



CESPU

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Método digital de diagnóstico da Oclusão e seu desenvolvimento

Oleksandr Buinyi

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

Gandra, 5 de junho de 2020



CESPU

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Oleksandr Buinyi

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

Método digital de diagnóstico da Oclusão e seu desenvolvimento

Trabalho realizado sob a Orientação de Mestre Catarina Calamote

Declaração de Integridade

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

Declaração do Orientador

Eu, Catarina Calamote, com a categoria profissional de Assistente Convidada do Instituto Universitário de Ciências da Saúde, tendo assumido o papel de Orientador da Dissertação intitulada "*Método digital de diagnóstico da Oclusão e seu desenvolvimento*", do Aluno do Mestrado Integrado em Medicina Dentária, Oleksandr Buinyi, declaro que sou de parecer favorável para que a Dissertação possa ser depositada para análise do Arguente do Júri nomeado para o efeito para Admissão a provas públicas conducentes à obtenção do Grau de Mestre.

Gandra, 5 de junho de 2020

Resumo

Introdução: O contato dentário antagonista está no epicentro das interações dos componentes do aparelho dento-facial. O desenvolvimento de seu registo, causa cada vez mais interesse, o que estimula o desenvolvimento de novos instrumentos de análise e o surgimento de novos modelos de “scanners”, novos protocolos e tecnologias de digitalização em “Tridimensional”.

Objetivos: Descrever os métodos digitais para diagnóstico da oclusão, suas vantagens e desvantagens. Verificar se eles atendem aos requisitos e necessidades modernas e determinar a direção de desenvolvimento necessário.

Método: A literatura pesquisada foi realizada na PubMed (base de dados) sobre as palavras-chave escolhidas. Os critérios de inclusão envolvidos foram os artigos científicos em inglês com estudos realizados entre as datas 01.01.2014 e 31.12.2019. Os critérios de exclusão estão relacionados a artigos que não estão escritos em Inglês, os que estão fora das datas selecionadas a analisar e os que estão incompletos e que não tenham evidência científica ou que tenham baixa elegibilidade.

Resultados: A literatura demonstra que os sistemas digitais para avaliar a oclusão em muitos aspetos correspondem aos requisitos modernos e, em comparação com os analógicos, apresentam muitas vantagens. Também foram observadas falhas que precisam ser levadas em consideração ao usar essas ferramentas.

Conclusão: As vantagens dos métodos digitais: análise quantitativa dinâmica, os melhores métodos para armazenar e transmitir resultados e uma abordagem mais sistemática ao tratamento. A questão da precisão desses sistemas ainda não está encerrada, mas também não está claro qual o “erro” aceitável na prática quotidiana. Os métodos digitais já estão a substituir os analógicos.

Palavras-chave: Oclusão dentária traumática; força de mordida; mastigação; doença da articulação da ATM; diagnóstico da Oclusão.

Abstract

Introduction: The antagonistic dental contact is at the epicenter of the interactions of the components of the dental-facial apparatus. The development of its evaluation causes more and more interest, which stimulates the development of new analysis instruments and the appearance of new models of T-scanner, new protocols and technologies of scanning in “Three-dimensional”.

Objectives: To describe the digital methods for diagnosing occlusion, their advantages and disadvantages. Check that they meet modern requirements and needs and determine the direction of development required.

Method: The research literature was selected from PubMed (database) based on the chosen keywords. The inclusion criteria involved scientific articles in English with studies conducted between 01.01.2014 and 31.12.2019. The exclusion criteria are supported by non-English articles which are outside the selected dates to be analyzed and ones that are incomplete and that do not have scientific evidence or have low eligibility.

Results: The documented studies demonstrate that digital systems for assessing occlusion in many ways correspond to modern requirements and, in comparison with analogue ones, show many advantages. Failures have also been noted and should be considered when using such tools.

Conclusion: Advantages of digital technology: dynamic quantitative analysis, reliable methods for storing and transmitting results, and a more systematic approach to treatment. The question of the accuracy of these systems is unclear, and it is also unclear which error is acceptable in everyday practice. Today, digital methods are already replacing analog ones.

Key Words: traumatic dental occlusion; bite force; mastication; temporomandibular joint disease; diagnosis of occlusion.

Índice de Abreviaturas

DATM – Disfunção da Articulação Temporomandibular

TTD – Técnica Totalmente Digital

ATM – Articulação Temporo-Mandibular

TCFC – Tomografia Computorizada de Feixe Cónico

ACO – Área de Contato Oclusal

COT – Convergência Oclusal Total

CCI – Coeficiente de Correlação Intraclasse

CCC – Coeficiente de Correlação de Concordância

ABO-CRE – American Board of Orthodontics – Cast-Radiograph Evaluation

SRA – Sistema de Rastreamento de Alvos

DIO – Digitalizador Intraoral

CAD-CAM – Computer-Aided Design – Computer-Aided Manufacturing

Índice geral

Declaração de Integridade	I
Declaração do Orientador	III
Resumo	V
Abstract	VII
Índice de Abreviaturas.....	IX
1-Introdução.....	1
<i>Sistema maxilofacial e oclusão.....</i>	1
<i>Sistema T-scan®.....</i>	2
<i>Sistema de digitalização 3D.....</i>	2
<i>Digitalização e articulação 3D.....</i>	2
2-Objetivos do Estudo	4
3-Método	5
Fluxograma de estratégia de busca usada neste trabalho.....	5
4-Resultados.....	6
Quadros -Tabela descritiva dos estudos incluídos na Revisão Sistemática em que o objetivo foi a análise oclusal - Método digital de diagnóstico da Oclusão e seu desenvolvimento.....	8
5-Discussão	15
5.1-Métodos de análise de oclusão digitais.....	15
Sistema T-scan®.....	15
Sistema de digitalização intraoral	16
5.2-Métodos tradicionais de análise de oclusão.....	19
5.3 Métodos de análise de oclusão tradicional versus digital	20
5.4- Perspetivas futuras da análise da oclusão com os dispositivos digitais.....	20
6-Conclusão.....	22
Referências bibliográficas	26

1-Introdução

Sistema maxilofacial e oclusão

Todo o sistema mastigatório (que inclui os ossos, as peças dentárias, as mucosas, os ligamentos e músculos, as articulações da ATM e o sistema neuromuscular) é importante para o funcionamento e harmonia oral e da função mastigatória, e por isso o conhecimento de todos os seus constituintes é importante para a física do sistema. A Oclusão é a relação funcional que se estabelece entre os componentes do sistema mastigatório e inclui as interações dinâmicas do movimento da mandíbula, e as interações morfológicas estáticas dos dentes.⁽¹⁾

Relações oclusais e articulares normais entre os maxilares fornecem uma distribuição equilibrada de forças ao mastigar.⁽²⁾ A Oclusão contribui para a harmonia de todo o sistema estomatognático.⁽¹⁾

Os contactos prematuros, bloqueios articulares e as interferências causam trauma oclusal, provocam alterações no periodonto, dor, alterações nos músculos e na ATM, levando á perda prematura dos dentes, em esforço, e á perda de tratamentos dentários, podendo também levar a alterações no conforto pessoal e de, até, de outros órgãos do corpo humano.⁽³⁾

Todas as abordagens, em clínica Oral, devem finalizar sempre, com a análise oclusal, especialmente na clínica de Reabilitação oral. A gama de produtos para análise de oclusão é grande e alguns autores encontraram até 17 métodos utilizados na prostodontia.⁽⁴⁾

Os métodos de análise oclusal foram, comumente, divididos em 2 tipos: Qualitativos e Quantitativos. Os métodos Qualitativos referem-se á análise subjetiva do clínico. A interpretação subjetiva não tem justificativa científica e requer uma interpretação difícil, e imprecisa, baseada apenas na marca deixada no dente. Além disso, o tamanho e a forma da marca são uma consequência da morfologia da superfície oclusal e da espessura do papel / fita, e não do resultado da força oclusal aplicada.⁽⁵⁾

Os métodos Quantitativos pretendem ser medições fidedignas que descrevem a relação entre os contactos, pretendendo-se reduzir a subjetividade do operador dos métodos

tradicionais. Surgiram, então, várias novas tecnologias e sistemas que podem ser usadas para avaliação oclusal.⁽²⁾

Sistema T-scan®

O sistema T-scan® registra e exibe, para interpretação visual, a sequência de contato oclusal, a porcentagem da força de contato de um dente individual, a distribuição da força bilateral (direita-esquerda) e a porcentagem de força oclusal presente nos quadrantes anterior e posterior.⁽⁶⁾ Embora o T-scan® não tenha sido projetado para avaliar a ACO, as imagens criadas por essa tecnologia podem ser usadas para medi-la.⁽²⁾

