

**Universidade de Lisboa**  
**Faculdade de Medicina Dentária**



**Discrepância marginal em coroas feitas a partir de diferentes técnicas de impressão: Convencional VS Digital**

*Andreia Felicidade de Almeida da Silva*

Dissertação

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

2016



**Universidade de Lisboa**  
**Faculdade de Medicina Dentária**



**Discrepância marginal em coroas feitas a partir de diferentes técnicas de impressão: Convencional VS Digital**

*Andreia Felicidade de Almeida da Silva*

Dissertação orientada pelo Professor Doutor João Tiago Mourão

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

2016



## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus avós.

Aos meus pais e irmão pela paciência, colaboração, compreensão e motivação quando as horas de trabalho eram longas e por estarem sempre presentes nos melhores e piores momentos.

Aos meus amigos de sempre e aos amigos que fiz ao longo de todo este percurso académico, pela amizade, desabafos, espírito de ajuda e equipa e acima de tudo por tornarem este percurso mais aprazível.

Agradeço ao Professor Doutor Tiago Mourão pela ajuda, acompanhamento e disponibilidade prestada, na realização deste trabalho e na resolução de problemas inerentes ao trabalho inicialmente planeado.

Agradeço à Professora Doutora Sofia Arantes e Oliveira pela ajuda, paciência, disponibilidade às horas menos convenientes. E acima de tudo por ser uma Professora exemplar e por me motivar a alcançar a excelência e o rigor científicos.

Ao Dr. Leonel Gonzalez, Professor Aquino e Dra. Lurdes Vaz pelos conhecimentos transmitidos ao longo do percurso académico e pelos debates à parte da Medicina Dentária.

Agradeço a todo o departamento de Prosthodontia Fixa.

A todos os docentes e funcionários desta instituição que contribuíram para a minha formação pessoal e académica.



## **GLOSSÁRIO DE ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS**

CAD/CAM – Computer Aided Design/ Computer Aided Manufacturing

SLA - Stereolithography

PVS – Polivinilsiloxano

C.O.S. – Chairside oral scanner

PICO – Population; Intervention; Comparison; Outcome

STL – Standard Transformation Language

ADA – American Dental Association

PDF – Próteses Dentárias Fixas





## RESUMO

**Objetivo:** Fazer uma revisão bibliográfica da literatura científica existente que responde à questão PICO: “Em coroas unitárias totalmente cerâmicas feitas a partir de uma impressão digital ou impressão convencional, qual das técnicas promove uma menor discrepância marginal?”

**Materiais e métodos:** A pesquisa bibliográfica foi realizada na PubMed Medline, baseada no formato da questão PICO. Foram pesquisados artigos em Inglês, com as palavras-chave: *"dental crown" OR "fixed dental prosthesis" OR crown OR "tooth crown" AND "intraoral scanner" OR "digital impression" OR "dental scanner" OR "oral scanner" AND "conventional impression" AND "marginal gap" OR "marginal fit" NOT implants*. O período de tempo selecionado foi para artigos publicados nos últimos 10 anos. Foram utilizados critérios de exclusão de forma a excluir artigos que contemplassem outras restaurações que não coroas cerâmicas unitárias, que contemplassem restaurações sobre implantes e que estudassem o processo de cimentação ou de fresagem.

**Resultados:** Após aplicar os critérios de exclusão foram analisados 6 estudos, 3 clínicos e 3 laboratoriais dos 185 artigos encontrados. Estes estudos avaliaram a discrepância marginal de coroas cerâmicas feitas a partir de impressões convencionais, sempre com polivinilsiloxano utilizando diferentes técnicas de impressão e impressões digitais, com diferentes tipos de scanners intraorais. Na maioria dos estudos analisados não foram registradas diferenças estatisticamente significativas na discrepância marginal entre as coroas cerâmicas unitárias feitas a partir de uma impressão convencional e as feitas a partir de uma impressão digital.

**Conclusão:** Os resultados obtidos nesta revisão bibliográfica permitem concluir que na maioria dos trabalhos publicados não foram detetadas diferenças estatisticamente significativas entre as duas técnicas de impressão, convencional e digital, quanto à discrepância marginal das coroas cerâmicas unitárias. Todos os valores de discrepância marginal apresentados pelos estudos, encontram-se dentro dos parâmetros clinicamente aceitáveis.

**Palavras-Chave:** Discrepância marginal, coroas, impressão convencional, impressão digital, scanners



# ÍNDICE

Agradecimentos .....	V
Glossário de Abreviaturas e Acrónimos .....	VII
Resumo .....	IX
Índice de Tabelas .....	XI
Índice de Tabelas .....	XIII
1. Introdução .....	1
1.1. Discrepância Marginal .....	1
1.2. Impressão Convencional .....	2
1.2.1. Materiais de Impressão .....	3
1.3. Impressão Digital .....	7
1.3.1. <i>Scanners</i> Intraorais .....	8
2. Objetivo .....	12
3. Materiais e Métodos .....	13
3.1. Critérios de Inclusão e Exclusão .....	14
4. Resultados .....	15
5. Discussão .....	18
6. Conclusão .....	22
7. Referências Bibliográficas .....	23



## ÍNDICE DE TABELAS

**Tabela 1.** Elastómeros e Hidrocolóides. Vantagens e Desvantagens. (adaptado de: Phillips, 2003)

**Tabela 2.** Propriedades dos elastómeros. (adaptado de: *Phillips*, 2003)

**Tabela 3.** Scanners intraorais e tipo de tecnologia.

**Tabela 4.** Sistematização de materiais, métodos e resultados dos estudos analisados.



## 1. INTRODUÇÃO

A obtenção de um modelo de trabalho é um dos passos mais importantes em muitos procedimentos dentários. Vários tipos de modelos podem ser feitos com gesso e outros materiais utilizando um molde de impressão ou um negativo da estrutura dentária. Assim, o modelo tem que ser uma representação exata das estruturas dentárias, o que requer que a impressão seja também exata e precisa. (Phillips., 2003)

As impressões dentárias são utilizadas para obter uma reprodução da cavidade oral num modelo, de forma a serem utilizados tanto como modelos de estudo para elaboração de planos de tratamento e elucidação do paciente como modelos de trabalho para a produção de uma restauração definitiva (Ender *e col.*, 2011).

Uma incorreta impressão pode levar a uma má adaptação marginal das restaurações. A longevidade de uma restauração fixa, a longo prazo, depende da discrepância marginal, visto que, esta determina a dissolução do cimento, um dos principais fatores de insucesso de uma restauração. Além disto, a não adaptação da margem da restauração pode levar à acumulação de placa bacteriana, e, por conseguinte, a cárie e inflamação dos tecidos periodontais. (Tamim *e col.*, 2014)

### 1.1. DISCREPÂNCIA MARGINAL

A discrepância marginal foi definida geometricamente por *Holmes e col.* (1989) com base na relação da linha cavo-superficial da preparação dentária com a margem da prótese em oito variáveis, a partir da diferença interna e falha marginal: discrepância marginal vertical e horizontal, margem sobre-extendida e margem sub-extendida, discrepância marginal absoluta e discrepância de adaptação. Em 1971, *McLean e Von Fraunhofer* descreveram a adaptação marginal como discrepância marginal horizontal ou vertical, sendo que, as discrepâncias clinicamente aceitáveis são  $\leq 120 \mu\text{m}$ . De acordo com a ADA (*American Dental Association*), o espaço marginal de restaurações

cimentadas deve estar entre os 25-40 µm para permitir uma espessura adequada de cimento (Brawek *e col.*, 2013).

