



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**PRECISÃO DE IMPRESSÕES DE IMPLANTES: CONVENCIONAL
VERSUS DIGITAL**

Trabalho submetido por
Teresa de Lima Mayer
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Setembro de 2020



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**PRECISÃO DE IMPRESSÕES DE IMPLANTES: CONVENCIONAL
VERSUS DIGITAL**

Trabalho submetido por
Teresa de Lima Mayer
para a obtenção do grau de **Mestre** em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof. Doutor Paulo Durão Maurício

Setembro de 2020

Dedico este trabalho à minha Mãe e aos meus Irmãos, por todo o carinho e apoio incondicional, não só durante estes últimos 5 anos de curso, mas no decorrer da minha vida.

Um obrigada eterno, Maria da Conceição, Maria, Concha e Salvador.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Doutor Paulo Durão Mauricio, por todo o apoio, disponibilidade, profissionalismo e contributo durante a elaboração deste trabalho de final de curso, em plena Pandemia Mundial, aceitou ser meu orientador, o meu sincero agradecimento e admiração pelo seu trabalho.

A todos os professores que contribuíram para a minha aprendizagem e educação ao longo do meu percurso académico.

Ao meu extraordinário Avô, pela sorte de o ter como o maior exemplo da minha vida.

Quero agradecer de forma especial à minha família, sobretudo aos meus dois pais e irmãos, pelo apoio sempre persistente e incondicional.

Aos meus queridos tios e tias, pela ajuda nos momentos difíceis.

À querida Claudia, Belen e Katerina, por serem as minhas parceiras.

RESUMO

A constante evolução tecnológica, tem-se revelado um grande aliado nas diversas áreas da medicina dentária. O surgimento e desenvolvimento da tecnológica CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing) com início na década de 80, despertou uma nova realidade na prática clínica diária.

A verdadeira finalidade da introdução desta tecnologia, é potencializar a consulta, otimizando o procedimento de impressões intraorais.

Com as novas tecnologias emergentes, prevê-se que a medicina dentária seja guiada por esta vaga tecnológica, que dá lugar a esta nova era digital.

Será que estes novos dispositivos irão mudar o paradigma na toma e impressões de implantes?

O propósito deste trabalho, é explanar duas técnicas distintas de impressões de implantes, convencional e digital, posicionando as recentes tecnologias que surgem no mercado, comparando-as às técnicas consideradas mais tradicionais, tendo em consideração aspetos como: procedimento, técnica, conforto, preferência, tempo de consulta e custos de produção, avaliando tanto na perspectiva do doente, como do operador. Neste contexto, pretende-se com esta monografia concluir, se existe evidência científica que valide e que confirme a existência de vantagens quando comparadas estas duas técnicas.

Esta avaliação será executada a partir de uma pesquisa bibliográfica, assente em artigos disponíveis nas bases de dados Cochrane Library , Medline/Pubmed, Scielo, Google Scholar e B-on, dando prioridade a artigos referentes aos últimos 10 anos.

Palavras-chave: técnicas de impressão de implantes, técnica convencional de impressão de implantes, técnica digital de impressão de implantes, scanner digital intraoral.

ABSTRACT

The constant technological evolution has proved to be a great ally in the different areas of dental medicine. The emergence and development of CAD / CAM (Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing) technology since the 1980s, has awakened a new reality in daily clinical practice.

The real purpose introducing this technology in dentistry, is to potentialize every consultation, optimizing the procedure of intraoral impressions.

With new technologies emerging, dental medicine is expected to be guided by this digital wave, which gives rise to this new technological / digital era.

Will these new devices change the paradigm in implant impression?

The purpose of this master thesis is to expose two different techniques, of implant impression, conventional and digital, positioning the recent technologies that appear on the market, comparing them to more traditional techniques, taking into account factors such as: procedure, technique, comfort and preference for both the patient and the operator, consultation time, production costs. In this context, it is intended to conclude whether there is scientific evidence, so that it can be said that there are advantages when comparing these two techniques.

This evaluation will be carried out based on a bibliographic search, based on articles available in the Medline / Pubmed, Cochrane Library, Scielo, Google Scholar e B-on databases, giving priority to articles referring to the last 10 years.

Keywords: implant impression techniques, conventional implant impression techniques, digital implant impression techniques, intraoral digital scanner.