Sistema de digitalização 3D

Os modelos digitais da arcada superior e inferior podem ser posicionados em relações estáticas e dinâmicas. Essa técnica é melhor percebida pelos pacientes, reduzindo o tempo e os gastos.⁽⁷⁾ Alguns pacotes de software de digitalização 3D podem ilustrar o ACO destacando várias distâncias interoclusais em cores diferentes.⁽²⁾ Além disso, o software deste sistema ajuda na avaliação de modelos ortodônticos.⁽⁸⁾

Digitalização e articulação 3D

O articulador ainda é amplamente utilizado para simular os movimentos marginais do maxilar inferior, assim como o arco facial para seu registro. No entanto, a localização do eixo da articulação é variável e, portanto, a sua indicação incorreta pode levar a grandes erros que tendem a se acumular. Não há evidências de que resultados clínicos mais satisfatórios possam ser obtidos dessa maneira.⁽⁹⁾

Joo Hyun Kwon e Sungbin Im et al tentaram uma nova abordagem digital que exibe os movimentos reais da mandíbula usando um digitalizador ótico tridimensional, e um sistema de rastreamento de alvos- SRA (este sistema reproduz o movimento da região da ATM em três dimensões, combinando os dados de movimento das marcas localizadas nos incisivos com a TCFC), que fundindo-se ao TCFC supera as limitações da técnica tradicional do arco facial e do articulador mecânico.⁽⁹⁾

A grande parte dos artigos analisados referem que é manifestamente, necessário organizar e classificar os estudos sobre este tópico. Neste trabalho, são utilizados artigos que questionam a competência dos sistemas digitais e, ao mesmo tempo, artigos que confirmam a indispensabilidade destas técnicas.

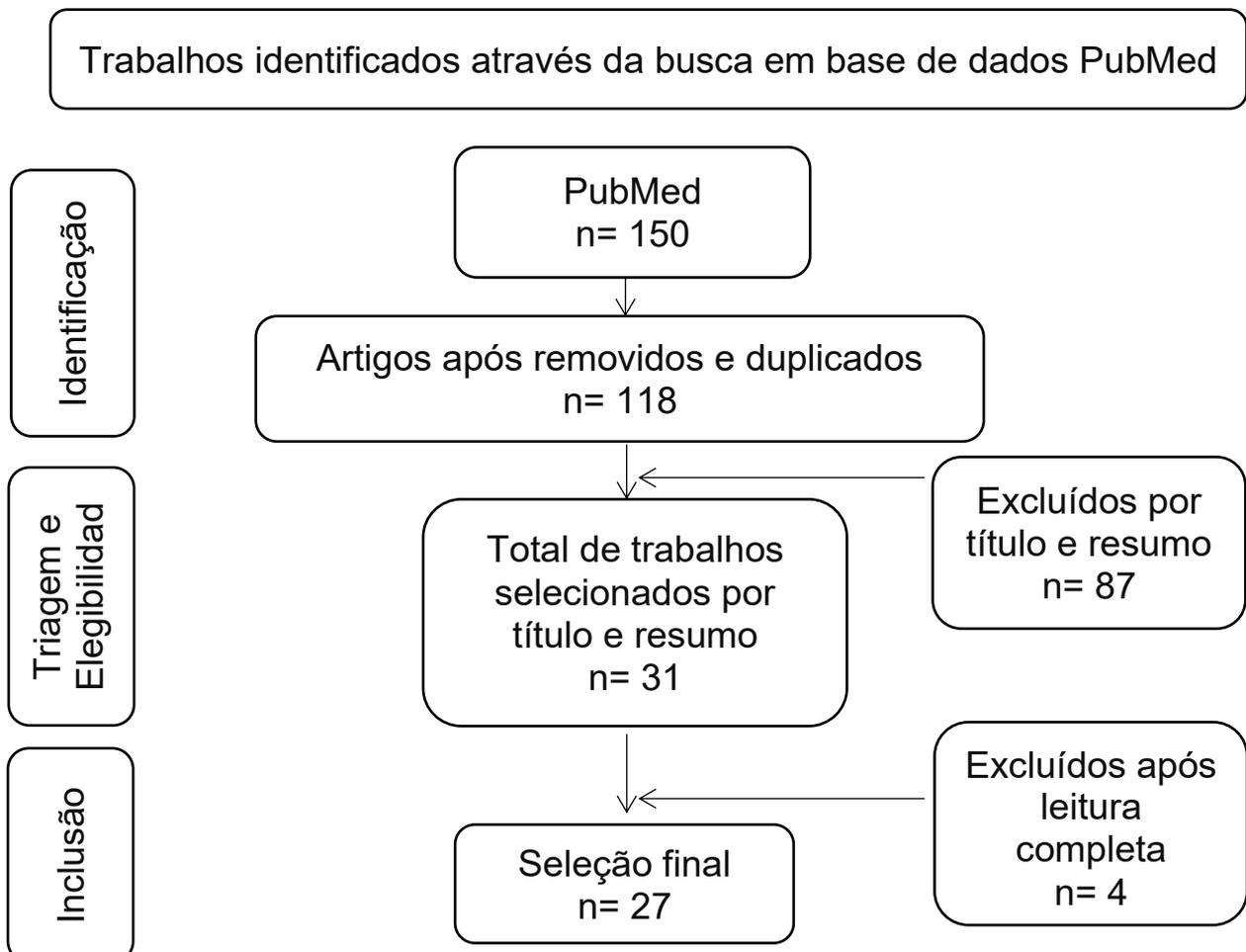
2-Objetivos do Estudo

O Objetivo deste estudo é realizar uma revisão sistemática integrativa sobre métodos de análise digital que apareceram recentemente, e verificar o quanto eles atendem aos requisitos modernos. Compara-los com os outros métodos de detecção de alterações oclusais e distribuição de carga. Descrever as vantagens e desvantagens da escolha desta técnica. Determinar a orientação do desenvolvimento desta técnica, seu potencial e área de utilização.

3-Método

A literatura pesquisada foi realizada na PubMed usando combinações dos termos usados como palavras-chave: oclusão dentária traumática; força de mordida; mastigação; doença da articulação da ATM; diagnóstico da Oclusão, utilizando os “strings” de pesquisa como sendo o “or” ou “and”. Os critérios de inclusão envolvidos foram os artigos científicos em inglês com estudos realizados entre as datas 01.01.2014 e 31.12.2019. Os critérios de exclusão estão relacionados a artigos que não estejam escritos em Inglês, os que estão fora das datas selecionadas a analisar, e os que estão incompletos e que não tenham evidência científica ou que tenham baixa elegibilidade. Foram utilizados os seguintes fatores a ter em conta para este estudo: Ano e Autores, segundo a análise da oclusão, a amostra estudada, o mecanismo usado para análise da oclusão, intervenção, os resultados da intervenção analisada e a conclusão do estudo (ver quadros em anexos).

Fluxograma de estratégia de busca usada neste trabalho



4-Resultados

A pesquisa bibliográfica identificou um total de 118 artigos na PubMed, como mostra o fluxograma (ver em anexos). Após a leitura dos títulos e resumos dos artigos, 87 foram excluídos por não atenderem aos critérios de inclusão. Os 31 estudos restantes potencialmente relevantes foram avaliados. Desses estudos, 4 foram excluídos por não fornecerem dados abrangentes considerando o objetivo do presente estudo. Assim, 27 estudos foram incluídos nesta revisão.

Dos 27 estudos selecionados, 5 (18,5%) avaliaram o sistema T-scan® ao medir e avaliar as forças dos contatos oclusais e sua apresentação digital, 2 (7,4%) compararam o T-scan® com outros métodos clássicos para determinar a oclusão, 8 (29,6%) avaliaram os diferentes tipos de “digitalizadores” 3D, 3 (11,1%) compararam digitalizadores 3D com outros métodos para determinar a oclusão, 4 (14,8%) houve estudos que utilizaram um T-scan®, 3 (11,1%) próteses totalmente digitais, 2 (7,4%) outras revisões sobre T-scan®.

Comparando com os métodos tradicionais de registo de oclusão, o digital (T-scan®⁽⁵⁾ e 3D digitalizador⁽⁷⁾) apresentou melhores resultados. Com isso, o T-scan® revelou-se mais informativo que o “digitalizador” 3D⁽²⁾, mas também possui limitações. A revisão também mostrou o amplo uso do T-scan® e do “digitalizador” 3D em Medicina Dentária nas investigações^(9,10) e no diagnóstico (ortodontia^(6,11), próteses^(4,9), Cirurgia⁽¹²⁾).