*Holmes e col.* (1989) indicam que a discrepância vertical é o fator mais importante de discrepância marginal, apesar de ser o menos suscetível à manipulação pós-fabrico. As discrepâncias horizontais podem ser ajustadas intraoralmente até certo ponto, enquanto as discrepâncias verticais são apenas colmatadas através da cimentação com resinas que são suscetíveis de dissolver ao longo do tempo. Assim, a discrepância marginal vertical é a variável mais importante na avaliação do ajuste marginal de uma coroa.

Existem inúmeras técnicas para a avaliação da discrepância marginal, estas podem ser classificadas em dois grandes grupos, técnicas diretas e técnicas indiretas. A técnica direta é feita pela medição direta da discrepância marginal através de um meio de magnificação, como por exemplo microscópio ou microtomografia computadorizada. As técnicas indiretas podem ou não ser destrutivas. Como técnica destrutiva existe a técnica de secção transversal das peças da amostra e como exemplo de técnicas não destrutivas temos a técnica da réplica, projetor de perfil e micrómetro digimático. A avaliação da discrepância marginal pode ainda ser feita através da combinação de dois ou mais métodos, ou seja, combinação entre métodos da técnica direta e da técnica indireta. (Nawafleh *e col.*, 2013)

As duas técnicas de impressão definitivas dos tecidos orais são a impressão convencional com elastómeros ou hidrocolóides e a impressão digital com *scanner* intraoral.

## **1.2. IMPRESSÃO CONVENCIONAL**

O método tradicional de impressão definitiva em Prótese Fixa, recorrendo a elastómeros e hidrocolóides, para a produção de modelos de trabalho para coroas e outras restaurações fixas, tem sido amplamente utilizado ao longo de quase um século com resultados comprovados de longevidade e sucesso das restaurações (Ng *e col.*, 2014). Os procedimentos e materiais utilizados são minuciosamente escolhidos, com o objetivo de



compensar expansões e contrações dos diferentes materiais de impressão utilizados para a confecção de uma coroa. No entanto, com este método a propensão para o erro, é uma das variáveis impossíveis de controlar, resultando, entre outras, na discrepância marginal. (Vennerström *e col.*, 2014)

### **1.2.1. Materiais de Impressão**

Os materiais utilizados para produzir modelos exatos dos tecidos intraorais, bem como, da situação clínica devem seguir os seguintes critérios: (Phillips, 2003)

- Serem suficientemente fluidos para se adaptarem aos tecidos orais;
- Serem suficientemente viscosos para ficarem contidos nas moldeiras;
- Enquanto estão na boca devem transformar-se numa consistência borrachóide ou de sólido rígido num tempo aceitável (idealmente < 7 minutos);
- A impressão após a presa não deve distorcer ou rasgar quando removida da boca;
- As impressões feitas com estes materiais devem permanecer dimensionalmente estáveis até poderem ser corridas a gesso;
- A impressão deve manter a sua estabilidade dimensional após ser removido um modelo de gesso permitindo a realização de dois ou três modelos de gesso a partir da mesma impressão;
- Os materiais de impressão devem ser biocompatíveis;
- Os materiais, equipamento de processamento associado e o tempo de processamento devem ter uma boa relação custo- ser custo-efetivos.

Os materiais mais utilizados para impressões dentárias podem dividir se em 2 grandes grupos: os elastómeros e os hidrocolóides. Dentro dos elastómeros, estão incluídos polissulfetos, silicones de condensação, silicones de adição (polivinilsiloxanos) e poliéteres. Por sua vez, nos hidrocolóides existem os hidrocolóides reversíveis e os hidrocolóides irreversíveis. Estes encontram-se sistematizados na Tabela 1, bem como, as vantagens e desvantagens de cada um dos materiais: (Phillips, 2003)

		<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
<b>Elastómeros</b>	<b>Polissulfetos</b>	Tempo de trabalho longo Grande resistência ao rasgamento Margens facilmente visíveis Custo moderado	Requer moldeira Distorção ao remover Mancha roupa Mau odor Passagem a gesso dentro de 1h
	<b>Silicones de adição</b>	Dispensador com automistura Limp e agradável Margens facilmente visíveis Elástico Pode-se correr várias vezes a gesso Estável	Hidrofóbico Baixa resistência ao rasgamento Dificuldade em correr a gesso Custo elevado
	<b>Silicones de condensação</b>	Putty para moldeira individual Limp e agradável Bom tempo de trabalho Margens facilmente visíveis	Grande contração de presa Subprodutos voláteis Baixa resistência ao rasgamento Hidrofóbico Correr a gesso imediatamente
	<b>Poliéteres</b>	Presa rápida Limp Dispensador com automistura Menos hidrofóbico Margens facilmente visíveis Boa estabilidade Possibilidade de correr a gesso mais tarde	Rígido Mau sabor Absorve água Elevado custo
<b>Hidrocolóides</b>	<b>Reversíveis</b>	Preciso e agradável Hidrofílico Baixo custo Tempo de armazenamento: 2 anos	Requer equipamento especial Desconforto térmico Rasga facilmente Correr imediatamente a gesso Difícil de ver margens e detalhes
	<b>Irreversíveis</b>	Limp e agradável Hidrofílico Baixo custo Tempo de armazenamento longo	Não preciso Rasga facilmente Correr imediatamente a gesso Pode retardar a presa do gesso

*Tabela 1. Elastómeros e Hidrocolóides. Vantagens e Desvantagens (adaptado de: Phillips, 2003).*

De entre cada tipo de material de impressão encontramos ainda uma classificação de acordo com a sua consistência: *light-body*, *regular-body*, *heavy-body* e *putty*. (Phillips, 2003)

Existem várias razões para a seleção de um material de impressão em detrimento de outro como: (Phillips, 2003; Rosentiel *e col.*, 2006)

- Se for necessário armazenar um molde antes de correr a impressão a gesso ou outro material, os poliéteres e o silicone de adição são os que apresentam melhor estabilidade dimensional a longo prazo, enquanto outros materiais como o hidrocolóide reversível devem ser corridos imediatamente.
- Se o material selecionado para confecção do modelo for resina epóxi, um hidrocolóide reversível não deve ser o material de impressão de eleição, visto que, este só é compatível com gesso.

Os materiais mais utilizados para a realização de impressões definitivas são os poliéteres e o silicone de adição (polivinilsiloxano).

Os poliéteres são muito utilizados, porque não formam subprodutos voláteis quando tomam presa, o que resulta, numa excelente estabilidade dimensional. A sua contração de presa é muito mais baixa comparativamente com os outros materiais, no entanto, a sua expansão térmica é maior que os polissulfetos. Devido à excelente estabilidade dimensional, podem ser produzidos modelos precisos e exatos, mesmo quando o molde é corrido um dia após a realização da impressão, esta é uma vantagem quando não se pode correr imediatamente este material. O seu tempo de presa é baixo, aproximadamente 5 minutos, esta característica é uma vantagem, mas também uma desvantagem, visto que, limita o número de dentes preparados que podem ser incluídos numa só impressão. Contudo, os poliéteres apresentam algumas desvantagens, é um material muito rígido após a reação de presa, o que leva a dificuldade quando o molde é separado do modelo de gesso; a estabilidade dimensional só é garantida quando este material é armazenado em ambiente seco, visto que, este tem a capacidade de absorver água; tem um reduzido tempo de trabalho. (Phillips, 2003; Rosentiel *e col.*, 2006)

O silicone de adição (polivinilsiloxano) é um material com propriedades muito semelhantes ao silicone de condensação, mas com maior estabilidade dimensional. É um material por si só hidrofóbico, mas atualmente, a adição de surfactantes à sua formulação,

tornam-no hidrofílico. Após a reação de presa o silicone de adição é menos rígido que o poliéter. Para além do custo elevado, comparativamente a outros materiais de impressão, a sua principal desvantagem é a influência das luvas de látex na reação de presa, ou seja, a reação de presa é inibida quando o silicone de adição entra em contacto com luvas de latex. (Phillips, 2003; Rosentiel *e col.*, 2006)