Índice

I – Introdução	13
II - Desenvolvimento.....	17
1. Impressões convencionais	17
1.1. História breve dos materiais de impressão e a sua evolução.....	19
1.2. Escolha do material de impressão	19
1.3. Tipos de materiais de impressão	20
1.3.1. Hidrocolóide reversível (Ágar)	21
1.3.2. Hidrocolóide irreversível (Alginato).....	21
1.3.3. Elastómeros	22
1.3.3.1. Polissulfeto.....	23
1.3.3.2. Silicone de adição	24
1.3.3.3. Silicone de Condensação	25
1.3.3.4. Poliéter	26
1.4. Quais os materiais de impressão convencionais ideais para impressão de implantes?.....	29
1.5. Tipos de moldeiras	30
1.6. Técnicas de impressão de implantes	32
1.6.1. Técnica de moldeira aberta (direta, de arrasto).....	34
1.6.2. Técnica de moldeira fechada (indireta, de reposição).....	35
2. A Tecnologia CAD/CAM.....	36
2.1. A história do CAD/CAM	40
2.2. Procedimentos de um sistema CAD/CAM	41
2.3. Tipologia dos sistemas CAD/CAM	42
2.4. Componentes da tecnologia CAD/CAM.....	44
2.5. Vantagens da tecnologia CAD/CAM.....	45
2.6. Limitações da tecnologia CAD/CAM.....	46
3. O <i>scanner</i> digital.....	47
3.1. Tipos de <i>scanners</i>	47
1.1. A digitalização intraoral de implantes.....	50
1.2. Fluxo de trabalho digital	52
1.3. Aplicabilidades dos scannes intraorais.....	52

2.	Alguns scanners intraorais que se destacam no mercado	53
2.1.	CEREC®	53
2.2.	TRIOS™	55
2.3.	True Definition®	58
2.4.	CS® intraoral scanner (Carestream)	60
2.5.	iTero®	64
2.6.	Lava C.O.S®	65
3.	Precisão e estado de arte dos Scanners intraorais em implantologia	67
4.	Sistemas de impressão digital vs impressões convencionais	70
III	– Conclusão	75
IV	– Bibliografia	77

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Impressões convencionais de arcada total dentada (esquerda) e edêntula (direita) com os respectivos modelos de gesso resultantes	18
Figura 2. Impressão de implante em polivinilsiloxano (PVS) com moldeira individual	25
Figura 3. Impressão de implante com técnica de moldeira aberta	35
Figura 4. Impressão de implante com técnica de moldeira fechada	36
Figura 5. Detalhe do <i>coping</i> de impressão gravado numa impressão de moldeira fechada	36
Figura 6. <i>Copings</i> de impressão em plástico	36
Figura 7. Técnica de digitalização intraoral	38
Figura 8. Componentes de um sistema CAD/CAM	45
Figura 9. Toma de impressões convencional vs. Digital	46
Figura 10. Scanners digitais	47
Figura 11. Digitalização intraoral de implantes	51
Figura 12. Digitalização intraoral de implantes (continuação)	51
Figura 13. CEREC AC Omnicam	54
Figura 14. Primescan AC (<i>Acquisition Center</i>)	54
Figura 15. Monitor <i>touch screen</i> da Primescan AC (<i>Acquisition Center</i>)	54
Figura 16. Sistema de identificação de lesões de cáries “Tecnologia fluorescente”, incorporado no novo TRIOS 4	56
Figura 17. Scanners intraorais TRIOS	57
Figura 18. Impressão intraoral através do TRIOS® Pod.	57
Figura 19. TRIOS® Mov.	58
Figura 20. Midmark True Definition <i>Scanner</i>	60
Figura 21. Midmark Mobile True Definition <i>Scanner</i>	60
Figura 22. CS 3700® <i>scanner</i> intraoral	61
Figura 23. CS 3600® <i>scanner</i> intraoral	62
Figura 24. CS Scanworkflow	63
Figura 25. Capturas de imagens do <i>software</i> CS Scanflow	63
Figura 26. Scanner intraoral iTero Element	64
Figura 27. Aparelhos iTero	65

INDICE DAS TABELAS

Tabela 1. Resumo das principais características dos materiais convencionais	28
Tabela 2. Etapas dos diferentes procedimentos de CAD/ACM (etapas no consultórios e etapas no laboratório)	41
Tabela 3. Detalhes gerais de modelos mais recentes (das marcas indicadas) dos scanners intraorais representados	48-49
Tabela 4. Detalhes gerais de modelos mais recentes (das marcas indicadas) dos scanners intraorais representados, continuação	49

INDICE DAS ABREVIATURAS

CAD- *Computer aided design* (Desenho auxiliado por computador)

CAM- *Computer aided manufacturing* (Fabrico assistido por computador)

PVS- Polivinilsiloxano

3D- Três dimensões

IOS- *intraoral scanner*

CEREC- *Ceramic economical restorations esthetic ceramics*

Lava C.O.S- *Lava Chairside oral scanner*

AWS- *Active wavefront sampling*

TCO- Tomografia de coerência ótica

STL- Standard three-dimensional (formato de ficheiro digital)

DDT - Digital Dental Technology

I – Introdução

A presente monografia, tem como propósito, verificar a eficácia dos sistemas de impressão na área da implantologia, comparando os métodos de impressão convencional com os métodos de impressão digital.