A distribuição de métodos digitais no mercado pode ser justificada da seguinte forma:

- Diminuição de um fator humano na interpretação dos dados.^(8,13)
- Armazenar e transmitir dados digitais é mais confiável, mais econômico e mais conveniente.⁽⁸⁾
- A análise quantitativa dinâmica do sistema T-scan® deu origem a uma nova abordagem para a avaliação da oclusão.⁽³⁾
- A digitalização em 3D deu origem à análise, manipulação e duplicação de modelos em formato digital, sem restrições. É uma ferramenta, indispensável, usada nos sistemas CAD-CAM ⁽¹⁴⁾, em TCFC ⁽¹⁵⁾, em sistemas de avaliação automatizada para modelos ortodônticos,⁽⁸⁾ e em SRA.⁽⁹⁾

- Os pacientes sentem-se mais confortáveis sem uma grande quantidade de material de impressão na boca.^(16,17)
- Fornece todas as informações para o fabrico de quadros de implantes.⁽¹⁴⁾
- Fornece uma base para avaliar com precisão a geometria da preparação sem a contribuição humana.⁽¹⁸⁾

Ainda existem vários problemas não resolvidos:

- Desvantagens do digitalizador 3D:
 - Diferentes substratos comumente encontrados dentro da cavidade oral quando digitalizados com vários sistemas de impressão digital, mostrando diferenças estatísticas na veracidade e precisão.⁽¹⁶⁾
 - O tipo de substrato afeta a precisão geral dos exames intraorais, sendo a dentina a mais precisa e o esmalte a menos precisa. Além disso foi demonstrado que a dentina natural possui um índice refrativo diferente, dependendo da orientação dos túbulos no local da digitalização.⁽¹⁶⁾
 - O padrão de digitalização afetou a exatidão e a precisão de alguns “digitalizadores”.⁽¹⁷⁾
 - Alta discrepância entre os resultados de diferentes modelos de “digitalizadores” 3D (120 µm).⁽¹⁵⁾
- Desvantagens do T-scan®:
 - A repetibilidade dos resultados do T-scan®, para medir a força absoluta, ainda não é encontrada no nível adequado.⁽¹⁹⁾
 - Uma grande diferença de comportamento entre os sensores das duas séries.⁽¹⁹⁾
 - A presença de um filme de 0,098 mm entre os dentes durante o registo altera a relação oclusal.⁽¹³⁾
 - A presença de revestimento salivar na superfície estudada distorce a imagem do resultado.⁽²⁰⁾
 - Embora o sistema T-scan® III seja bom em quantificar o tempo, ele não mostra um nível apropriado de confiança na avaliação da força absoluta e relativa.⁽²¹⁾

Quadros -Tabela descritiva dos estudos incluídos na Revisão Sistemática em que o objetivo foi a análise oclusal - Método digital de diagnóstico da Oclusão e seu desenvolvimento

Artigo/Autor/ano	Amostra	Mecanismo de Analise	Intervenção	Resultados	Conclusão
1. The T-SCAN System in Evaluating Occlusal Contacts/ Bozhkova T.P/ 2016 ⁽³⁾	30 Estudantes de 19-22 anos	T-Scan III	Contactos oclusais durante a mastigação (% de força exercida desde o 1º contacto dentário até á completa intercúspidação cêntrica)	Foram avaliadas as capacidades do sistema em registar os contatos oclusais durante a mastigação em uma película de articulação de oclusão e as forças oclusais usando um display digital.	O sistema T-SCAN fornece a única maneira precisa de determinar e avaliar a sequência temporal e a força dos contatos oclusais, convertendo os dados qualitativos em quantitativos e exibindo-os digitalmente.
2. The combined effects of salivas and occlusal indicators on occlusal contact forces/ Beninati CJ, Katona TR/ 2018 (20)	Um dentiforme de arco completo (REF 600 210, 3M Unitek, Monrovia, CA, EUA)	Fita de articulação "AccuFilm I"; Papel de articulação "Rudischhauser Thick"; T-scan Model 2001	Contactos oclusais durante a mastigação (% de força exercida desde o 1º contacto dentário até á completa intercúspidação cêntrica)	Foram encontradas diferenças estatísticas (P <0,0001) na força lateral em: produto seco vs produto + saliva humana, produto seco vs produto + saliva artificial (com filme articulado e T-Scan), e saliva humana vs produto + saliva humana (com papel de articulação e T-Scan).	Todos os produtos foram afetados pelas salivas, exceto papel de articulação pela saliva artificial.
3. Validity and reliability of the T-Scan III for measuring force under laboratory conditions/ Cerna M, Ferreira R, Zaror C, Navarro P, Sandoval P/ 2015 (19)	18 sensores do T-scan	T-Scan III	-	Valores de força estimados foram obtidos. O valor da força absoluta dos valores brutos foi estimado usando linhas de regressão linear. Um erro de previsão foi detetado. Usando CCC e ICC, analisou-se a concordância entre a previsão da força e o valor absoluto da força.	O T-Scan III mostrou um alto grau de confiabilidade quando se usa para realizar medições consecutivas. No entanto, o sistema mostrou um grau de validade insuficiente para medir a força absoluta ao estimar a força oclusal total em condições de laboratório.

4. Comparison of automated grading of digital orthodontic models and hand grading of 3-dimensionally printed models/ Scott JD, English JD, Cozad BE, Borders CL, Harris LM, Moon AL, et al/ 2019 (8)	15 modelos anatômicos	Ferramenta de software automatizada (SureSmile); Sistema de classificação ABO-CRE	-	O "SureSmile®" apresentou escores estatisticamente significativamente mais altos para alinhamento e rotação ($P \leq 0,001$), overjet ($P \leq 0,001$), contatos oclusais ($P \leq 0,001$) e pontuação total ($P \leq 0,001$). A classificação da mão foi mais alta na inclinação bucolingual ($P \leq 0,001$). Não foram encontradas diferenças significativas nas cristas marginais, nas relações oclusais e nos contatos interproximais.	As pontuações avaliadas de maneira automatizada pelo SureSmile® geralmente são significativamente maiores do que as avaliadas por classificação manual.
5. Analyzing the morphology and intensity of occlusal contacts in implant-prosthetic restorations using T-Scan system/ Cotruta AM, Mihaescu CS, Tanasescu LA, Mărgărit R, Andrei OC/ 2015 (4)	Três pacientes masculinos desdentados Kennedy da classe III da mandíbula	T-scan II	Contactos oclusais durante a mastigação (% de força exercida desde o 1º contacto dentário até á completa intercúspidação cêntrica)	A análise da oclusão com o sistema T-Scan II nesses três casos mostrou que as coroas foram integradas com sucesso na oclusão habitual.	Este estudo prova que esses métodos tradicionais, que são mais frequentemente utilizados na prática, são bons o suficiente para ajustar a morfologia e a intensidade dos contatos oclusais, se forem usados corretamente.
6. Comparison of closure occlusal force parameters in post-orthodontic and nonorthodontic subjects using T-Scan® III DMD occlusal analysis/ Qadeer S, Yang L, Sarinnaphakorn L, Kerstein RB/ 2016 (6)	Cinquenta sujeitos tailandeses	T-scan III	Contactos oclusais durante a mastigação (% de força exercida desde o 1º contacto dentário até á completa intercúspidação cêntrica)	Os contatos iniciais dos dentes nos dois grupos foram encontrados nos segundos molares e incisivos centrais. A força máxima foi mais frequentemente observada no segundo molar esquerdo (15,9% não ortodôntico; 25,4% pós-ortodôntico). A distribuição bilateral da força da direita para a esquerda não foi estatisticamente diferente para todos os sujeitos, nem foi estatisticamente diferente entre os grupos não- e os pós- ortodônticos. Foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os quadrantes em ambos	Uma discrepância significativa da força oclusal foi encontrada nos indivíduos pós-ortodônticos, com maiores percentuais de força observados posteriormente e muito menos percentagem de força anteriormente, quando comparados aos indivíduos com dentição natural. A análise oclusal digital T-Scan® III pode ser recomendada para o acabamento de casos ortodônticos, para tornar visível ao clínico a gravidade do desequilíbrio de força oclusal criado ortodonticamente, de modo que possa ser minimizado durante o acabamento de casos ortodônticos.