Os outros materiais de impressão, hidrocolóides reversíveis, polissulfetos e silicones de condensação não são muito utilizados como materiais de eleição para impressões definitivas, devido às suas propriedades físicas, nomeadamente, tempo de presa elevado, mau odor, baixa estabilidade dimensional e fraca capacidade de reprodução de detalhes. (Phillips, 2003; Rosentiel *e col.*, 2006)

As propriedades de cada elastómero encontram-se sintetizadas na Tabela 2:

<b>Propriedade</b>	<b>Polissulfeto</b>	<b>Silicone de condensação</b>	<b>Silicone de Adição</b>	<b>Poliéter</b>
<b>Tempo de trabalho</b> (min)	4 – 7	2,5 – 4	2 – 4	3
<b>Tempo de presa</b> (min)	7 – 10	6 – 8	4 – 6,5	6
<b>Resistência ao rasgamento</b> (N/m)	2500 – 7000	2300 – 2600	1500 – 4300	1800 – 4800
<b>Percentagem de contração</b> (às 24 h)	0,40 – 0,45	0,38 – 0,60	0,14 – 0,17	0,19 – 0,24
<b>Odor desagradável</b> (S/N)	S	N	N	N
<b>Distorção à desinserção</b> (valor 1 indica maior potencial de distorção)	1	2	4	3
<b>Custo por unidade</b> (valor 1 indica maior custo)	4	3	2	1

*Tabela 2. Propriedades dos elastómeros (adaptado de: Phillips, 2003).*

As impressões dentárias convencionais, têm inúmeras desvantagens como: desconforto do paciente, como reflexo de vômito, queixas de mau cheiro/sabor; risco de lesão dos tecidos gengivais na retração gengival; necessidade de desinfecção e armazenamento dos materiais e moldeiras; e distorção devido a alterações dimensionais do material de impressão nos atrasos na passagem da impressão a modelo de gesso; distorção resultante da temperatura ambiente, humidade, sprays desinfetantes e das propriedades do próprio gesso variações de temperatura e humidade (Wassel., 2002; Seker *e col.*, 2016).

Com a seleção e manipulação apropriada de cada material, podem ser obtidas impressões precisas e exatas para o fabrico de coroas (Christensen GJ., 1997; Winstanley *e col.*, 1997; Donovan *e col.*, 2004). Contudo, grande parte das impressões enviadas para os laboratórios têm muitos defeitos. Um dos defeitos mais significantes e frequentes é o erro na impressão de preparações dentárias com limites subgengivais, que resulta numa futura coroa com integridade marginal inadequada. O segundo defeito mais frequente é a incorreta manipulação dos materiais, que leva a uma impressão muito pouco precisa e fiel. Estes erros não são deficiências dos materiais de impressão, mas sim uma incorreta utilização destes pelo operador. (Donovan *e col.*, 2004)

### **1.3. IMPRESSÃO DIGITAL**

As impressões digitais em medicina dentária podem ser feitas com recurso a scanners de laboratório e scanners intraorais. Os scanners de laboratório são utilizados para a leitura de modelos de gesso que são feitos a partir de uma impressão convencional, de forma a serem transformados em ficheiros digitais para o fabrico de restaurações pelo sistema CAD/CAM. Os scanners intraorais surgiram com o objetivo principal de reduzir o tempo clínico e laboratorial, aumentando a eficácia e a qualidade das restaurações. Estes permitem a eliminação de um passo laboratorial, facilitando a comunicação entre médico dentista e laboratório.

### 1.3.1. Scanners Intraorais

Os *scanners* intraorais estão disponíveis há um quarto de século desde a introdução do primeiro *scanner* intraoral CEREC-1, feita por *Mörmmann* e *Duret* como parte do conceito, “consulta única “(Nedelcu *e col.*, 2014).

O *scanner* é o componente mais crítico de qualquer sistema de CAD/CAM dentário, visto que a precisão do *design* é limitada pela precisão dos dados obtidos e importados. Este recolhe dados tridimensionais dos dentes preparados, bem como de estruturas adjacentes e oponentes. A aquisição destes dados pode ser feita de forma direta através do *scanner* intraoral como extraoralmente, utilizando modelos de gesso e depois leitura do modelo com *scanner* de laboratório. Após a aquisição de imagem, os dados são utilizados para o fabrico de restaurações indiretas no próprio consultório ou enviadas em formato digital para o laboratório. O *software de design* é um programa para a visualização dos dados obtidos com o *scanner*, planeamento e desenho tridimensional das restaurações dentárias (Witkowski, 2005). Estes *softwares* têm vindo a evoluir e são hoje em dia, mais simples permitindo, inclusivamente, ajustes oclusais virtuais (Mörmmann, 2006). Os dados por estes gerados podem ainda ser transformados em variados formatos informáticos (Witkowski, 2005).

Atualmente a maioria dos modelos digitais são feitos em laboratório, ou seja, a partir de impressões convencionais, em que os moldes são digitalizados diretamente ou então corridos a gesso e posteriormente digitalizados. O desenvolvimento de *scanners* intraorais permite a aquisição direta da situação clínica em boca imediatamente para um formato digital, eliminando a necessidade e os erros de impressões convencionais (Grünheid., 2014).

Através dos *scanners* intraorais são criadas impressões digitais que se traduzem em impressões virtuais que, quando desejado, podem resultar em modelos reais (Ender *e col.*, 2013; Seker *e col.*, 2016).

As vantagens mais relevantes dos *scanners* intraorais são a rapidez, eficiência, possibilidade de armazenar a informação captada indefinidamente e a facilidade de transmissão de imagens digitais entre o consultório dentário e o laboratório. Para além destas vantagens o objetivo da utilização dos *scanners* intraorais é uma melhoria da

aceitação de uma impressão por parte do paciente, a redução da distorção existente nos materiais de impressão convencionais, a pré-visualização tridimensional das preparações dentárias e a melhoria da eficácia do tempo e custo. (Christensen GJ., 2009; Kim *e col.*, 2013; Yuzbasioglu *e col.*, 2014)

Yuzbasioglu *e col.*, 2014, conduziram um estudo com o objetivo de avaliar a eficácia, resultados clínicos, preferência e atitudes do paciente perante impressões convencionais e impressões digitais. As conclusões do estudo foram que impressão digital apresentou melhores resultados de eficácia e tempo total dos procedimentos do que a impressão convencional, de acordo com os pacientes a impressão digital foi a mais eficaz e preferida, sendo o conforto dos pacientes maior com esta. (Yuzbasioglu *e col.*, 2014)

Grünheid *e col.*, 2014, conduziram um estudo com o objetivo de avaliar a precisão de modelos ortodônticos digitais obtidos a partir de um scanner intraoral e compará-lo relativamente ao tempo dos procedimentos e a aceitação dos pacientes, comparativamente à impressão convencional. Este estudo concluiu que o tempo para a realização de uma impressão convencional é significativamente menor do que para a impressão digital, no entanto o tempo de todos os procedimentos inerentes à realização das impressões não foi muito diferente e aproximadamente 73% dos pacientes referiram preferir a impressão convencional por ser mais fácil e rápida, só 26,7% dos pacientes preferiram a impressão digital por ser mais confortável. Estes resultados podem contrastar com o estudo conduzido por Yuzbasioglu *e col.*, 2014, visto que, os operadores não eram experientes na utilização do *scanner* intraoral, podendo por isso ter originado algum viés na interpretação dos dados de ambos os estudos (Grünheid *e col.*, 2014). O desconforto apontado pelos pacientes na impressão digital foi relativamente às dimensões do scanner quando utilizado em determinadas zonas, como a região vestibular dos molares. Outras desvantagens desta tecnologia são os custos inerente à sua aquisição e manutenção, tempo de treino e de aprendizagem para uma correta e eficaz utilização do equipamento. (Grünheid *e col.*, 2014)

Existem vários scanners intraorais disponíveis no mercado, o sistema pioneiro foi o Sirona – CEREC, seguidamente, surgiram outros sistemas como TRIOS – 3Shape, Cyrtina, 3M – Lava e Cadent – iTero. Na tabela 4, podemos encontrar alguns scanners e a tecnologia utilizada para a aquisição de imagens.