Segundo “The glossary of prosthodontic terms” o termo “impressão” é o nome dado à cópia/reprodução dos tecidos moles e duros da cavidade oral, sendo este um procedimento considerado comum na prática clínica diária de um médico dentista.

As impressões para obtenção de uma réplica das condições orais são parte integrante da prostodontia, tradicionalmente este processo é obtido diretamente da cavidade oral do doente por meio de materiais de impressão, tendo como objetivo alcançar um modelo, ou seja, um duplicado dos tecidos orais, devendo este ser fiel às estruturas de origem. A qualidade da toma de impressão influencia diretamente o resultado final em prostodontia (Chen, Liang, & Chen, 2004).

A tecnologia digital tem sido amplamente integrada na prática clínica diária em medicina dentária, por meio de recentes avanços tecnológicos, sendo chamado de Digital Dental Technology (DDT), onde utilizamos sistemas como a computer-aided design/computer-assisted manufacturing (CAD / CAM). A sua rápida expansão e incorporação no campo da medicina dentária tem sido documentado desde o início dos anos 90, e a sua constante evolução exige um continuo acompanhamento, dedicação e atualização da parte dos dentistas (Beuer, Schweiger, & Edelhoff, 2008; Sang J. Lee & Gallucci, 2013).

No campo das impressões orais, desenvolveram-se vários sistemas de impressão digital, de onde se obtêm réplicas precisas, rigorosas e exatas da cavidade oral.

Há vários anos atrás, eram desenvolvidos novos materiais para toma de impressões dos tecidos orais, que avaliavam várias capacidades como a resistência, melhorando as suas propriedades e eficácia, proporcionando progressos considerados notáveis na reabilitação oral. Vivemos agora um novo período/era, fortemente marcado pela recente introdução de tecnologia na medicina dentária, e um excelente exemplo das novas tecnologias disponíveis são os sistemas de impressão digital.

Ainda que se verifiquem melhorias nas propriedades dos materiais convencionais, a toma de impressão mantêm-se um processo bastante desconfortável/incômodo para o doente, sendo que na perspectiva do médico dentista, este é considerado um procedimento demorado (Patzelt, Lamprinos, Stampf, & Att, 2014).

Nos tempos que correm e com a recente explosão nos recursos de tecnologia digital na medicina dentária, levou a uma grande mudança de paradigma, em que não só os médicos dentistas como também os doentes exigem resultados cada vez mais estéticos e funcionais, apoiando-se na tecnologia de ponta para alcançar este fim.

Com o lançamento dos sistemas CAD/CAM e a evolução dos sistemas de impressão e scanners digitais, cria-se uma alternativa às impressões convencionais, potencializando o tratamento, tanto a nível da confeção de peças protéticas (precisas), como oferece um tratamento mais cómodo e fácil de aceitar da parte dos doentes (Correia, Sampaio Fernandes, Cardoso, & Leal da Silva, 2006; Patzelt et al., 2014; Sneha & Abhilasha, 2010; Wismeijer, Mans, van Genuchten, & Reijers, 2014; Yang et al., 2016; Yuzbasioglu, Kurt, Turunc, & Bilir, 2014).

Para a toma de impressões através dos métodos tradicionais, é necessário dominar as técnicas necessárias para o efeito, e o seu sucesso está dependente de vários aspetos que condicionam o tratamento e resultado final, como o tipo de material a utilizar, as suas diferentes propriedades, a técnica mais correta para cada situação, e a adequada manipulação dos tecidos, materiais e moldes, entre outros fatores (Chen et al., 2004; Dogan, Schwedhelm, Mdt, Mancl, & Raigrodski, 2015; Hamalian, Nasr, & Chidiac, 2011).

Posto isto, devemos ter em consideração que os métodos tradicionais estão intimamente ligados e sujeitos ao erro humano nas suas várias etapas (Hamalian et al., 2011; Yuzbasioglu et al., 2014).

Com acesso às impressões digitais, temos a oportunidade de eliminar algumas “etapas convencionais”, que podem ter como consequência imprecisões, sendo um ponto positivo o facto de requererem de menos passos clínicos e laboratoriais, reduzindo assim os custos e o tempo despendidos nos materiais necessários para impressões tradicionais. Inúmeros autores identificam vantagens na utilização do scanner digital, e vários estudos publicamos recentemente mostram que as impressões efetuadas de modo digital, possuem precisão igual/idêntica, em alguns casos até melhor, quando são comparadas a impressões tradicionais (Almeida e Silva et al., 2014; Miyazaki, Hotta, Kunii, Kuriyama, & Tamaki, 2009; Patzelt et al., 2014; Pradies, Zarauz, Valverde, Ferreiroa, & Martínez-Rus, 2015; Sneha & Abhilasha, 2010; Ting-shu & Jian, 2015).