				os grupos (22,46% anterior - 77,57% posterior em indivíduos não ortodônticos; 10,58% anterior – 89,42% posterior em indivíduos pós-ortodônticos) ($p < 0,01$).	
7. The occlusal imaging and analysis system by T-scan III in tinnitus patients/ Di Berardino F, Filipponi E, Schiappadori M, Forti S, Zanetti D, Cesarani A/ 2015 (10)	47 pacientes com zumbido (23 sofrendo de zumbido idiopático e 24 afetados pela doença de Meniere); 13 indivíduos saudáveis	T-scan III	Contactos oclusais durante a mastigação (% de força exercida desde o 1º contacto dentário até á completa intercúspidação cêntrica)	O alvo do centro de força foi desviado na direção oposta em 15/23 de zumbido idiopático e em 7/24 pacientes com doença de Meniere ($p < 0,026$). Nenhuma variação significativa foi encontrada na força oclusal.	Os dados sugerem que um método de rastreamento diagnóstico para estabilidade oclusal na posição intercuspídiana pode ser clinicamente útil em pacientes com zumbido idiopático.
8. Comparison of excursive occlusal force parameters in post-orthodontic and nonorthodontic subjects using T-Scan® III/ Qadeer S, Abbas AA, Sarinnaphakorn L, Kerstein RB/ 2016 (11)	25 indivíduos pós-ortodônticos e 25 sem tratamento ortodôntico	T-scan III	Contactos oclusais durante a mastigação (% de força exercida desde o 1º contacto dentário até á completa intercúspidação cêntrica)	Diferenças estatisticamente significantes foram observadas no tempo de exclusão: TD = 2,69 s no pós-ortodôntico e 1,36 s no grupo não-ortodôntico. No grupo não-ortodôntico, foram observados 72,7% de contatos de trabalho e 27,3% de não-trabalho, enquanto no grupo de pós-ortodôntico, 54,7% de trabalho e 45,3% de contatos de trabalho. Presença de orientação canina foi observada em 60% do grupo não ortodôntico e 24% no grupo pós-ortodôntico. Setenta e dois por cento dos indivíduos pós-ortodônticos apresentaram um ou mais sintomas de DATM.	Tempo de desocclusão significativamente mais longo, contatos friccionais posteriores mais altos e mais sintomas de DATM foram observados no grupo pós-ortodôntico, sugerindo que o tratamento ortodôntico aumenta o abrasão posterior dos dentes. A análise oclusal computadorizada é uma ferramenta diagnóstica objetiva que determina a qualidade dos movimentos de excursão após o tratamento ortodôntico.
9. A digital approach to dynamic jaw tracking using a target tracking system and a structured-light three-dimensional scanner/	Um participante sem perda dentária e sem problemas na ATM	TCFC (PaXZenith3D, Vatech Co., Ltd., Hwaseong, Korea); Scanner de modelo odontológico	-	A implementação digital do movimento mandibular usando um scanner ótico 3D e um sistema de rastreamento de alvos não é propensa às mesmas restrições e limitações inerentes ao equipamento mecânico;	Essa técnica pode ser usada em uma ampla variedade de aplicações dentárias que envolvem movimento da mandíbula mandibular, como fabricação de próteses dentárias, ou para o

Kwon JH, Im S, Chang M, Kim JE, Shim JS/ 2017 (9)		(Identica hybrid, Medit Co., Ltd., Seoul, Korea); Sistema de rastreamento de alvos		portanto, é possível reconstruir movimentos mais realistas.	diagnóstico e tratamento da doença da articulação temporomandibular.
10. Using the T-scan III System to Analyze Occlusal Function in Mandibular Reconstruction Patients: A Pilot Study/ Liu CW, Chang YM, Shen YF, Hong HH/ 2015 (12)	10 Indivíduos masculinos e femininos adultos do Chang Gung	T scan III	Contactos oclusais durante a mastigação (% de força exercida desde o 1º contacto dentário até á completa intercúspidação cêntrica)	Indivíduos com reconstruções mandibulares maiores e implantes dentários com próteses parciais fixas demonstraram diminuição da força oclusal média; no entanto, a diferença não atingiu o nível estatisticamente significativo ($p > 0,05$). A assimetria mais significativa da localização do centro oclusal ocorreu entre os indivíduos com áreas reconstruídas mandibulares maiores que metade do arco mandibular.	A comparação dos parâmetros do sistema T-scan usado para analisar a função oclusal mostrou que a força oclusal não era uma referência objetiva. As medidas da localização do centro oclusal pareceram mais repetíveis e foram menos afetadas por fatores adicionais. Os resultados da pesquisa deste estudo mostraram que o tamanho de uma reconstrução não afetou a força oclusal após a reconstrução e áreas reconstruídas maiores não diminuíram a força oclusal média. O parâmetro mais significativo foi a assimetria esquerda e direita do centro de oclusão e foi medido em sujeitos com áreas de reconstrução maiores que metade do arco.
11. In vitro evaluation of T-Scan III through study of the sensels/ Cerna M, Ferreira R, Zaror C, Navarro P, Sandoval P/ 2015 (21)	31 sensores do T-Scan III	T-Scan III	-	Para o grupo total de sensores, medindo a força, foi obtido um baixo nível de validade (CCC de Lin: 0,698); ao medir o tempo, foi obtido um acordo quase perfeito (CCC de Lin: 0,9995). Por outro lado, o nível de confiabilidade era baixo (CCC de Lin: 0,099).	O sistema T-Scan III não mostra um grau de validade apropriado ao estimar a força absoluta, nem apresenta um nível adequado de confiabilidade ao medir a força relativa; no entanto, apresenta um alto grau de validade ao quantificar os tempos.
12. Does the presence of an occlusal indicator product affect the contact forces between full dentitions?/ Mitchem JA, Katona TR, Moser EAS/ 2017 (13)	Um dentiforme completo (REF 600 210, 3M Unitek, Monrovia, CA, EUA)	Accufilm I; Accufilm II; Rudischhauser Thick; Rudischhauser Thin; Hanel Articulating Silk;	-	Entre os 5 produtos tradicionais, Rudischhausers eram maus e o T-Scan eletrônico era o pior.	Assim, em geral, os produtos populares de detecção oclusal alteram as forças de contato oclusal e, portanto, suas marcações não podem caracterizar a oclusão real.

		T-Scan			
13. A digital poll of dentists testing the accuracy of paper mark subjective interpretation/ Sutter BA/ 2017 ⁽⁵⁾	Cento e cinquenta e dois dentistas	T-scan; Papel de articulação	-	A resposta média correta foi meramente 13,13% correta (86,87% incorreta). A chance aleatória foi calculada em 16,7% correto. Os contatos cúspides foram os menos escolhidos como o contato mais forte. O teste U de Mann-Whitney encontrou uma diferença significativa entre a escolha dos dentes anteriores e os dentes posteriores.	A interpretação subjetiva é um método impreciso para determinar contatos oclusais de alta força. A baixa percentagem correta relatada caiu abaixo do acaso, sugerindo que os dentistas são incapazes de detectar alta força oclusal observando marcas de papel articuladas.
14. Reliability and Validity of T-scan and 3D Intraoral Scanning for Measuring the Occlusal Contact Area/ Ayuso-Montero R, Mariano-Hernandez Y, Khoury-Ribas L, Rovira-Lastra B, Willaert E, Martinez-Gomis J/ 2019 ⁽²⁾	Trinta e um adultos	T-scan (v.9; Tekscan Inc., Boston, MA); 3D scan (Trios 3 Shape; 3Shape A/S, Copenhagen, Denmark)	Contactos oclusais durante a mastigação (% de força exercida desde o 1º contacto dentário até á completa intercúspidação cêntrica)	CCIs variaram de 0,56 a 0,79 (p <0,001) para o T-scan; 0,37 a 0,61 (p <0,05) para digitalização em superfície 3D; e 0,92 a 0,95 (p <0,0005) para registo oclusal. Os maiores valores de ACO foram obtidos usando o T-scan e os mais baixos usando o 3D Surface scan. As medidas de registo oclusal tiveram as maiores correlações com as das outras técnicas.	O T-scan é um método confiável para medir o ACO, mas o 3D Surface scan não é. O registo oclusal mostrou alta validade.
15. Coordinate geometry method for capturing and evaluating crown preparation geometry/ Tiu J, Waddell JN, Al-Amleh B, Jansen Van Vuuren WA, Swain M V/ 2014 (18)	Um bloco de resina acrílica usinado manualmente; 9 preparações selecionadas aleatoriamente para coroas completas em cerâmica	3D scanner	-	O bloco de resina acrílica foi fresado com um instrumento de convergência oclusal total (COT) de 12 graus, produzindo um COT de 12,83 graus. Para as outras amostras, os valores médios de COT variaram de 18 a 52 graus. A largura média da margem média foi de 0,70 mm e a dimensão média da base média foi de 6,23 mm. A relação área / volume da superfície, comprimento da resistência e conicidade limitadora também foram calculados.	O método descrito fornece uma base para avaliar com precisão a geometria da preparação sem a contribuição humana.
16. Effect of scan substrates on accuracy of 7 intraoral digital impression	Cadáver maxilar	Sistemas de impressão digital: Planmeca Emerald;	-	Os substratos foram significativamente diferentes um do outro ao considerar os dados de varredura como um todo, bem	O tipo de substrato afeta a precisão geral dos exames intraorais, sendo a dentina a mais precisa e o esmalte a menos precisa. Os quatro substratos