	<b>Scanner intraoral</b>	<b>Tecnologia</b>
<b>Sirona – CEREC</b>	CEREC Bluecam	Triangulação
	CEREC Omnicam	<i>Active wavefront sampling</i>
<b>3M – Lava</b>	Lava C.O.S.	<i>Active wavefront sampling</i>
<b>3Shape - TRIOS</b>	TRIOS	<i>Active wavefront sampling</i>
<b>iTero</b>	Cadent – iTero	Triangulação
	iTero Element	<i>Active wavefront sampling</i>

*Tabela 3. Scanners intraorais e tipo de tecnologia.*

O método habitual de impressão digital é uma tecnologia de “apontar e clicar”, o que requer que o scanner seja em primeiro lugar posicionado, de seguida, estabilizado nessa posição e só nessa fase é que o utilizador pode iniciar uma única captação ou o sistema iniciará automaticamente a impressão (Lava C.O.S., 2009). Os sistemas são muitos semelhantes entre si, apenas variando nas suas características externas, visto que a forma como funcionam pode apenas ser de dois tipos. O princípio da triangulação e o *active wavefront sampling*.

O princípio da triangulação, consiste na existência de uma fonte de luz, uma ou mais câmaras (duas câmaras podem aumentar a velocidade da digitalização) e um sistema de movimento que suporta vários eixos para o posicionamento do objeto a ser digitalizado. A fonte de luz projeta linhas definidas na superfície do objeto e as câmaras captam-nas. As posições tridimensionais onde a luz projetada é refletida pode desta forma ser calculada através da trigonometria. As imagens obtidas são transformadas num sistema de coordenada comum e posteriormente anexadas umas às outras resultando numa única imagem tridimensional. (Hollenbeck *e col.*, 2012)

O princípio de *active wavefront sampling* refere-se à aquisição tridimensional dos dados a partir de um sistema de imagem de lente única através da medição de profundidade baseada na desfocagem do sistema ótico primário. Três sensores captam a situação clínica a partir de diferentes perspetivas. Estas três imagens, captadas



simultaneamente, são anexadas tridimensionalmente em tempo real através do processamento da imagem por algoritmos específicos utilizando os dados focados e desfocados. Esta tecnologia permite a captação de dados tridimensionais numa sequência de vídeo e o processamento destes dados em tempo real, concede ao utilizador o controlo instantâneo da impressão digital enquanto move o *scanner*.

O Lava C.O.S., por exemplo, tem a capacidade de captar aproximadamente 20 disparos de dados tridimensionais por segundo, ou aproximadamente 2400 disparos de dados tridimensionais por arcada, para a obtenção de uma impressão digital rápida e precisa. (Lava C.O.S., 2009)

A avaliação da precisão e eficácia dos *scanners* intraorais, bem como, da técnica de impressão convencional passa principalmente pela avaliação da discrepância marginal horizontal e vertical da restauração efetuada. Esta avaliação deve ser feita de forma a validar a melhor técnica para impressão dos tecidos orais.

## 2. OBJETIVO

O principal objetivo deste trabalho foi fazer uma pesquisa bibliográfica que respondesse a uma pergunta PICO (População, Intervenção, Comparação, *Outcome*-Resultados). Esta pergunta foi formulada tendo em conta a discrepância marginal em próteses fixas feitas a partir de uma impressão digital com scanner ou impressão tradicional com elastómeros, da seguinte forma:

- População: Coroas unitárias totalmente cerâmicas
- Intervenção: A impressão digital
- Comparação: A impressão convencional
- Resultados: Qual a técnica que permite uma menor discrepância marginal

Assim, a pergunta PICO formulada é: “Em coroas unitárias totalmente cerâmicas feitas a partir de uma impressão digital ou impressão convencional, qual das técnicas promove uma menor discrepância marginal?”

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa bibliográfica foi realizada através de uma fonte de Internet, na base de dados primária da PubMed Medline, para artigos escritos em Inglês. O período de tempo selecionado foi para artigos publicados nos últimos 10 anos.

A pesquisa na base de dados PubMed Medline foi concretizada, através da pesquisa avançada, com as seguintes palavras-chave: *"dental crown" OR "fixed dental prosthesis" OR crown OR "tooth crown" AND "intraoral scanner" OR "digital impression" OR "dental scanner" OR "oral scanner" AND "conventional impression" AND "marginal gap" OR "marginal fit" NOT implants*. Foram excluídos artigos sobre implantes, bem como, diferentes sistemas de fresagem.

A seleção dos estudos foi feita através da leitura dos títulos e do resumo de cada artigo, com base nos critérios de inclusão e exclusão apresentados na seguinte tabela (Tabela 4):

Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Artigos em Inglês</li> <li>• Coroas unitárias</li> <li>• Coroas cerâmicas</li> <li>• Impressão convencional</li> <li>• Impressão digital</li> <li>• Estudo clínico</li> <li>• Estudo laboratorial</li> <li>• Infraestrutura</li> <li>• Coroa</li> <li>• Estudos que refiram simultaneamente a discrepância marginal de coroas/copings utilizando a impressão convencional e o <i>scanner</i> digital</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facetas</li> <li>• <i>Inlays/onlays</i></li> <li>• Próteses dentárias fixas</li> <li>• Coroas parciais</li> <li>• Coroas metalo-cerâmicas</li> <li>• Resina Composta</li> <li>• Restaurações diretas</li> <li>• Restaurações implanto-suportadas</li> <li>• Implantes</li> <li>• Processo de fabrico</li> <li>• Processo de cimentação</li> <li>• Estudos sobre discrepância marginal em coroas/infraestruturas/PDF cerâmicos e/ou metalo-cerâmicos feitos através da impressão convencional</li> <li>• Estudos sobre discrepância marginal em coroas/infraestruturas/PDF cerâmicos e/ou metalo-cerâmicos feitos através da impressão digital</li> </ul>

*Tabela 4. Critérios de inclusão e exclusão utilizados para a seleção dos artigos*

#### 4. RESULTADOS

A pesquisa bibliográfica na base de dados primária da PubMed Medline, com as palavras-chave e operadores booleanos descritas anteriormente, resultou em 185 artigos dos quais foram selecionados 8 estudos, de acordo com os critérios de inclusão e exclusão.

Após a obtenção e leitura do texto integral dos estudos selecionados, foram eliminados dois estudos clínicos porque avaliaram a discrepância marginal de coroas unitárias e pontes fixas a partir das diferentes técnicas de impressão, convencional e digital, sendo que as pontes fixas foram consideradas um critério de exclusão. Dos 6 estudos selecionados, foi possível verificar que 3 são estudos clínicos (Berrendero *e col.*, 2016; Syrek *e col.*, 2010; Zarauz *e col.*, 2016) e 3 são estudos laboratoriais (Abdel-Azim *e col.*, 2015; An *e col.*, 2014; Anadioti *e col.*, 2013). É relevante referir que os protocolos utilizados pelos estudos foram todos diferentes. Os protocolos e resultados encontram-se sintetizados na Tabela 3.

Dois estudos utilizaram o *scanner* intraoral Lava C.O.S. (Anadioti *e col.*, 2013; Syrek *e col.*), outros dois estudos utilizaram o *scanner* intraoral Cadent- iTero (An *e col.*, 2014; Zarauz *e col.*, 2016), apenas um estudo utilizou o *scanner* intraoral TRIOS (Berrendero *e col.*, 2016). E ainda um estudo utilizou dois *scanners* intraorais, Lava C.O.S. e o Cadent- iTero (Abdel-Azim *e col.*, 2015).