Por ser uma tecnologia relativamente recente, não é ainda uma técnica que serve universalmente a comunidade médica dentista, tanto pelo facto de ter custos elevados, como também porque as técnicas tradicionais de toma de impressão apresentam

resultados considerados satisfatórios, sendo que a sua eficácia tem sido traçada e evidenciada já à vários anos pela comunidade científica. A generalidade dos médicos dentistas, desconhece ainda as tecnologias que pode usufruir na sua pratica clinica (Beuer et al., 2008).

Hoje, com a constante evolução tecnológica da era em que vivemos, é impreterível entendermos o que é que a tecnologia nos pode oferecer no nosso ambiente de trabalho.

Optei por um tema que considero mais atual, que de alguma forma se traduza num desafio, introduzindo uma área pela qual sinto grande entusiasmo, a implantologia, como também apelasse pela minha paixão pelas novas tecnologias, pelo dinamismo, beleza e fluidez que pode ser trabalhar nesta era com novos gadgets e softwares inovadores.

As recentes tecnologias podem representar uma alternativa às técnicas convencionais, estão a moldar o presente e o futuro da medicina dentária, tendo um impacto positivo na nossa prática clínica diária. Para que seja possível este progresso, é necessário e imperativo que o médico dentista contemporâneo esteja não só atento, como capaz de acompanhar esta era digital, com disposição para se atualizar constantemente, avaliando a autenticidade e validade científica por detrás dos aparelhos que utiliza.

Com isto, contrastar a eficácia entre impressões digitais de implantes a técnicas convencionais parece-me uma questão pertinente, atual e interessante, uma junção de várias áreas que me fascinam.

Este trabalho tem como objetivo, comparar duas técnicas de impressão de implantes que existem atualmente em medicina dentária, apresentar os principais sistemas disponíveis e as suas vantagens, de uma forma sucinta e clara, dividindo em dois grupos, impressões digitais e impressões convencionais, elevando o impacto que cada uma detém na prática clínica diária de uma médico dentista atual.

Para a execução deste trabalho, foi realizada uma pesquisa atenta, baseando-se na literatura disponível na biblioteca eletrónica PubMed, Medline e Scielo, com a seguinte combinação de palavras: "técnicas de impressão de implantes", "técnica convencional de impressão de implantes", "técnica digital de impressão de implantes" e "scanner digital intraoral". Os Critérios de inclusão cobrem artigos publicados em inglês, de janeiro de 2015 até fevereiro de 2020. Foram elegíveis para este trabalho estudos clínicos, meta análises, estudos randomizados e estudos prospetivos de coorte, trabalhos: *in vivo* e *in vitro*. Os Artigos que não referenciam qualquer scanner intraoral, materiais para impressões convencionais, ou que não utilizaram no estudo impressões de implantes foram excluídos deste estudo. Para a remoção de artigos duplicados e para organizar as

referências foi utilizado o software gestor de citações Mendely. Uma primeira avaliação foi realizada com base no título e no resumo, seguido pela leitura completa dos artigos selecionados. A busca resultou em 200 artigos, dos quais 160 foram incluídos no presente trabalho.

II - Desenvolvimento

1. Impressões convencionais

A uma reprodução negativa das estruturas orais, chamamos de impressão, quando vazada a gesso é obtido uma duplicata positiva, a qual chamamos de modelo de gesso, este processo tem como objetivo atingir uma réplica da cavidade oral (Powers e Wataha, 2000; Yuzbasioglu et al., 2014).

É o técnico de prótese juntamente com o médico dentista que projetam todo o processo de confecção de peças protéticas, como uma prótese removível ou fixa, este procedimento tradicionalmente é alcançado através do modelo de gesso ou troquel (modelo unitário de dentes preparados). Assim sendo, as impressões da cavidade oral devem reproduzir detalhadamente e com rigor as estruturas orais, e desta forma alcançar um modelo ótimo, visto que as restaurações finais dependem da precisão e da qualidade das impressões efetuadas (Anusavice, Shen, & Rawls, 2012; Chen et al., 2004; A. C. L. Faria, Rodrigues, Macedo, de Mattos, & Ribeiro, 2008; Hamalian et al., 2011; Powers & Wataha, 2014).

