of Dental Occlusion on Dynamic Balance and Muscular Tone. *Frontiers in Physiology*, 10, 1-13.
<https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01626>
- Kulczynski, F. Z., Andriola, F. D. O., Deon, P. H., Melo, D. A. D. S., & Pagnoncelli, R. M. (2018). Postural assessment in class III patients before orthognathic surgery. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 76(2), 426-435. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2017.07.157>
- Kulczynski, F. Z., De Oliveira Andriola, F., Deon, P. H., Da Silva Melo, D. A., & Pagnoncelli, R. M. (2018). Postural assessment in class III patients before and after orthognathic surgery. *Oral and Maxillofacial Surgery*, 22(2), 143-150. <https://doi.org/10.1007/s10006-018-0681-2>
- Laskowska, M., Olczak-Kowalczyk, D., Zadurska, M., Czubak, J., Czubak-Wrzosek, M., Walerzak, M., & Tyrakowski, M. (2019). Evaluation of a relationship between malocclusion and idiopathic scoliosis in children and adolescents. *Journal of Children's Orthopaedics*, 13(6), 600-606.
<https://doi.org/10.1302/1863-2548.13.190100>
- Lytovchenko, S. O. (2024). Assessment of the impact of physical activity on orthopedic and orthodontic health in children. *Actual Problems of Modern Medicine*, 24(4), 97-102. <https://doi.org/10.31718/2077-1096.24.4.97>

- Maeda, N., Sakaguchi, K., Mehta, N. R., Abdallah, E. F., Forgione, A. G., & Yokoyama, A. (2011). Effects of experimental leg length discrepancies on body posture and dental occlusion. *Cranio*, 29(3), 194-203.
<https://doi.org/10.1179/crn.2011.028>
- Majorana, A., Bardellini, E., Gulino, M. G., Fontana, S., Febbrari, M., & Pini, S. (2025). Integrating occlusion, vision, and posture : A multidisciplinary approach to paediatric malocclusion. *European Journal of Paediatric Dentistry*, 26, 236-240. <https://doi.org/10.23804/ejpd.2025.2385>
- Marchena-Rodríguez, A., Moreno-Morales, N., Ramírez-Parga, E., Labajo-Manzanares, M. T., Luque-Suárez, A., & Gijon-Nogueron, G. (2018). Relationship between foot posture and dental malocclusions in children aged 6 to 9 years : A cross-sectional study. *Medicine*, 97(19), 1-9.
<https://doi.org/10.1097/MD.00000000000010701>
- Marius-Sorin, P., Daiana, D., & Manuela, L. (2017). The benefits of the C1 and C2 vertebrae derotation in a patient with chronic cervical myofascial pain. *Pons - Medicinski Casopis*, 14(2), 65-68. <https://doi.org/10.5937/pomc14-14949>
- Masucci, C., Oueiss, A., Maniere-Ezvan, A., Orthlieb, J.-D., & Casazza, E. (2020). What is a malocclusion ? *l'Orthodontie Française*, 91(1-2), 57-67.
<https://doi.org/10.1684/orthodfr.2020.11>
- Messina, G., Amato, A., Rizzo, F., Dominguez, L. J., Iovane, A., Barbagallo, M., & Proia, P. (2023). The association between masticatory muscles activation and foot pressure distribution in older female adults : A cross-