Todos os estudos, clínicos e laboratoriais, utilizaram o polivinilsiloxano como material de impressão para a técnica de impressão convencional. Destes, dois estudos referem ter utilizado a técnica de impressão convencional de 2 passos com polivinilsiloxano nas consistências *putty* e *light-body* (Berrendero *e col.*, 2016; Syrek *e col.* 2010). Dois estudos referem ter utilizado a técnica de impressão convencional de 1 passo, em que um utiliza apenas a consistência *putty* (An *e col.*, 2014) e o outro estudo, duas consistências, *putty* e *light-body* (Zarauz *e col.*, 2016). Dois estudos, não referem a técnica de impressão utilizada, no entanto, ambos, referem ter utilizado duas consistências de polivinilsiloxano, *heavy* e *light-body* (Abdel-Azim *e col.*, 2015; Anadioti *e col.*, 2013).

Quatro estudos selecionaram a zircônia como material para a confecção de coroas (An *e col.*, 2014; Berrendero *e col.*, 2016; Syrek *e col.*, 2010; Zarauz *e col.*, 2016) e dois estudos selecionaram o dissilicato de lítio para a produção de coroas (Abdel-Azim *e col.*, 2015; Anadioti *e col.*, 2013) após a obtenção das impressões convencionais e digitais.

Os três estudos clínicos, utilizaram dentes posteriores para a avaliação da discrepância marginal das futuras coroas unitárias (Berrendero *e col.*, 2016; Syrek *e col.*, 2010; Zarauz *e col.*, 2016). Dos três estudos laboratoriais, dois estudos utilizaram dentes anteriores para as futuras coroas unitárias (Abdel-Azim *e col.*, 2015; An *e col.*, 2014) e apenas um estudo utilizou dentes posteriores para a avaliação da discrepância marginal das futuras coroas unitárias (Anadioti *e col.*, 2013).

Dos seis estudos analisados, dois estudos recorreram à realização de um modelo de trabalho após a realização da impressão digital com *scanner* intraoral (Abdel-Azim *e col.*, 2015; Anadioti *e col.*, 2013), três estudos não obtiveram um modelo de trabalho a partir da impressão com o *scanner* (Berrendero *e col.*, 2016; Syrek *e col.*, 2010; Zarauz *e col.*, 2016) e apenas um estudo apresentou dois grupos de impressão digital com o *scanner* intraoral, em que num grupo não houve a obtenção de modelo e no outro grupo houve obtenção de modelo de trabalho (An *e col.*, 2014). No estudo laboratorial realizado por Abdel-Azim *e col.*, após a impressão com o scanner intraoral Lava C.O.S. foi realizado um modelo de trabalho em resina epóxi e com o scanner intraoral Cadent-iTero foi feito um modelo de trabalho em poliuretano. No estudo laboratorial conduzido por Anadioti *e col.*, após a impressão com o scanner intraoral Lava C.O.S. foi realizado um modelo de trabalho em resina epóxi. No estudo realizado por An *e col.*, após a impressão com o *scanner* intraoral Cadent-iTero foram constituídos dois grupos, um sem obtenção de modelo de trabalho e outro com obtenção de modelo de trabalho em poliuretano.

Dos três estudos clínicos, dois apresentam diferenças estatisticamente significativas para a discrepância marginal entre a técnica de impressão convencional e a técnica de impressão com *scanner* intraoral (Syrek *e col.*, 2010; Zarauz *e col.*, 2016). No estudo clínico realizado por Berrendero *e col.*, 2016, não há diferenças estatisticamente significativas entre o grupo de impressão pela técnica convencional e o grupo de impressão com o *scanner* intraoral. Os três estudos laboratoriais, foram homogêneos e nenhum demonstrou diferenças estatisticamente significativas entre os grupos da técnica de impressão convencional e os grupos da impressão com o *scanner* intraoral (Abdel-Azim *e col.*, 2015; An *e col.*, 2014; Anadioti *e col.*, 2013).

Estudo	Amostra (n)	Elemento retentor	Posição	Limite preparação	Técnica de impressão	Modelo trabalho	Cerâmica	Discrepância marginal ( $\mu\text{m}$ )
Abdel-Azim <i>e col.</i> , 2015	30	Dente Ivorine	Anterior (Incisivo Central)	Chanfro	PVS ( <i>heavy e light-body</i> )	Gesso Tipo IV	Dissilicato de Lítio	112,3
					Lava COS	Resina Epoxi		89,8
					iTero	Poliuretano		89,6
An <i>e col.</i> , 2014	30	Dente Ivorine	Anterior (Incisivo Central)	Chanfro	PVS ( <i>putty</i> - 1 passo)	Gesso Tipo IV	Zircónia	92,67
					iTero	Poliuretano		103,05
					iTero	N/A		103,55
Anadioti <i>e col.</i> , 2014	30	Dente Ivorine	Posterior (1° Molar)	Não referido	PVS ( <i>heavy e light-body</i> )	Gesso Tipo IV	Dissilicato de Lítio	88 (2D)
					Lava COS	Resina SLA		76 (3D)
Berrendero <i>e col.</i> , 2016	28	Dente Natural	Posterior	Chanfro	PVS ( <i>putty e light-body</i> – 2 passos)	Gesso Tipo IV	Zircónia	84 (2D)
					3Shape	N/A		74 (3D)
Syrek <i>e col.</i> , 2010	18	Dente Natural	Posterior	Ombro	PVS ( <i>putty e light-body</i> – 2 passos)	Gesso Tipo IV	Zircónia	119,9
					Lava COS	N/A		106,6
Zarauz <i>e col.</i> , 2015	26	Dente Natural	Posterior	Chanfro	PVS ( <i>putty e light-body</i> – 1 passo)	Gesso Tipo IV	Zircónia	71
					iTero	N/A		49
								133,5
								80,29

Tabela 3. Sistematização de materiais, métodos e resultados dos estudos analisados. (N/A – Não se aplica)

## 5. DISCUSSÃO

A pesquisa bibliográfica para realização desta revisão sistemática, foi feita através da base de dados primária, PubMed Medline, pela utilização de combinações de palavras-chave. Apesar da especificidade dos termos e da exclusão de artigos sobre implantes na pesquisa com o termo “*NOT implants*” estas resultaram num grande número de resultados de pesquisa, incluindo artigos com restaurações sobre implantes. Dos 185 artigos encontrados com as palavras-chave, a seleção dos artigos para esta revisão sistemática foi feita essencialmente através dos critérios de inclusão e exclusão de forma a eliminar a subjetividade dos estudos selecionados. De acordo com os critérios de inclusão, seriam selecionados estudos clínicos e laboratoriais, no entanto, uma das principais dificuldades deste tipo de pesquisa é a impossibilidade de filtrar o tipo de artigos pretendidos, visto que, muitos dos artigos não se encontram classificados nesta base de dados.

Dois estudos foram eliminados, após a leitura do texto integral dos mesmos por terem conduzido um estudo no qual avaliaram a discrepância marginal de coroas unitárias, pontes e outro tipo de restaurações fixas (Ahrberg *e col.*, 2016; Boeddinghaus *e col.*, 2015). Estes estudos poderiam ter sido incluídos nesta revisão, no entanto, os resultados apresentados pelos autores não diferenciam a discrepância marginal de acordo com uma restauração fixa obtida, mas referenciam uma média da discrepância marginal de todas as restaurações.

Todos os estudos analisados foram consensuais na utilização de polivinilsiloxano como material de impressão para a técnica de impressão convencional, no entanto, as consistências *light-body*, *medium* ou *regular-body*, *heavy-body*, e *putty* de polivinilsiloxano utilizadas foram diferentes entre os estudos, bem como a técnica de impressão convencional, isto é, impressão a um ou dois passos.