systems using human maxilla model/ Bocklet C, Renne W, Mennito A, Bacro T, Latham J, Evans Z, et al/ 2018 (16)		Planmeca Planscan; 3Shape Trios 3 colour model; iTero Element; iTero Element II; CEREC Omnicam; Carestream 3600		como ao comparar dispositivos DIO individualmente. Somente o PlanScan falhou em revelar diferenças de exatidão entre os diferentes substratos, enquanto apenas o Emerald revelou diferenças de precisão entre os substratos.	verificados afetaram a veracidade de todos os dispositivos DIO.
17. Evaluation of the trueness and precision of complete arch digital impressions on a human maxilla using seven different intraoral digital impression systems and a laboratory scanner/ Mennito AS, Evans ZP, Nash J, Bocklet C, Lauer (Kelly) A, Bacro T, et al/ 2019 ⁽⁷⁾	Cadáver maxilar	3Shape Trios 3 (3Shape); CEREC Omnicam (Dentsply Sirona); Carestream 3600 (Kodak); iTero Element II (Align Technologies); iTero Element (Align Technologies); Planmeca Emerald (Planmeca); Planscan (Planmeca)	-	Para digitalizar a estrutura do dente, apenas o Planscan foi significativamente menos preciso que o restante das técnicas de impressão. Não foram encontradas diferenças significativas na precisão entre os modelos criados usando impressões digitais e os criados a partir de impressões tradicionais de polissiloxano de vinil com desvios de arco cruzado variando de 18 a 39 µm para cada um.	As impressões obtidas usando todos os sistemas de impressão digital, exceto o Planscan, foram capazes de replicar com precisão os tecidos de uma maxila humana em arco completo.
18. Effect of scan pattern on complete-arch scans with 4 digital scanners/ Latham J, Ludlow M, Mennito A, Kelly A, Evans Z, Renne W/ 2019 (17)	Um modelo personalizado foi fabricado com dentes com o mesmo índice de refração da dentina e do esmalte para simular a dentição natural	CEREC Omnicam; Planmeca Emerald; Align iTero Element; 3Shape TRIOS 3	-	Para maior exatidão, o scanner (P <0,001), o padrão de digitalização (P = 0,001) e sua interação (P <0,001) foram considerados significativos. No geral, o padrão de varredura 2 mostrou a maior exatidão e precisão médias. Da mesma forma, para precisão geral do padrão de varredura, o scanner, o padrão de varredura e sua interação foram considerados significativos (P <0,001).	O padrão de digitalização afetou a veracidade e a precisão de alguns scanners, mas não de outros. Existem diferenças na velocidade de varredura de arco completo, veracidade e precisão de scanners individuais. O padrão de digitalização pode desempenhar um papel importante no sucesso da digitalização.
19. Trueness of cone beam computed tomography versus intra-oral scanner	Uma mandíbula humana seca com um	IOS (Trios® 3, 3 Shape); Quatro TCFC dispositivos com	-	Os quatro modelos digitais 3D da TCCB com protocolos diferentes tiveram uma veracidade maior do que o Trios DIO. O	Os modelos digitais 3D da TCFC mostraram melhor exatidão quando comparados aos DIO. Quando os dados da TCFC estão disponíveis para o

<p>derived three-dimensional digital models: An ex vivo study/ Al-Rimawi A, Shaheen E, Albdour EA, Shujaat S, Politis C, Jacobs R/ 2018 (15)</p>	<p>conjunto completo de dentes intactos</p>	<p>protocolos diferentes: 3D Accuitomo 170; NewTom VGi evo; ProMax 3D; Green 21</p>		<p>NewTom VGi evo (110 kV), o ProMax 3D (90 kV), o 3D Accuitomo 170 (90 kV), o verde 21 (110 kV) e o verde 21 (90 kV) apresentaram significância melhor do que o DIO. No entanto, os dispositivos 3D Accuitomo 170 e ProMax 3D TCFC com protocolo de 70 kV mostraram melhor precisão sem nenhuma diferença significativa com o DIO.</p>	<p>planejamento pré-operatório da reabilitação de implantes orais, isso pode impedir a necessidade de DIO para obter modelos de estudo em 3D.</p>
<p>20. Precision and Accuracy of a Digital Impression Scanner in Full-Arch Implant Rehabilitation/ Pesce P, Pera F, Setti P, Menini M/ 2018 (14)</p>	<p>Cinco modelos principais que reproduzem cinco maxilas edêntulas diferentes com quatro implantes inclinados reabilitados de acordo com o Protocolo da Ponte de Columbus</p>	<p>Um sistema de scanner intraoral: True Definition Scanner, 3M ESPE</p>	<p>-</p>	<p>Os frameworks mostraram uma diferença média de <30 µm intervalo: 2 a 47 µm. Foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos pelo software de nuvem de pontos 3D, com frequências mais altas de pontos na classe 2 do que nas classes agrupadas 1 e 3. (P <0,007).</p>	<p>Dentro dos limites deste estudo in vitro, parece que uma impressão digital pode representar um método confiável para fabricar estruturas de implantes de arco completo com bom ajuste passivo quando implantes inclinados estão presentes.</p>

5-Discussão

5.1-Métodos de análise de oclusão digitais

Sistema T-scan®

O sistema T-scan® mostra a força relativa de todos os contatos ao mesmo tempo, desde que o primeiro contato aparece até a máxima intercuspidação, apresenta-nos a ordem em que esses contatos aparecem. Assim, a localização dos contatos oclusais traumáticos pode ser determinada.⁽²²⁾

Bozhkova, em seu trabalho diz que o sistema digital é um método clínico útil, que, eliminando a avaliação subjetiva do operador, fornece uma imagem bastante informativa da relação oclusal. Esse sistema mostra com precisão a localização e a força do contato, bem como suas mudanças no tempo desde o início da medição.⁽³⁾

O sistema T-scan® encontrou aplicação na parte de investigação em Medicina Dentária, segundo os autores Qadeer, Yang et al, e foi recomendado para a conclusão de casos ortodônticos para mostrar ao médico a gravidade de um desequilíbrio da força oclusal.⁽⁶⁾ Qadeer, Abbas et al, chamaram à análise oclusal por computador, uma ferramenta objetiva de diagnóstico no tratamento ortodôntico.⁽¹¹⁾ Este sistema também pode ser útil para pacientes com zumbido idiopático segundo Di-Berardino, Filipponi et al.⁽¹⁰⁾

Para Liu, Chang et al, num outro trabalho, foi demonstrada a possibilidade de usar o sistema T-scan®, mesmo em cirurgias maxilofaciais.⁽¹²⁾

No entanto, os autores Afrashtehfar e Sarah Qadeer, de alguns outros trabalhos têm uma opinião diferente. É que, para um dente interagir com um antagonista (em oclusão), necessita de uma distância suficiente de 50 a 350 μm .⁽¹⁾ Para Mitchem, Katona et al, independentemente da espessura, do indicador, (de 19-38 μm – “Accufilm I e II” (rolo de plástico), 70-80 μm – “Rudischhauser” (papel de articulação), 85 μm – “Hanel Articulating Silk” (seda de articulação), 98 μm – “T-scan®” (sistema digital)) a sua própria presença afeta significativamente o resultado da medição, distorcendo o mapa de localização dos contatos atuais. Pode-se observar que instrumentos como a fita plástica “Accufilm” e a fita

de seda “Hanel Articulating Silk” tiveram um efeito menor nas relações oclusais durante o registo, e o sistema “T-scan®” apresentou o pior resultado.⁽¹³⁾