- sectional study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(6), 1-10. <https://doi.org/10.3390/ijerph20065137>
- Mossey, P. A. (1999). The heritability of malocclusion : Part 2. The influence of genetics in malocclusion. *British Journal of Orthodontics*, 26(3), 195-203. <https://doi.org/10.1093/ortho/26.3.195>
- Narin Aral, S., Turedi, R., & Coskun Akar, G. (2024). The effect of postural rehabilitation on pain, balance, mandibular movement, and posture in temporomandibular disorder patients : A comparison between posterior edentulous and dentate groups. *Ear, Nose & Throat Journal*, 103(3), 183-193. <https://doi.org/10.1177/01455613241291713>
- Niemitz, C. (2010). The evolution of the upright posture and gait : A review and a new synthesis. *Naturwissenschaften*, 97(3), 241-263. <https://doi.org/10.1007/s00114-009-0637-3>
- Nowak, M., Golec, J., Golec, P., & Wieczorek, A. (2024). Assessment of the relationship between antero-posterior dental malocclusions, body posture abnormalities and selected static foot parameters in adults. *Journal of Clinical Medicine*, 13(13), 1-14. <https://doi.org/10.3390/jcm13133808>
- Nowak, M., Golec, J., Wieczorek, A., & Golec, P. (2023). Is there a correlation between dental occlusion, postural stability and selected gait parameters in adults? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(2), 1-17. <https://doi.org/10.3390/ijerph20021652>
- Omar, M. M. K. M., Westersund, C., Savastano, F., & Anton, J. S. (2023). Relationship between occlusion and posture. *International journal of*

health sciences, 7(1), 2768-2785.

<https://doi.org/10.53730/ijhs.v7nS1.14575>

Parameswaran, R., Srimagesh, R., Parameswaran, A., & Vijayalakshmi R, D. (2023). Evaluating the plantar pressure loading and its correlation to craniocervical posture in subjects with skeletal class II malocclusion before and after surgical mandibular advancement. *Cureus*, 15(11), 1-10. <https://doi.org/10.7759/cureus.48250>

Proffit, W., Fields, H., Larson, B., & Sarver, D. (2019). In *Contemporary orthodontics*. Elsevier.

Róžańska-Perlińska, D., Jaszczur-Nowicki, J., Kruczkowski, D., & Bukowska, J. M. (2023). Dental malocclusion in mixed dentition children and its relation to podal system and gait parameters. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(3), 1-11. <https://doi.org/10.3390/ijerph20032716>

Róžańska-Perlińska, D., Jaszczur-Nowicki, J., Rydzik, Ł., Perliński, J., & Bukowska, J. M. (2023). Changes in gait parameters and the podal system depending on the presence of a specific malocclusion type in school-age children. *Journal of Clinical Medicine*, 12(23), 1-10. <https://doi.org/10.3390/jcm12237334>

Shiraishi, C. F., Salgado, A. S. I., Kerppers, I. I., Furmann, M., De Oliveira, T. B., Ribeiro, L. G., Pires, J. A. W., Rolão, M. P. P., Eltchechem, C. D. L., & Suckow, P. T. (2014). Influence of the use of dental prostheses in balance and body posture. *Manual Therapy, Posturology & Rehabilitation Journal*, 12, 1-10. <https://doi.org/10.17784/mtprehabjournal.2014.12.171>

- Silvestrini-Biavati, A., Migliorati, M., Demarziani, E., Tecco, S., Silvestrini-Biavati, P., Polimeni, A., & Saccucci, M. (2013). Clinical association between teeth malocclusions, wrong posture and ocular convergence disorders : An epidemiological investigation on primary school children. *BMC Pediatrics*, 13(1), 1-8. <https://doi.org/10.1186/1471-2431-13-12>
- Sofyanti, E., Manurung, P. S. A., Purbiati, M., Farmasyanti, C. A., Mardiaty, E., Narmada, I. B., & Ali, A. (2025). Indonesian orthodontists' perceptions about malocclusion and postural in diagnosis. *Indonesian Journal of Medical Anthropology*, 6(2), 16-24. <https://doi.org/10.32734/ijma.v6i2.22433>
- Sommer, C., Holzgreve, F., Groneberg, D. A., Erbe, C., & Ohlendorf, D. (2025). Influence of functional orthodontic therapy on body posture and postural control in children and adolescents with Class II malocclusion. *BMC Oral Health*, 26(1), 1-19. <https://doi.org/10.1186/s12903-025-07574-y>
- Sousa, V., Paço, M., & Pinho, T. (2017). Implicações da respiração oral e deglutição atípica na postura corporal. *Birth and Growth Medical Journal*, 26, 89-94. <https://doi.org/10.25753/BIRTHGROWTHMJ.V26.I2.9610>
- Souza, J. A., Pasinato, F., Corrêa, E. C. R., & Da Silva, A. M. T. (2014). Global body posture and plantar pressure distribution in individuals with and without temporomandibular disorder : A preliminary study. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 37(6), 407-414. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2014.04.003>
- Stefanello, T. D., Lima Juca, R. L., & Lodi, R. L. (2006). Estudo comparativo de possíveis desequilíbrios posturais em pacientes apresentando má