Uma impressão bem sucedida, depende de várias fatores, intrínsecos e extrínsecos, compreendemos por intrínsecos, o tipo de material de impressão optado, as propriedades do material de impressão (detalhe e rigor, estabilidade dimensional) e os diferentes materiais para a elaboração dos modelos de trabalho (gessos); e fatores extrínsecos, quando é observada o adequado domínio/manipulação dos vários materiais de impressão disponíveis, uma correta técnica de impressão, se é cumprido o tempo de presa necessário, e por fim, as competências e conhecimentos do operador (médico dentista ou assistente dentária) (Dogan et al., 2015; A. C. L. Faria et al., 2008; Hamalian et al., 2011; Thongthammachat et al., 2002; Yuzbasioglu et al., 2014).

Um material de impressão ideal, deve exibir certas características quer em ambiente clínico como laboratorial. Clinicamente, deve produzir uma impressão dimensionalmente estável e precisa, com propriedades mecânicas ideais (módulo de Young, resistência ao escoamento e coeficiente de expansão térmica ideais) para recuperação elástica adequada e resistência à rutura. Também deve polimerizar dentro de um período de tempo razoável, e demonstrar biocompatibilidade: natureza hipoalergênica e quantidade mínima de toxicidade. Deve ser hidrofílico, de forma a produzir uma boa impressão, e vazamento vários modelos com precisão. Não deve ser afetado pela desinfecção na sua precisão dimensional, e é recomendado um custo razoável (Hamalian et al., 2011; Mandikos, 1998)

Este tipo ideal de material de impressão é difícil de obter na realidade.

No mercado associado à medicina dentária, é possível encontrar-se diversos materiais de impressão elásticos, dentro deste grupo (dos materiais elásticos) pode-se encontrar os hidrocolóides irreversíveis, que inclui não só o alginato, como os elastómeros, os polissulfetos, silicões de condensação, silicões de adição e por fim os poliéteres. Num tratamento de reabilitação oral, há uma sequência de passos ou etapas clínicas, como também laboratoriais, normalmente tendo como primeira etapa a toma de impressão da cavidade oral. Contudo, qualquer etapa apresenta a inconveniência de estar sujeita ao erro do ser humano (A. C. L. Faria et al., 2008; Perakis, Belser, & Magne, 2004; Yuzbasioglu et al., 2014).

Sabemos que é fundamental e necessário, para um resultado final de qualidade, existir o menor erro possível em cada etapa, tanto clínica como laboratorial, assim reduzindo o efeito acumulativo de erros em todo o procedimento. Contudo, este efeito acumulativo de erros, pode ser reduzido recorrendo-se a um sistema de impressões digitais, o sistema CAD/CAM (Hamalian et al., 2011; Yuzbasioglu et al., 2014).

Cada vez mais se recorre a impressões digitais em medicina dentária, visto que se trata de um sistema eficiente, com alta precisão, e que simplifica o procedimento, sendo este menos demorado e mais confortável (Dogan et al., 2015; Sang J. Lee & Gallucci, 2013; Yuzbasioglu et al., 2014). Mesmo assim, as impressões convencionais/tradicionais mantêm-se o “*gold standard*” na medicina dentária, uma vez que as impressões digitais ainda não são um processo comum e acessível a todos (Dogan et al., 2015; Hamalian et al., 2011).

Neste trabalho e de seguida, irei abordar os vários materiais de impressão utilizados atualmente, focando nos principais, nas técnicas de impressão, as suas características, etapas e procedimentos de impressões convencionais (Fig. 1).

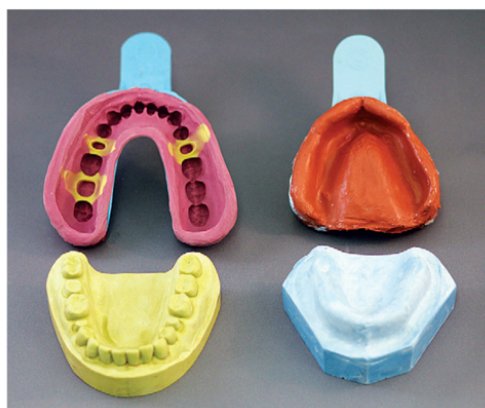


Figura 1. Impressões convencionais de arcada total dentada (esquerda) e edêntula (direita) com os respectivos modelos de gesso resultantes. Fonte: (Anusavice et al., 2012).

1.1. História breve dos materiais de impressão e a sua evolução

No decurso da história dos materiais de impressão, foram empregues diversos materiais, com o objetivo de registar as estruturas da cavidade oral, tem havido desde então um espantoso desenvolvimento, que se alarga até aos dias de hoje (Surapaneni & , Pallavi Samatha., Ravi Shankar Y., 2013).