Após a realização das impressões convencionais com polivinilsiloxano, em todos os estudos, estas foram corridas com gesso tipo IV para a obtenção de modelos de trabalho e confeção das futuras coroas cerâmicas. A confeção ou não de modelos de trabalho a partir das impressões digitais com *scanner* intraoral não é uma constante dos estudos, nem o material utilizado para a confeção dos mesmos, sendo este é um passo extra na avaliação da discrepância marginal a partir de uma impressão.



Dos 6 estudos analisados, observou-se que nos três estudos clínicos, para a medição da discrepância marginal, foram feitas réplicas que depois foram seccionadas e posteriormente observadas para registo da discrepância através de microscópio (Berrendero *e col.*, 2016; Syrek *e col.*, 2010; Zarauz *e col.*, 2016). No entanto, é de salientar que as ampliações utilizadas diferem entre os estudos. Nos 3 estudos laboratoriais, apenas um (An *e col.*, 2014) utilizou a mesma técnica de medição que os estudos clínicos; um estudo utilizou apenas a técnica de observação direta com microscópio (Abdel-Azim *e col.*, 2015) e o outro estudo laboratorial utilizou a medição da discrepância marginal através da técnica de *triple scan protocol* (Holst *e col.*, 2010), que consiste na sobreposição de imagens tridimensionais através da digitalização da preparação, da coroa e da coroa colocada na preparação, separadamente (Anadioti *e col.*, 2013).

A existência de inúmeras técnicas para a avaliação da discrepância marginal, pode influenciar os valores obtidos pelos estudos, dado que, não existe uma técnica pré-definida nem a indicação de que uma é superior à outra.

Numa revisão da literatura realizada em 2014, por Nawafleh *e col.*, sobre a precisão e fiabilidade dos métodos de medição da discrepância marginal em dentes e próteses dentárias fixas, chegou-se à conclusão de que existe uma falta de consenso relativamente aos métodos utilizados para medição da discrepância marginal de coroas e próteses dentárias fixas. Contudo, a técnica de medição direta é a mais utilizada e a que apresenta resultados mais reprodutíveis entre os diferentes estudos analisados pelos autores. Nesse trabalho, os autores concluem também que a combinação de dois métodos de medição pode ser útil na verificação e validação dos resultados.

É relevante salientar que os sistemas CAD/CAM (*Computer Aided Design - Computer Aided Manufacturing*) têm vindo a evoluir ao longo das últimas 4 décadas, com o objetivo de melhorar, facilitar e reduzir o tempo de trabalho dos técnicos de prótese, bem como, dos médicos dentistas, através da diminuição do número de etapas envolvidas para a produção de uma prótese fixa e, conseqüentemente, eliminação do erro humano (Yuzbasioglu *e col.*, 2014; Vennerström *e col.*, 2014). Por outro lado, é uma forma de tornar a impressão propriamente dita mais confortável para os pacientes. Estes sistemas digitais permitem-nos criar, modificar, desenhar, analisar/otimizar, planejar e controlar a produção de restaurações indiretas (Brawek *e col.*, 2013).

Em 2014, *Yuzbasioglu e col.*, conduziram um estudo clínico com o objetivo de comparar as técnicas de impressão através de: percepção dos pacientes quanto ao conforto obtido durante o procedimento, eficácia da impressão em sim e exatidão dos resultados clínicos obtidos. Em termos do tempo clínico total, ou seja, do tempo que decorre desde a seleção da moldeira em ambas as impressões, introdução dos respectivos dados dos pacientes no sistema e até à realização do registo da mordida, foi possível observar que o tempo total de trabalho que decorreu foi inferior pela técnica de impressão digital do que pela técnica de impressão convencional. Em relação à preferência dos pacientes, estes preferiram a impressão digital em detrimento da técnica convencional. (*Yuzbasioglu e col.*, 2014)

Nos estudos laboratoriais, as condições para a realização das impressões intraorais não mimetizam as características normais das condições habituais de trabalho, ou seja, todas as estruturas dentárias e orais, bem como, reflexos de cada paciente. Deste modo, os estudos com maior evidência científica são os estudos clínicos, dado que estes são realizados nas condições designadas normais para a realização de uma impressão intraoral no quotidiano.

Existe uma grande dificuldade em comparar os valores obtidos pelos diferentes estudos analisados e existentes na literatura, dado que, os protocolos dos estudos são diferentes, os materiais e suas técnicas utilizadas também são diferentes. Laboratorialmente, os pontos de medição da discrepância marginal não são pré-definidos, existem inúmeras técnicas descritas para a medição da discrepância marginal, não existindo uma técnica específica ou ideal para a realização deste tipo de estudos, entre outros fatores.

Deste modo, a não padronização/homogeneização dos protocolos adotados pelos estudos, não permite uma comparação dos valores de discrepância marginal obtidos entre os estudos. No entanto, é possível avaliar a discrepância marginal em cada estudo, individualmente, visto que, todos os protocolos são válidos.

Nos estudos clínicos analisados, é possível observar que a média do valor de discrepância marginal mais baixo, foi medido em 2010 por *Syrek e col.*, tanto para o grupo da técnica de impressão convencional como para o grupo da técnica de impressão digital, 49 e 71  $\mu\text{m}$  respetivamente. O valor mais elevado da média da discrepância marginal no grupo da técnica de impressão convencional, foi obtido em 2016 por *Zarauz e col.*, com

uma média de 133,5  $\mu\text{m}$ . O valor mais elevado da média da discrepância marginal no grupo da técnica de impressão digital, foi obtido em 2016 por *Berrendero e col.*, com uma média de 106,6  $\mu\text{m}$ . As diferenças entre os valores obtidos podem depender de variados fatores, como a técnica e material de impressão convencional utilizada; a técnica ou sistema de fabrico das coroas cerâmicas e a técnica utilizada para a medição da discrepância marginal.

Nos estudos laboratoriais analisados, é possível observar que a média do valor de discrepância marginal mais baixo, foi medido em 2013 por *Anadioti e col.*, tanto para o grupo da técnica de impressão convencional, efetuada com polivinilsiloxano, consistência *heavy* e *light-body* como para o grupo da técnica de impressão digital, em que foi utilizado o scanner, Lava COS, com valores de discrepância marginal de 76 e 74  $\mu\text{m}$  respetivamente. O valor mais elevado da média da discrepância marginal no grupo da técnica de impressão convencional, realizada com polivinilsiloxano, consistências *heavy* e *light-body* foi obtido em 2015 por *Abdel-Azim e col.*, com uma média de discrepância marginal de 112,3  $\mu\text{m}$ . O valor mais elevado da média da discrepância marginal no grupo da técnica de impressão digital, feita com o scanner iTero foi obtido em 2014 por *An e col.*, com uma média de 104  $\mu\text{m}$ .

As diferenças entre os valores obtidos pelos diferentes estudos podem depender não só da técnica e do material de impressão convencional utilizados, mas também da técnica ou sistema de fabrico das coroas cerâmicas e a técnica utilizada para a medição da discrepância marginal. Contudo, de todos os dados obtidos pelos estudos analisados para a discrepância marginal observou-se que em todos os estudos, a média das discrepâncias marginais apresentam que os valores medidos se encontram dentro dos parâmetros clinicamente aceitáveis, isto é, inferiores aos 120  $\mu\text{m}$  descritos por *McLean e Von Fraunhofer*, tanto para os grupos com a técnica de impressão convencional como para os grupos com a técnica de impressão com *scanner* intraoral.

## 6. CONCLUSÃO

Através dos estudos analisados e da literatura existente relativamente a scanners intraorais e à técnica de impressão convencional, podemos responder à questão PICO: “Em coroas unitárias totalmente cerâmicas feitas a partir de uma impressão digital ou impressão convencional, qual das técnicas promove uma menor discrepância marginal?”