oclusão de Classe I, II, e III de Angle, através da plataforma de baropodometria. *Arq. Ciênc. Saúde Unipar*, 10(3), 139-143.

Tabatabaei, S., Paknahad, M., & Poostforoosh, M. (2024). The effect of tooth loss on the temporomandibular joint space : A CBCT study. *Clinical and Experimental Dental Research*, 10(1), 1-7.
<https://doi.org/10.1002/cre2.845>

Taşkin, R., & Kalkan, E. (2026). The impact of malocclusion correction on static and dynamic plantar pressure distribution : A clinical study. *Proceedings of the Bulgarian Academy of Sciences*, 79(1), 129-135.
<https://doi.org/10.7546/CRABS.2026.01.16>

Venkadesan, M., Yawar, A., Eng, C. M., Dias, M. A., Singh, D. K., Tommasini, S. M., Haims, A. H., Bandi, M. M., & Mandre, S. (2020). Stiffness of the human foot and evolution of the transverse arch. *Nature*, 579(7797), 97-100. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2053-y>

ANEXOS

De : Alice FRANCOIS alice_francois@icloud.com
Objet : Request for Permission to Use a Figure
Date : 25 avril 2026 à 13 h 00 min 00 s
À : adominre@us.es

Dear Dr. Antonia Domínguez-Reyes,

I hope this email finds you well. I am Alice François, a dentistry student at Egas Moniz, School of Health and Science, currently working on my thesis which is a narrative review about the Relationship between Malocclusion and the Podal System.

I am reaching out to you because I have come across a highly relevant image in your article titled "Dental Malocclusion and Its Relation to the Podal System" published in 2021, in the scientific journal *Frontiers in Pediatrics*.

The specific image in question is the "Figure 1. Baropodometric analysis of pressures and center of gravity," which is essential to support my research and enhance the discussion in my thesis.

I kindly request your permission to use this images in my academic work. I assure you that the image will be properly credited, with a full citation of its source. Furthermore, any specific attribution or formatting requirements you prefer will be strictly adhered to.

If you are willing to grant this permission, please inform me via email or provide any additional instructions you deem necessary. If, on the other hand, you do not have the authority to grant this permission, please guide me to the appropriate person or department to contact.

I appreciate your consideration and cooperation in advance. Your contribution will be invaluable to my research work. Should you have any questions or require further information, I am available to provide clarification.

I look forward to your response and thank you once again for your attention.

Sincerely,

Alice François

Anexo 1- E-mail de pedido de autorização para utilização de imagem com direitos autorais (Dr Antonia Dominguez-Reyes)
--

De : Alice FRANCOIS alice_francois@icloud.com

Objet : Request for Permission to Use a Figure

Date : 25 avril 2026 à 12 h 55 min 13 s

À : javier.ferrer@ucv.es

Dear Dr. Javier Ferrer-Torregrosa,

I hope this email finds you well. I am Alice François, a dentistry student at Egas Moniz, School of Health and Science, currently working on my thesis which is a narrative review about the Relationship between Malocclusion and the Podal System.

I am reaching out to you because I have come across a highly relevant image in your article titled "Relationship between Body Posture Assessed by Dynamic Baropodometry and Dental Occlusion in Patients with and without Dental Pathology" published in 2024, in the scientific journal Sensors.

The specific image in question is the "Figure 4. CoP analysis. (A) Butterfly analysis. (B) Left and right running line. Speed levels (red: fast, green: intermediate, blue: slow)." which is essential to support my research and enhance the discussion in my thesis.