Em 1930 foram introduzidos na medicina dentária os hidrocolóides irreversíveis, tornando-se num grupo muito forte, sendo um dos materiais de impressão mais utilizado ainda hoje (Hamalian et al., 2011; Sharma, Agarwal, Sharma, Kumar, & Glodha, 2014).

Os polissulfetos, em 1950, e os silicones de condensação mais tarde em 1955, foram dois materiais introduzidos bastante importantes, tendo sido os primeiros materiais elastoméricos na indústria dos materiais de impressão (Faria et al., 2008). Foi a sua utilidade que acabou por afirmar um grande avanço destes materiais, ainda que possuam desvantagens, é exemplo a alta contração de polimerização que possuem (Hamalian et al., 2011; Sharma et al., 2014).

O poliéter, foi posteriormente desenvolvido em 1965, considerado o primeiro material elastomérico com utilidade em medicina dentária (A. C. L. Faria et al., 2008). Propriedades mecânicas encontradas, como a baixa contração de polimerização, e a recuperação elástica, salientam superioridade e distinção notável quando comparado aos polissulfetos, hidrocolóides, e silicones de condensação (Hamalian et al., 2011).

Mais tarde, no ano 1975, são conhecidos os silicones de adição (ou polivinilsiloxano [PVS]) (A. C. L. Faria et al., 2008; Hamalian et al., 2011; Mandikos, 1998).

Atualmente, em medicina dentária, os poliéteres, os silicones de adição, e o alginato são os três materiais de impressão mais usados na prática clínica diária de um médico dentista (Starcke, 1975).

1.2. Escolha do material de impressão

Se o objetivo é reproduzir os tecidos da cavidade oral, ou seja, uma réplica precisa destes tecidos, os materiais de impressão devem corresponder e deter certas características/particularidades, tanto em ambiente clínico com laboratorial, dependendo os resultados das mesmas (Rocha Castro, 2005).

Clinicamente necessitam exibir vários critérios: suficientemente fluido para se adaptar aos tecidos orais, viscoso o suficiente para ficar retido na moldeira, deve transformar-se num sólido, rígido/borrachóide num curto espaço de tempo (tempo de

presa ideal inferior a sete minutos) no período que está em boca, resistente à distorção ou rutura ao ser removido da boca, deve manter uma estabilidade dimensional, o tempo suficiente para que sejam obtidos um ou mais vazamentos da mesma impressão, biocompatível, e por fim econômico, tanto a nível de tempo como a nível de custos dos materiais e processos. As condições ambientais, as condições orais do doente e as suas necessidades particulares, o conhecimento das propriedades físico-químicas dos materiais, vão determinar a escolha do material de impressão, a qualidade da impressão e por isso, a qualidade do resultado (Anusavice et al., 2012; Hamalian et al., 2011; Rocha Castro, 2005).

1.3. Tipos de materiais de impressão

Os materiais de impressão usados hoje em dia podem ser classificados de acordo com sua composição, mecanismo de configuração, propriedades mecânicas e aplicações (Anusavice et al., 2012).

Relativamente aos mecanismos de configuração, existem dois mecanismos básicos: reversível e irreversível. Irreversível implica que tenham ocorrido reações químicas, e que o material não pode reverter para um estado inicial, o alginato, óxido de zinco eugenol (ZOE), materiais elastoméricos e o gesso, são alguns exemplos de materiais irreversíveis. Por outro lado, materiais reversíveis, como o agar e a pasta termoplástica, amolecem após aquecimento, e solidificam ligeiramente acima da temperatura corporal, sem alterações químicas (Anusavice et al., 2012).

Em relação às propriedades mecânicas, os materiais de impressão podem ser rígidos ou elásticos (flexíveis) (Anusavice et al., 2012).

Um material rígido é altamente resistente à flexão e fratura repentinamente quando sob tensão (Anusavice et al., 2012), estes materiais não conseguem reproduzir pormenores, e toda a complexidade da cavidade oral (Anusavice et al., 2012).

No entanto, este material tem aplicabilidades específicas, não sendo este assunto aprofundado durante o trabalho por se distanciar do âmbito do mesmo.

O termo elástico significa que o material é flexível, tendo a capacidade de deformar e retomar à sua forma original. Os materiais elásticos são divididos em dois grupos: Hidrocolóides; e Elastómeros (Anusavice et al., 2012; Chen et al., 2004; A. C. L. Faria et al., 2008). Estes dois são capazes de reproduzir pormenores, podendo ser utilizados como material de impressão em doentes com todos os dentes em boca, em desdentados parciais ou edêntulos (Anusavice et al., 2012).

Existem dois tipos de materiais Hidrocolóides, o reversível (Ágar) e os irreversível (Alginato), e quatro tipos de materiais elastoméricos, o Polissulfeto, o Silicone de Condensação, o Silicone de Adição e o Poliéter (Anusavice et al., 2012).