Não existem diferenças estatisticamente significativas relativamente à discrepância marginal entre coroas cerâmicas unitárias feitas a partir de uma impressão convencional e coroas cerâmicas feitas a partir de uma impressão digital.

Todos os valores de discrepância marginal apresentados pelos estudos, encontram-se dentro dos parâmetros clinicamente aceitáveis.

No entanto, são necessários mais estudos clínicos padronizados e com amostras maiores, de forma a perceber qual o melhor método para fazer o registo mais fiel dos tecidos orais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abdel-Azim T, Rogers K, Elathamna E, Zandinejad A, Metz M, Morton D. Comparison of the marginal fit of lithium disilicate crowns fabricated with CAD/CAM technology by using conventional impressions and two intraoral digital scanners. *J Prosthet Dent*. 2015;114(4):554-559. doi:10.1016/j.prosdent.2015.04.001.
2. Ahrberg D, Lauer HC, Ahrberg M, Weigl P. Evaluation of fit and efficiency of CAD/CAM fabricated all-ceramic restorations based on direct and indirect digitalization: a double-blinded, randomized clinical trial. *Clin Oral Investig*. 2016;20(2):291-300. doi:10.1007/s00784-015-1504-6.
3. Akyalcin S, Cozad BE, English JD, Colville CD, Laman S. Diagnostic accuracy of impression-free digital models. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2013;144(6):916-922. doi:10.1016/j.ajodo.2013.04.024.
4. Al-Amleh B, Lyons K, Swain M. Clinical trials in zirconia: a systematic review. *J Oral Rehabil*. 2010;37(8):641-652. doi:10.1111/j.1365-2842.2010.02094.x.
5. Alghazzawi TF. Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation. *J Prosthodont Res*. 2016;60(2):72-84. doi:10.1016/j.jpor.2016.01.003.
6. Alghazzawi TF, Liu PR, Essig ME. The Effect of Different Fabrication Steps on the Marginal Adaptation of Two Types of Glass-Infiltrated Ceramic Crown Copings Fabricated by CAD/CAM Technology. *J Prosthodont*. 2012;21(3):167-172. doi:10.1111/j.1532-849X.2011.00803.x.
7. Almeida e Silva JS, Erdelt K, Edelhoff D, e col. Marginal and internal fit of four-unit zirconia fixed dental prostheses based on digital and conventional impression techniques. *Clin Oral Investig*. 2014;18(2):515-523. doi:10.1007/s00784-013-0987-2.
8. An S, Kim S, Choi H, Lee JH, Moon HS. Evaluating the marginal fit of zirconia copings with digital impressions with an intraoral digital scanner. *J Prosthet Dent*. 2014;112(5):1171-1175. doi:10.1016/j.prosdent.2013.12.024.
9. Anadioti E, Aquilino SA, Gratton DG, e col. 3D and 2D Marginal Fit of Pressed and CAD/CAM Lithium Disilicate Crowns Made from Digital and Conventional Impressions. *J Prosthodont*. 2014;23(8):610-617. doi:10.1111/jopr.12180.
10. Baig MR, Tan KBC, Nicholls JI. Evaluation of the marginal fit of a zirconia ceramic computer-aided machined (CAM) crown system. *J Prosthet Dent*. 2010;104(4):216-227. doi:10.1016/S0022-3913(10)60128-X.
11. Berrendero S, Salido MP, Valverde A, Ferreiroa A, Pradies G. Influence of conventional and digital intraoral impressions on the fit of CAD/CAM-fabricated all-ceramic crowns. *Clin Oral Investig*. 2016:1-8. doi:10.1007/s00784-016-1714-6.
12. Boeddinghaus M, Breloer ES, Rehmann P, Wostmann B. Accuracy of single-tooth restorations based on intraoral digital and conventional impressions in patients. *Clin Oral Investig*. 2015;19(8):2027-2034. doi:10.1007/s00784-015-1430-7.
13. Bosch G, Ender A, Mehl A. A 3-dimensional accuracy analysis of chairside CAD/CAM milling processes. *J Prosthet Dent*. 2014;112(6):1425-1431. doi:10.1016/j.prosdent.2014.05.012.

14. Brawek PK, Wolfart S, Endres L, Kirsten A, Reich S. The clinical accuracy of single crowns exclusively fabricated by digital workflow-the comparison of two systems. *Clin Oral Investig.* 2013;17(9):2119-2125. doi:10.1007/s00784-013-0923-5.
15. Chirstensen G. What category of impression material is best for your practice? *J Am Dent Assoc.* 1997;128(7):1026-1028.
16. Chochlidakis KM, Papaspyridakos P, Geminiani A, Chen C-J, Feng IJ, Ercoli C. Digital versus conventional impressions for fixed prosthodontics: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent.* 2016. doi:10.1016/j.prosdent.2015.12.017.
17. Christensen G. Impressions are changing: deciding on conventional, digital or digital plus in-office milling. *J Am Dent Assoc.* 2009;140(10):1301-1304.
18. Colpani JT, Borba M, Della Bona Álvaro. Evaluation of marginal and internal fit of ceramic crown copings. *Dent Mater.* 2013;29(2):174-180. doi:10.1016/j.dental.2012.10.012.
19. Cuperus AMR, Harms MC, Rangel FA, Bronkhorst EM, Schols JGJH, Breuning KH. Dental models made with an intraoral scanner: A validation study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2012;142(3):308-313. doi:10.1016/j.ajodo.2012.03.031.
20. Donovan TE, Chee WWL. A review of contemporary impression materials and techniques. *Dent Clin North Am.* 2004;48(2):445-470. doi:10.1016/j.cden.2003.12.014.
21. Ender A, Mehl A. Accuracy of complete-Arch dental impressions: A new method of measuring trueness and precision. *J Prosthet Dent.* 2013;109(2):121-128. doi:10.1016/S0022-3913(13)60028-1.
22. Fakhary M, Vennerström M. The fit of all-ceramic crowns produced using different digital impression systems. 2012;(JANUARY 2014). <http://dSPACE.mah.se/dSPACE/handle/2043/14389>.
23. Flugge T V., Schlager S, Nelson K, Nahles S, Metzger MC. Precision of intraoral digital dental impressions with iTero and extraoral digitization with the iTero and a model scanner. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2013;144(3):471-478. doi:10.1016/j.ajodo.2013.04.017.
24. Giannetopoulos S, Van Noort R, Tsitrou E. Evaluation of the marginal integrity of ceramic copings with different marginal angles using two different CAD/CAM systems. *J Dent.* 2010;38(12):980-986. doi:10.1016/j.jdent.2010.08.011.
25. Gjølvoold B, Chrcanovic BR, Korduner E-KK, Collin-Bagewitz I, Kisch J. Intraoral Digital Impression Technique Compared to Conventional Impression Technique. A Randomized Clinical Trial. *J Prosthodont.* 2015;25(February 2016):n/a - n/a. doi:10.1111/jopr.12410.
26. Gonzalo E, Suarez MJ, Serrano B, Lozano JFL. A comparison of the marginal vertical discrepancies of zirconium and metal ceramic posterior fixed dental prostheses before and after cementation. *J Prosthet Dent.* 2009;102(6):378-384. doi:10.1016/S0022-3913(09)60198-0.
27. H. Ralph Rawls, PhD, Chiayi Shen, PhD, Kenneth J. Anusavice, PhD D. *Phillip's Science of Dental Materials.* Vol 53. Eleventh E. Saunders; 2013. doi:10.1017/CBO9781107415324.004.
28. Harris VS, Peacock T. Submitted To the Department of Mechanical Engineering in Partial. *Aries.* 2007;(1995).