O T-scan®, apesar do alto custo, existe no mercado, também devido a outras vantagens – a capacidade de mostrar a força do contato, o tempo e a sequência de sua ocorrência.⁽²⁾ Com relação à medição da força, Manuel Cerna, Roxana Ferreira et al, afirmam que o comportamento de sensores individuais não mostra um grau adequado de confiabilidade na avaliação da força absoluta, e não fornece um nível adequado de confiabilidade na medição da força relativa. Os autores também observaram que esse sistema se mostrou positivo, medindo as mudanças nessa força ao longo do tempo. Essa é uma qualidade que nenhum outro método moderno possui.⁽²¹⁾ Este estudo é complementado pelos mesmos autores, que em laboratório, determinaram a precisão e a confiabilidade do sistema T-scan®, em que 18 sensores de duas séries de produção foram investigados. Como resultado do estudo, os autores concluíram que o T-scan® não mostrou o grau de realidade ao medir a força absoluta. A confiabilidade do sistema foi alta, durante duas medições consecutivas, o que pode melhorar sua fidelidade se calibrando individualmente cada sensor, o que não é realizável na prática clínica. No entanto, informações sobre o horário da ocorrência e a sequência da ocorrência dos contatos permanecem úteis e insubstituíveis.⁽¹⁹⁾

Com base no exposto, é difícil chegar a uma conclusão, principalmente porque alguns autores contestam a precisão do sistema T-scan® e alguns utilizam-no, mesmo, como padrão em suas pesquisas, como no trabalho do Ben A. Sutter.⁽⁵⁾ Mas o facto de o sensor T-scan® precisar de melhorias permanece bastante claro. Uma espessura de quase 100 µm e a necessidade de calibrar cada sensor, são os principais problemas deste sistema.⁽¹⁹⁾ Deve-se notar também que a precisão na determinação do tempo de ocorrência e desaparecimento dos contatos, bem como a sequência de suas alterações, não foram contestadas em nenhum trabalho, embora nenhuma pesquisa específica tenha sido encontrada. Também não há trabalhos que verifiquem outras propriedades do dispositivo.^(19,21)

Sistema de digitalização intraoral

O sistema de digitalização 3D tem uma abordagem completamente diferente e tem outras vantagens: a moldagem não ocupa espaço no gabinete, não se seca, possibilita o uso de

ferramentas de “software” para duplicar, manipular e transformar modelos em um número infinito de corridas, para além de haver a possibilidade de enviar por mail. Além disso, se necessário, um objeto material, um modelo digital pode ser convertido em físico usando impressão tridimensional.⁽⁸⁾

Trabalhar com modelos digitais dá-nos mais uma oportunidade, segundo Al-Rimawi, Shaheen et al e Benic, Elmasry et al - combinar modelos obtidos de diferentes sistemas. O método de digitalização intraoral complementa bem a TCFC porque têm a capacidade de fornecer informações suficientes relacionadas à membrana mucosa, bem como informações relacionadas, à redução, à precisão e à presença de artefactos de metal. A combinação de digitalização ótica com TCFC pré-operatório permite determinar a posição do implante e a sua relação espacial com as estruturas anatômicas.^(15,23)

Noutro bom exemplo, de Kwona, Sungbin Im et al, que combinando dados do “digitalizador 3D” e sistemas de rastreamento de alvos – SRA e TCFC, rastreamos os movimentos da mandíbula inferior. Esse método pode ser utilizado na fabricação de próteses, bem como no diagnóstico de DATM.⁽⁹⁾

Noutro trabalho foi demonstrado a adequação da combinação de ferramentas tridimensionais de “software” e “hardware”, além de otimizar o planeamento do tratamento com implantes dentários. Também foi observada uma diminuição no custo do modelo de trabalho e na diminuição no número de consultas ao paciente, segundo Romero, Jiménez et al.⁽²⁴⁾

Stanley, Gomes-Paz et al, que combinaram digitalização dentária, “design” do sorriso e CAD-CAM, num processo totalmente digital e, embora isso não seja prova, é um bom exemplo de uma solução totalmente digital, de análise oclusal, para problemas como a perda de dimensão vertical.⁽²⁵⁾

O método de digitalização “3D” também foi considerado como um método para avaliar a geometria, ao preparar um dente para prótese. Os autores Tiu e Waddell, concluíram que o método descrito é adequado.⁽¹⁸⁾

Em relação à fabricação de próteses, os sistemas de digitalização intraoral já são amplamente utilizados na prática e abrangem ampla gama de tarefas. Os autores dos

seguintes trabalhos declaram que essa técnica pode fazer parte de um processo totalmente digital de fabricação de prótese. Os primeiros combinaram três digitalizações para obter informações sobre posições de implantes "3D", arquitetura de tecidos moles, conexões oclusais e características estéticas em um modelo. Assim, todas as informações foram coletadas para restaurações preliminares de arco completo usando um "digitalizador" intraoral e passando essas informações para a restauração final reportam Monaco, Ragazzini et al.⁽²⁶⁾ Os autores Pesce e Pera et al, no seu trabalho concluíram que uma impressão digital pode ser um método confiável de fabricação de estruturas para implantes.⁽¹⁴⁾

O sistema de digitalização intraoral também pode ser usado para avaliação automatizada de modelos ortodônticos. Para verificar a correção da análise da ferramenta de "software" automatizada "SureSmile[®]", os autores deste trabalho compararam-na com o sistema manual de classificação ABO-CRE, que já é amplamente utilizada na prática. Como resultado, concluiu-se que a ferramenta de "software" tinha basicamente classificações mais altas que o método manual. Havia uma necessidade de ajuste adequado dos dados afirmam Scott, English et al.⁽⁸⁾

Mennito e Evans com a mandíbula de um cadáver avaliaram a precisão do trabalho de sete diferentes sistemas de impressão digital, comparando seus modelos com o modelo principal, feito por um "digitalizador" industrial. Eles concluíram que quase todos os sistemas foram capazes de perceber, com precisão, os tecidos de toda a mandíbula humana superior.⁽⁷⁾

O método de digitalização "3D" da cavidade oral encontrou dificuldades completamente diferentes do sistema T-scan[®]. É que a base física desse método não é o contato "dente - indicador - dente", mas a capacidade da superfície de refletir o raio de luz. Depois que o raio é gerado e refletido, ele é gravado pelo sensor e, usando um algoritmo especial, as informações são processadas e integradas a um modelo digital comum.⁽¹⁶⁾ Paralelamente ao estudo mencionado acima, com mandíbula de um cadáver,⁽⁷⁾ Chris Bocklet e Walter Renne discutiram o problema da diferença nas propriedades óticas de diferentes superfícies, como o esmalte, a dentina, a amálgama e a mucosa, resultou a confirmação de que o tipo de base afeta a precisão da digitalização intraoral. A dentina era a mais precisa e o esmalte o menos

preciso (dentina natural possui um índice refrativo diferente, dependendo da orientação dos túbulos no local da digitalização).⁽¹⁶⁾

Existe outro fator importante que afeta a precisão, a confiabilidade e o tempo de digitalização - o esquema (padrão) de digitalização. Esse esquema tem um efeito diferente em diferentes modelos de "digitalizador" segundo Latham e Ludlow.⁽¹⁷⁾

Quanto a mandíbulas desdentadas, de acordo com as conclusões de Lauren Bohner e Diego Diaz Gamba et al, a digitalização com mandíbulas edêntulas ainda é um problema.⁽²⁷⁾

5.2-Métodos tradicionais de análise de oclusão

Em alguns artigos, juntamente com os métodos modernos, foi analisada a precisão dos métodos tradicionais. E em alguns deles eles tiveram bons resultados. Por exemplo, em um dos estudos "in vivo", usando o sistema T-scan®, a integração das coroas na oclusão habitual foi verificada. Os autores concluíram que o material utilizado pelo Médico Dentista para equilibrar a oclusão (papel de articulação e fita de polissiloxano) era bom o suficiente para esses fins. Assim, foi demonstrado que, com o uso correto de papel de articulação/ fita de polissiloxano, pode-se alcançar o equilíbrio desejado após a restauração ortopédica.⁽⁴⁾

E em um estudo em que foi verificado o efeito da presença de um indicador (rolo de plástico, papel de articulação, seda de articulação e sistema digital T-scan®) entre os dentes nos resultados do exame de oclusão, métodos clássicos, mesmo que apresentassem maus resultados, mas melhores que o sistema T-scan®. Os autores também observaram que não havia uma correlação clara entre a espessura do indicador e sua confiabilidade. Eles sugeriram que o bom desempenho do Accufilm 1, Accufilm 2 e Hanel Articulating Silk foi devido a combinações aleatórias de espessura, rigidez e lubrificação do material.⁽¹³⁾