1.3.1. Hidrocolóide reversível (Ágar)

O ágar, um polissacarídeo extraído de certos tipos de algas marinhas, é o principal ingrediente ativo deste material, enquanto a água é o seu principal constituinte. Uma pequena percentagem de bórax é adicionada para fortalecer o gel, assim como o timol e glicerina também podem ser adicionados como agente bactericida e plastificante, respetivamente (Anusavice et al., 2012; Reed, 1990).

A mudança física do ágar de sol para gel é induzida diminuindo a temperatura. O gel liquefaz-se para um sol quando é aquecido a uma temperatura conhecida como temperatura de liquefação (70°C a 100°C). Quando o sol é arrefecido, este retoma a sua forma de gel, num ponto conhecido como temperatura de gelificação (entre 37°C e 50°C). Assim, é chamado de hidrocolóide reversível (Anusavice et al., 2012; Craig, 1988).

A temperatura de gelificação é crítica para a impressão, pois se estiver muito alto, o calor do sol pode prejudicar os tecidos orais. Por outro lado, se a temperatura de gelificação estiver muito abaixo comparando com a temperatura oral, o ágar não alterará a sua forma física de sol para gel, impossibilitando a toma de impressão (Peters & Tieleman, 1992; Reed, 1990).

1.3.2. Hidrocolóide irreversível (Alginato)

O alginato, é um material de impressão mais usado por médicos dentistas na sua prática clínica diária, não só pela sua fácil manipulação/utilização, por ser um material fluido, apresentar fidelidade (relativa) como também o seu baixo custo, tornando-o numa boa opção para confeccionar modelos de estudo, tanto de arcadas totais como de segmentos de uma arcada (A. C. L. Faria et al., 2008; Nassar, Aziz, & Flores-Mir, 2011; Punj, Bompolaki, & Garaicoa, 2017; Rubel, 2007). No entanto a maioria das impressões em alginato não é capaz de reproduzir os detalhes mais minuciosos dos tecidos orais, detalhes estes observados em impressões feitas em materiais elastoméricos (Anusavice et al., 2012).

Este material apresenta-se sob a forma pó, cujos elementos essenciais são o sulfato de cálcio e alginato de sódio, a este pó é misturado a água, que nas quantidades corretas

forma uma pasta ou massa viscosa/cremosa (Cabral & Guedes, 2007; Fokkinga, Witter, Bronkhorst, & Creugers, 2017; Rocha Castro, 2005).

A natureza hidrofílica do material permite que este seja usado na presença de saliva e sangue com uma capacidade moderada de reproduzir detalhes, possui uma baixa estabilidade dimensional e rugosidade de superfície, causada pela perda de água, sendo que num curto espaço de tempo (aproximadamente 10 minutos) (Al-Enazi & Naik, 2016; Combe EC, Burke FJ, 1999; Donovan & Chee, 2004; Rocha Castro, 2005), poderá ocorrer uma distorção e retração da impressão, tonando-o num material com baixa resistência à ruptura, na medida que terá de ser corrido a gesso dentro desse prazo. Estes problemas relacionados com a reprodução de detalhe e com a estabilidade dimensional, limitam o seu uso como material de impressão definitivo (Craig, 1988; A. C. L. Faria et al., 2008; Kulkarni & Thombare, 2015; Punj et al., 2017).

Relativamente ao tempo de presa despendido, este está dependente do tipo de alginato selecionado, o alginato tipo I, também conhecido por alginato de secagem rápida, tem um tempo de presa que varia entre um a dois minutos. Já o alginato tipo II tem um tempo de presa que varia entre dois a quatro minutos, sendo então considerado de secagem lenta (Peters & Tieleman, 1992; Rocha Castro, 2005).

1.3.3. Elastómeros

Os elastómeros compreendem um grupo de materiais de impressão sintéticos à base de polímeros que são reticulados quimicamente quando endurecidos e que podem ser esticados e ainda recuperar rapidamente a sua dimensão original.

Quimicamente, existem três elastómeros constituídos por cadeias poliméricas, o polissulfeto, o silicone (condensação e adição) e poliéter, todos eles com diferentes características (Anusavice et al., 2012; Chen et al., 2004; Peutzfeldt A, 1990).

São fornecidos em dois componentes, uma pasta base e uma pasta catalisadora (ou líquida), sendo misturadas antes de fazer impressões, e são frequentemente segmentados pelas suas várias consistências, incluindo ultra leve (*ultra light*), leve (*light*), regular (*regular/medium*), pesada (*heavy*) e ultra pesada (*putty*), em ordem crescente de carga de conteúdo, sendo adicionados pigmentos para dar a cada material uma cor distinta (Anusavice et al., 2012; Pratten & Novetsky, 1991).