29. Hollenbeck K, Allin T, Poel M Van Der. Dental Lab 3D Scanners – How they work and what works best. 2012;(January):1-5.
30. Holmes JR, Bayne SC, Holland GA SW. Considerations in measurement of marginal fit. *J Prosthet Dent*. 1989;62(4):405-408. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2685240>.
31. Keul C, Stawarczyk B, Erdelt KJ, Beuer F, Edelhoff D, Güth JF. Fit of 4-unit FDPs made of zirconia and CoCr-alloy after chairside and labside digitalization - A laboratory study. *Dent Mater*. 2014;30(4):400-407. doi:10.1016/j.dental.2014.01.006.
32. Kim CM, Kim SR, Kim JH, Kim HY, Kim WC. Trueness of milled prostheses according to number of ball-end mill burs. *J Prosthet Dent*. 2015;(January). doi:10.1016/j.prosdent.2015.10.014.
33. Kim S, Kim M, Han J, Yeo I, Lim Y, Kwon H. Accuracy of dies captured by an intraoral digital impression system using parallel confocal imaging. *Int J Prosthodont*. 2013;26(2):161-163.
34. Lee K-B, Park C-W, Kim K-H, Kwon T-Y. Marginal and internal fit of all-ceramic crowns fabricated with two different CAD/CAM systems. *Dent Mater J*. 2008;27(3):422-426. doi:10.4012/dmj.27.422.
35. McCord JF, Grant a a. Impression making. *Br Dent J*. 2000;188(9):484-492.
36. McLean JW von FJ. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J*. 1971;131(3):107-111. doi:10.1038.
37. Mehl a, Ender a, Mörmann W, Attin T. Accuracy testing of a new intraoral 3D camera. *Int J Comput Dent*. 2009;12(1):11-28. doi:10.5167/uzh-18814.
38. Mörmann WH. The evolution of the CEREC system. *J Am Dent Assoc*. 2006;137 Suppl:7S - 13S. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16950932>.
39. Nawafleh NA, Mack F, Evans J, Mackay J, Hatamleh MM. Accuracy and reliability of methods to measure marginal adaptation of crowns and FDPs: A literature review. *J Prosthodont*. 2013;22(5):419-428. doi:10.1111/jopr.12006.
40. Nedelcu RG, Persson ASK. Scanning accuracy and precision in 4 intraoral scanners: An in vitro comparison based on 3-dimensional analysis. *J Prosthet Dent*. 2014;112(6):1461-1471. doi:10.1016/j.prosdent.2014.05.027.
41. Ng J, Ruse D, Wyatt C. A comparison of the marginal fit of crowns fabricated with digital and conventional methods. *J Prosthet Dent*. 2014;112(3):555-560. doi:10.1016/j.prosdent.2013.12.002.
42. Romeo E, Iorio M, Storelli S, Camandona M, Abati S. Marginal adaptation of full coverage CAD/CAM restorations: in vitro study using a non-destructive method. *Minerva Stomatol*. 2009;58(3):61-72.
43. Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. *Contemporary Fixed Prosthodontics*. 4th ed. (Dolan J, Sprehe C, eds.). Penny Rudolph; 2006.
44. Scotti R, Cardelli P, Baldissara P, Monaco C. Clinical fitting of CAD/CAM zirconia single crowns generated from digital intraoral impressions based on active wavefront sampling. *J Dent*. 2011:1-8. doi:10.1016/j.jdent.2011.10.005.
45. Seelbach P, Brueckel C, Wöstmann B. Accuracy of digital and conventional impression

- techniques and workflow. *Clin Oral Investig*. 2013;17(7):1759-1764. doi:10.1007/s00784-012-0864-4.
46. Shembesh M, Ali A, Finkelman M, Weber HP, Zandparsa R. An In Vitro Comparison of the Marginal Adaptation Accuracy of CAD/CAM Restorations Using Different Impression Systems. *J Prosthodont*. 2016:1-6. doi:10.1111/jopr.12446.
  47. Su TS, Sun J. Comparison of marginal and internal fit of 3-unit ceramic fixed dental prostheses made with either a conventional or digital impression. *J Prosthet Dent*. 2016:1-6. doi:10.1016/j.prosdent.2016.01.018.
  48. Svanborg P, Skjerven H, Carlsson P, Eliasson A, Karlsson S, Ortorp A. Marginal and internal fit of cobalt-chromium fixed dental prostheses generated from digital and conventional impressions. *Int J Dent*. 2014;2014. doi:10.1155/2014/534382.
  49. Syrek A, Reich G, Ranftl D, Klein C, Cerny B, Brodesser J. Clinical evaluation of all-ceramic crowns fabricated from intraoral digital impressions based on the principle of active wavefront sampling. *J Dent*. 2010;38(7):553-559. doi:10.1016/j.jdent.2010.03.015.
  50. Tamim H, Skjerven H, Ekfeldt A, Rønold H. Clinical Evaluation of CAD/CAM Metal-Ceramic Posterior Crowns Fabricated from Intraoral Digital Impressions. *Int J Prosthodont*. 2014;27(4):331-337. doi:10.11607/ijp.3607.
  51. Tidehag P, Ottosson K, Sjögren G. Accuracy of Ceramic Restorations Made Using an In-office Optical Scanning Technique: An In Vitro Study. *Oper Dent*. 2013:308-316. doi:10.2341/12-309-L.
  52. Tsirogiannis P, Reissmann DR, Heydecke G. Evaluation of the marginal fit of single-unit, complete-coverage ceramic restorations fabricated after digital and conventional impressions: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent*. 2016. doi:10.1016/j.prosdent.2016.01.028.
  53. Ueda K, Beuer F, Stimmelmayer M, et al. Fit of 4-unit FDPs from CoCr and zirconia after conventional and digital impressions. *Clin Oral Investig*. 2015;20(JUNE):283-289. doi:10.1007/s00784-015-1513-5.
  54. Van Noort R. The future of dental devices is digital. *Dent Mater*. 2012;28(1):3-12. doi:10.1016/j.dental.2011.10.014.
  55. Wassell RW, Barker D, Walls WG. Crowns and other extra-coronal restorations: impression materials and technique. *Br Dent J*. 2002;192(12):679-684, 687-690. doi:10.1038/sj.bdj.4801456.
  56. Winstanley R, Carrotte P, Johnson A. The quality of impressions for crowns and bridges received at commercial dental laboratories. *Br Dent J*. 1997;183(6):209-213.
  57. Witkowski S. (CAD-)/CAM in Dental Technology. *Quintessence Dent Technol*. 2005;28:169.
  58. Yeo IS, Yang JH, Lee JB. In vitro marginal fit of three all-ceramic crown systems. *J Prosthet Dent*. 2003;90(5):459-464. doi:10.1016/j.prosdent.2003.08.005.
  59. Yüksel E, Zaimoğlu A. Influence of marginal fit and cement types on microleakage of all-ceramic crown systems. *Braz Oral Res*. 2011;25(3):261-266. doi:S1806-83242011000300012 [pii].
  60. Yuzbasioglu E, Kurt H, Turunc R, Bilir H. Comparison of digital and conventional



impression techniques: evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes. *BMC Oral Health*. 2014;14(1):10. doi:10.1186/1472-6831-14-10.

61. Zandinejad A, Lin W, Atarodi M, Abdel-Azim T, Metz M, Morton D. Digital Workflow for Virtually Designing and Milling Ceramic Lithium Disilicate Veneers: A Clinical Report. *Oper Dent*. 2015;(May):241-246. doi:10.2341/13-291-S.
62. Zarauz C, Valverde A, Martinez-Rus F, Hassan B, Pradies G. Clinical evaluation comparing the fit of all-ceramic crowns obtained from silicone and digital intraoral impressions. *Clin Oral Investig*. 2016;20(4):799-806. doi:10.1007/s00784-015-1590-5.