Quanto à determinação da força de contato, um método como registo oclusal mostrou um resultado muito bom, ainda melhor que o sistema T-scan®.⁽²⁾ Mas o papel de articulação é inadequado para a determinação da força de contato. Ben A. Sutter provou que os Clínicos não podem determinar os locais de contato com maior força usando as marcas deixadas pelo papel de articulação. Apenas 13,13% dos cento e cinquenta e dois Clínicos identificaram

corretamente o contato com força máxima. Os dados foram verificados com o sistema T-scan.®⁽⁵⁾

5.3 Métodos de análise de oclusão tradicional versus digital

Em alguns trabalhos, a precisão e a confiabilidade das tecnologias modernas foram verificadas comparando-as com os métodos tradicionais. É interessante que alguns autores usem esse sistema como padrão em suas pesquisas. Sutter usou as medidas desse sistema e verificou a precisão do método para avaliar a oclusão com papel de articulação, que resultou ainda menor do que uma hipótese aleatória.⁽⁵⁾ Segundo Ayuso-Montero, Mariano-Hernandez et al, o sistema T-scan® provou ser bastante preciso em comparação com outros métodos (digitalização 3D e registro oclusal), tanto o registro oclusal, como o método tradicional, se mostrou satisfatório.⁽²⁾ Além disso, para Beninati e Katona, o sistema T-scan® foi comparado com alguns outros métodos tradicionais. Foi verificado o efeito da saliva artificial e humana na precisão dos indicadores, como no caso do rolo de plástico de articulação, papel de articulação e sistema eletrônico de T-scan®. Todos sucumbiram à influência, exceto o papel de articulação com saliva artificial.⁽²⁰⁾

Quanto à avaliação direta da oclusão, o sistema T-scan® é ainda mais competente. Durante a digitalização em 3D, é impossível levar em consideração a mobilidade dentária devido às propriedades do ligamento periodontal, além de outras características do sistema dento-facial, afirmam Ayuso-Montero, Mariano-Hernandez et al.⁽²⁾

Como o sensor do T-scan® não deixa marcas de contatos diretamente no dente, seria ideal combinar esse método com o papel de articulação. Assim, pode-se determinar a localização do contato da força máxima com maior precisão.⁽²²⁾

5.4- Perspetivas futuras da análise da oclusão com os dispositivos digitais

O sistema T-scan® precisa de mais estudos para verificar a variabilidade das propriedades da superfície geral do sensor. Também é necessário investigar outros aspetos do sistema, como a histerese (capacidade de preservar uma deformação induzida) e saturação do sensor, tempo de resposta e o efeito do processo de pré-carga^(19,21); o estudo da confiabilidade de sensores como o uso repetido.⁽¹⁹⁾ A diminuição da espessura do sensor pode melhorar a qualidade das leituras do T-scan.⁽¹³⁾

O sistema de digitalização intraoral precisa do exame das propriedades óticas de superfícies como cerâmica, ouro e materiais ortodônticos (por exemplo, aço inoxidável).⁽¹⁶⁾ Um estudo mais detalhado do efeito do esquema (padrão) de digitalização nos resultados de sistemas de digitalização individuais pode melhorar a precisão.⁽¹⁷⁾ Para dizer se esse sistema é preciso, primeiro é necessário determinar o número aceitável de desvios da digitalização intraoral, que permite o tratamento bem-sucedido num ambiente clínico.⁽¹⁶⁾

Uma das áreas mais importantes no desenvolvimento da tecnologia digital é o equipamento das clínicas dentárias com equipamentos e tecnologias modernas para testes e reabilitação de doenças dentárias. Integração de um protocolo para medir forças oclusais em todas as disciplinas da medicina dentária.⁽²²⁾

Também é interessante notar que os autores Bocklet, Renne et al, de alguns artigos que usavam um sistema de digitalização intraoral, tinham atitudes diversas em relação à iluminação. Por exemplo, no trabalho em que a influência das propriedades óticas da superfície na precisão dos sistemas digitais intraorais foi estudada, e o autor observou que o modelo foi exposto à iluminação externa, o que é impossível sob condições clínicas na boca, que transmite apenas parte da luz do consultório.⁽¹⁶⁾ Num trabalho semelhante o autor, Al-Rimawi, Shaheen et al, só observou que a digitalização foi realizada em um consultório Dentário bem iluminado e a temperatura ambiente foi mantida em 21°C.⁽¹⁵⁾

É difícil tirar conclusões específicas também por causa da componente comercial. No trabalho mencionado acima na seção "Conflito de interesse", foi dito que alguns pesquisadores foram compensados por falar em eventos de CE para a Planmeca®. Um dos dispositivos do estudo foi dessa empresa Bocklet e Renne ®. Para este estudo de revisão, os dados deste trabalho, que poderia influenciar as conclusões, foram omissos.⁽¹⁶⁾

6-Conclusão

O facto de o sensor T-scan® precisar de melhorias permanece bastante claro.

Os métodos digitais para diagnosticar a oclusão tentando atender aos requisitos modernos têm muitas vantagens sobre os métodos tradicionais.

O sistema T-scan®, diferentemente dos seus antecessores, tem várias vantagens indubitáveis:

- Faz avaliação qualitativa e quantitativa da análise da oclusão.
- Mostra a ordem na qual os contatos oclusais mudam ao longo do tempo.
- Todas as informações da análise são armazenadas digitalmente.
- Diminuição de um fator humano.

Por sua vez, comparado com o método tradicional de avaliação de arcadas dentárias, o “Sistema de Digitalização 3D” pode oferecer-nos o seguinte:

- Os Médicos Dentistas podem usar ferramentas de “software” para duplicar, manipular e analisar modelos em formato digital, sem limitação, sem exigir conversão física.
- O modelo digital não é afetado por fatores externos (temperatura ou humidade).
- Capacidade de combinar modelos de diferentes sistemas (TCFC, software de rastreamento de alvo, CAD-CAM ...).
- Capacidade de usar avaliação automatizada de modelos digitais, embora isso exija melhorias.
- Diminuição de um fator humano.

Além do exposto, podemos distinguir separadamente as vantagens para o paciente:

- Uma abordagem de tratamento mais abrangente.
- Resultado do tratamento mais previsível.
- Redução de custos devido à falta de necessidade de materiais como o gesso e os materiais de impressão. Redução da duração do tratamento por que a

comunicação entre o Médico Dentista e o técnico de prótese pode ocorrer à distância e não é necessário um modelo físico.

- Os pacientes sentem-se mais confortáveis, sem uma grande quantidade de material de impressão na boca.

O Médico, por sua vez, tem uma melhor compreensão da natureza do defeito, doença ou disfunção. A imagem dos resultados do exame na forma de tabelas ou gráficos simplifica a interpretação e integração no quadro geral do caso clínico. Uma clínica equipada com estas ferramentas, e com a abordagem correta, além de tirar benefícios práticos e económicos dos procedimentos, terá sempre uma melhor reputação.

Com o método tradicional de análise da oclusão podemos dizer que trabalhando com impressões convencionais, o Médico Dentista encontra as seguintes dificuldades: instabilidade no tamanho das impressões e possível distorção na fabricação do modelo de gesso; a probabilidade de um reflexo de vômito; sensibilidade do modelo a fatores externos (temperatura e/ou humidade); número limitado de reproduções de modelos, mobilidade limitada e necessidade de uma grande quantidade de espaço de armazenamento. Nos métodos digitais (digitalização 3D), as propriedades óticas da superfície digitalizada (índice de refletividade, índice de refração e transparência), o padrão de digitalização, a presença de saliva na boca e o algoritmo para processamento de informações durante a digitalização, afetam a qualidade da impressão.

Em relação ao sistema T-scan®, ele fornece informações inacessíveis antecipadamente sobre a força e o tempo de ocorrência dos contatos oclusais, sacrificando a precisão da localização desses contatos devido à grande espessura do sensor. A precisão da força de medição, absoluta e relativa, ainda é contestada por alguns autores.

Comparando métodos tradicionais (mais antigos) com o digital, pode-se adicionar mais algumas nuances:

- A medição do T-scan® é mais suscetível à saliva do que o papel de articulação.
- O contato é mostrado num modelo digital, não num dente.