I kindly request your permission to use these images in my academic work. I assure you that the image will be properly credited, with a full citation of its source. Furthermore, any specific attribution or formatting requirements you prefer will be strictly adhered to.

If you are willing to grant this permission, please inform me via email or provide any additional instructions you deem necessary. If, on the other hand, you do not have the authority to grant this permission, please guide me to the appropriate person or department to contact.

I appreciate your consideration and cooperation in advance. Your contribution will be invaluable to my research work. Should you have any questions or require further information, I am available to provide clarification.

I look forward to your response and thank you once again for your attention.

Sincerely,

Alice François

Anexo 2- E-mail de pedido de autorização para utilização de imagem com direito autorais (Dr. Javier Ferrer-Torregrosa)
--

De : Alice FRANCOIS alice_francois@icloud.com
Objet : Request for Permission to Use a Figure
Date : 25 avril 2026 à 12 h 39 min 17 s
À : monika.przybytek2@gmail.com

Dear Dr. Monika Nowak,

I hope this email finds you well. I am Alice François, a dentistry student at Egas Moniz, School of Health and Science, currently working on my thesis which is a narrative review about the Relationship between Malocclusion and the Podal System.

I am reaching out to you because I have come across a highly relevant image in your article titled "Assessment of the Relationship between Antero-Posterior Dental Malocclusions, Body Posture Abnormalities and Selected Static Foot Parameters in Adults" published in 2024, in the journal of Clinical Medicine.

The specific image in question is the "Figure 3: Marking points and exemplary measurement of the photographic head protraction angle in people with Angle's Class I (A), II (B) and III occlusions (C)" which is essential to support my research and enhance the discussion in my thesis.

I kindly request your permission to use this images in my academic work. I assure you that the image will be properly credited, with a full citation of its source. Furthermore, any specific attribution or formatting requirements you prefer will be strictly adhered to.

If you are willing to grant this permission, please inform me via email or provide any additional instructions you deem necessary. If, on the other hand, you do not have the authority to grant this permission, please guide me to the appropriate person or department to contact.

I appreciate your consideration and cooperation in advance. Your contribution will be invaluable to my research work. Should you have any questions or require further information, I am available to provide clarification.

I look forward to your response and thank you once again for your attention.

Sincerely,

Alice François

Anexo 3- E-mail de pedido de autorização para utilização de imagem com direito autorais (Dr. Monika Nowak)

De : Alice FRANCOIS alice_francois@icloud.com

Objet : Request for Permission to Use a Figure

Date : 25 avril 2026 à 12 h 34 min 38 s

À : drratna.ortho@madch.edu.in

Dear Dr. Ratna Parameswaran,

I hope this email finds you well. I am Alice François, a dentistry student at Egas Moniz, School of Health and Science, currently working on my thesis which is a narrative review about the Relationship between Malocclusion and the Podal System.

I am reaching out to you because I have come across a highly relevant image in your article titled "Evaluating the plantar pressure loading and its correlation to craniocervical posture in subjects with skeletal Class II malocclusion before and after surgical mandibular advancement" published in 2023, in the scientific journal Cureus.

The specific images in question are the "Figure 1. Pre-treatment lateral cephalogram of a skeletal Class II patient" and "Figure 2. Post-treatment lateral cephalogram of the patient" which are essential to support my research and enhance the discussion in my thesis.

I kindly request your permission to use these images in my academic work. I assure you that the image will be properly credited, with a full citation of its source. Furthermore, any specific attribution or formatting requirements you prefer will be strictly adhered to.

If you are willing to grant this permission, please inform me via email or provide any additional instructions you deem necessary. If, on the other hand, you do not have the authority to grant this permission, please guide me to the appropriate person or department to contact.

I appreciate your consideration and cooperation in advance. Your contribution will be invaluable to my research work. Should you have any questions or require further information, I am available to provide clarification.

I look forward to your response and thank you once again for your attention.

Sincerely,

Alice François

Anexo 4- E-mail de pedido de autorização para utilização de imagem com direitos autorais (Dr. Ratna Parameswaran)