- O sistema T-scan® apresentou melhores resultados em comparação com a digitalização 3D, mas não muito melhor que o registo oclusal.
- Ainda não há coerência entre o método manual de avaliação do arco dentário e o sistema automatizado (SureSmile®). Portanto, é necessário estudar os métodos para ajustar pontos.

Não foram encontrados erros clínicos aceitáveis para o sistema T-scan® ou 3D. Como mostram os casos clínicos desta revisão, os resultados do exame são precisos e suficientes clinicamente, mas precisam ser interpretados corretamente, o que requer certas habilidades e conhecimentos ao usuário.

De acordo com os problemas acima, pode-se determinar as instruções necessárias no estudo:

1. T-scan®
 - Mais estudos são necessários para verificar a variabilidade das propriedades da superfície geral do sensor.
 - Descrever outros aspetos do sistema, como histerese e saturação do sensor, tempo de resposta e o efeito do processo de pré-carga.
 - O estudo da confiabilidade de sensores com uso repetido.
 - Reduzir a espessura do sensor pode melhorar as leituras de qualidade.
2. Sistema de digitalização intraoral.
 - Exame das propriedades óticas de superfícies como cerâmica, ouro e materiais ortodônticos (por exemplo, aço inoxidável).
 - Determinar o número aceitável de desvios da digitalização intraoral, que permite o tratamento bem-sucedido num ambiente clínico.
 - Um estudo mais detalhado do efeito do modelo (padrão) de digitalização nos resultados de sistemas de digitalização individuais.

Mais uma orientação no desenvolvimento desses sistemas pode ser redução do custo, o que aumentaria o seu uso na prática habitual do Médico Dentista.

Em adição pode-se assumir que os dados armazenados em formato digital são muito mais fáceis de usar em uma extensa pesquisa, não focando apenas a interpretação de diferentes médicos.

Referências bibliográficas

1. Afrashtehfar KI, Qadeer S. Computerized occlusal analysis as an alternative occlusal indicator. *Cranio - J Craniomandib Pract.* 2016;34(1):52–7.
2. Ayuso-Montero R, Mariano-Hernandez Y, Houry-Ribas L, Rovira-Lastra B, Willaert E, Martinez-Gomis J. Reliability and Validity of T-scan and 3D Intraoral Scanning for Measuring the Occlusal Contact Area. *J Prosthodont.* 2020;29(1):19–25.
3. Bozhkova TP. The T-SCAN System in Evaluating Occlusal Contacts. *Folia Med (Plovdiv).* 2016;58(2):122–30.
4. Cotruță AM, Mihăescu CS, Tănăsescu LA, Mărgărit R, Andrei OC. Analyzing the morphology and intensity of occlusal contacts in implant-prosthetic restorations using t-scan system. *Rom J Morphol Embryol.* 2015;56(1):277–81.
5. Sutter BA. A digital poll of dentists testing the accuracy of paper mark subjective interpretation *. *Cranio - J Craniomandib Pract [Internet].* 2018;36(6):396–403. Available from: <http://doi.org/10.1080/08869634.2017.1362786>
6. Qadeer S, Yang L, Sarinnaphakorn L, Kerstein RB. Comparison of closure occlusal force parameters in post-orthodontic and non-orthodontic subjects using T-Scan® III DMD occlusal analysis. *Cranio - J Craniomandib Pract.* 2016;34(6):395–401.
7. Mennito AS, Evans ZP, Nash J, Bocklet C, Lauer (Kelly) A, Bacro T, et al. Evaluation of the trueness and precision of complete arch digital impressions on a human maxilla using seven different intraoral digital impression systems and a laboratory scanner. *J Esthet Restor Dent.* 2019;31(4):369–77.
8. Scott JD, English JD, Cozad BE, Borders CL, Harris LM, Moon AL, et al. Comparison of automated grading of digital orthodontic models and hand grading of 3-dimensionally printed models. *Am J Orthod Dentofac Orthop [Internet].* 2019;155(6):886–90. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2018.11.011>
9. Kwon JH, Im S, Chang M, Kim JE, Shim JS. A digital approach to dynamic jaw tracking using a target tracking system and a structured-light three-dimensional scanner. *J Prosthodont Res [Internet].* 2019;63(1):115–9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2018.05.001>
10. Di Berardino F, Filipponi E, Schiappadori M, Forti S, Zanetti D, Cesarani A. The occlusal imaging and analysis system by T-scan III in tinnitus patients. *Biomed J*

- [Internet]. 2016;39(2):139–44. Available from:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.bj.2016.04.001>
11. Qadeer S, Abbas AA, Sarinnaphakorn L, Kerstein RB. Comparison of excursive occlusal force parameters in post-orthodontic and non-orthodontic subjects using T-Scan® III. *Cranio - J Craniomandib Pract* [Internet]. 2018;36(1):11–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/08869634.2016.1259785>
 12. Liu CW, Chang YM, Shen YF, Hong HH. Using the T-scan III system to analyze occlusal function in mandibular reconstruction patients: A pilot study. *Biomed J*. 2015;38(1):52–7.
 13. DR. JESSE MITCHEM, KATONA DTR, MOSER MEAS. Does the presence of an occlusal indicator product affect the contact forces between full dentitions? *Int J Lab Hematol*. 2016;38(1):42–9.
 14. Pesce P, Pera F, Setti P, Menini M. Precision and Accuracy of a Digital Impression Scanner in Full-Arch Implant Rehabilitation. *Int J Prosthodont*. 2018;31(2):171–5.
 15. Al-Rimawi A, Shaheen E, Albdour EA, Shujaat S, Politis C, Jacobs R. Trueness of cone beam computed tomography versus intra-oral scanner derived three-dimensional digital models: An ex vivo study. *Clin Oral Implants Res*. 2019;30(6):498–504.
 16. Bocklet C, Renne W, Mennito A, Bacro T, Latham J, Evans Z, et al. Effect of scan substrates on accuracy of 7 intraoral digital impression systems using human maxilla model. *Orthod Craniofacial Res*. 2019;22(S1):168–74.
 17. Latham J, Ludlow M, Mennito A, Kelly A, Evans Z, Renne W. Effect of scan pattern on complete-arch scans with 4 digital scanners. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2020;123(1):85–95. Available from:
<https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2019.02.008>
 18. Tiu J, Waddell JN, Al-Amleh B, Jansen Van Vuuren WA, Swain M V. Coordinate geometry method for capturing and evaluating crown preparation geometry. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2014;112(3):481–7. Available from:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.prosdent.2013.11.012>
 19. Cerna M, Ferreira R, Zaror C, Navarro P, Sandoval P. Validity and reliability of the T-Scan®III for measuring force under laboratory conditions. *J Oral Rehabil*.

- 2015;42(7):544–51.
20. Beninati CJ, Katona TR. The combined effects of salivas and occlusal indicators on occlusal contact forces. *J Oral Rehabil.* 2019;46(5):468–74.
 21. Cerna M, Ferreira R, Zaror C, Navarro P, Sandoval P. In vitro evaluation of t-scan®iii through study of the sensels. *Cranio - J Craniomandib Pract.* 2015;33(4):300–6.
 22. Trpevska V, Kovacevska G, Benedeti A, Jordanov B. T-scan III system diagnostic tool for digital occlusal analysis in orthodontics - a modern approach. *Pril (Makedonska Akad na Nauk i Umet Oddelenie za Med Nauk.* 2014;35(2):155–60.
 23. Benic GI, Elmasry M, Hämmerle CHF. Novel digital imaging techniques to assess the outcome in oral rehabilitation with dental implants: A narrative review. *Clin Oral Implants Res.* 2015;26:86–96.
 24. Romero L, Jiménez M, Espinosa MDM, Domínguez M. New design for rapid prototyping of digital master casts for multiple dental implant restorations. *PLoS One.* 2015;10(12):1–13.
 25. Stanley M, Paz AG, Miguel I, Coachman C. Fully digital workflow, integrating dental scan, smile design and CAD-CAM: case report. *BMC Oral Health.* 2018;18(1):134.
 26. Monaco C, Ragazzini N, Scheda L, Evangelisti E. A fully digital approach to replicate functional and aesthetic parameters in implant-supported full-arch rehabilitation. *J Prosthodont Res [Internet].* 2018;62(3):383–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpor.2017.10.005>
 27. Bohner L, Gamba DD, Hanisch M, Marcio BS, Tortamano Neto P, Laganá DC, et al. Accuracy of digital technologies for the scanning of facial, skeletal, and intraoral tissues: A systematic review. *J Prosthet Dent [Internet].* 2019;121(2):246–51. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.01.015>