Dentro deste grupo de materiais, os silicones de adição (polivinilsiloxano ou PVS) retratam o “*stade of the art*” dos elastómeros na dentisteria operatória e prostodontia, tornando-se num dos materiais de impressão mais usados em medicina

dentária (Anusavice et al., 2012; Papaspyridakos et al., 2014; Surapaneni & , Pallavi Samatha., Ravi Shankar Y., 2013).

1.3.3.1. Polissulfeto

O polissulfeto, devido ao seu sabor desagradável e mau cheiro, não é um material de impressão de eleição em medicina dentária. Foi introduzido como um sistema de mistura de duas pastas, uma pasta catalisadora, e uma pasta base, pasta esta que tem na sua composição um polímero de polissulfeto (Hamalian et al., 2011).

A polimerização, dá-se através uma reação química de condensação, que resulta num polímero aborrachado, com alto peso molecular. Este processo tem perda de água como subproduto (Anusavice et al., 2012; Shoemaker et al., 2012).

Um polissulfeto bastante utilizado em medicina dentária, é o permalastic® (SDS/Kerr) (Anusavice et al., 2012; Hamalian et al., 2011).

São considerados pontos positivos do polissulfeto, flexibilidade, precisão, resistência à rutura e boa estabilidade dimensional, ao passo que, o mau paladar, tempo polimerização prolongado e dificuldade de manuseamento durante a mistura, limitam o seu potencial (Zarrintaj et al., 2019).

Certos polissulfetos podem ser considerados como sendo substâncias tóxicas para o ser humano, especialmente pelos óxidos de metais pesados incluídos na pasta catalisadora onde se inserem (Hamalian et al., 2011).

Os polissulfetos, são no geral avaliados como pouco a moderadamente hidrofílicos, possibilitam uma impressão precisa, ainda que estejam na presença de sangue ou saliva. Este material é capaz de replicar detalhes com resultados excelentes, apresentando uma estabilidade dimensional considerada razoável para um material de impressão (Anusavice et al., 2012).

Não sendo um material rígido, a sua remoção da cavidade oral é considerada mais fácil que a dos PVS como também dos poliéteres. Comparando com estes dois materiais de impressão, o polissulfeto apresenta uma baixa capacidade de recuperação elástica e tem um tempo de presa de 12 minutos (considerado longo). É por isso recomendado vaziar a gesso logo que possível, sendo que o ideal é imediatamente depois de ser efetuada impressão intraoral (Hamalian et al., 2011; Yang et al., 2016).

No processo de desinfeção, é preciso cautela para impedir que se dê a dilatação da impressão, pois quando submerso mais de 10 minutos em água ou desinfetante tem esta tendência (Anusavice et al., 2012; Hamalian et al., 2011).

1.3.3.2. Silicose de adição

Os polivinilsiloxanos (PVS) ou vinilpolisiloxanos, geralmente chamados silicose de adição, introduzidos na década de 70, têm sido amplamente utilizados em medicina dentária como material de impressão (Wang, 2016).

Referências populares incluem o Extrude® (Kerr Corporation, Orange, CA), Aquasil® (Caulk/Dentsply, Milford, DE), e Express® (3M ESPE™,) (Hamalian et al., 2011; Mandikos, 1998; Surapaneni & , Pallavi Samatha., Ravi Shankar Y., 2013).

São compostos por uma base e um acelerador ou catalisador, podendo ser apresentados de diferentes formas, que vai depender da sua viscosidade (Goodall, Darras, & Purnell, 2015; Mandikos, 1998; Surapaneni & , Pallavi Samatha., Ravi Shankar Y., 2013).

Existe uma diversidade de viscosidades: *light* ou baixa, para auto-mistura (“*automixing*”) com utilização de pistolas e seringas; média; alta e por fim muito alta (*putty*) (Goodall et al., 2015; Hamalian et al., 2011; Mandikos, 1998; Surapaneni & , Pallavi Samatha., Ravi Shankar Y., 2013; Wang, 2016; Zarrintaj et al., 2019).

Surapaneni et al. (2013) afirmaram que, os polivinilsiloxanos apresentam o melhor detalhe e recuperação elástica dos materiais de impressão disponíveis no mercado, por esta mesma razão, são os mais utilizados em prótese fixa (Fig 2). Contudo, embora apresentem várias vantagens, têm também desvantagens, como é exemplo o facto de serem suscetíveis à contaminação. Esta contaminação, é resultante dos sulfurados ou compostos de enxofre, presentes nos diques de borracha e nas luvas de látex. Quando os PVS não polimerizados entram em contacto com látex, dá-se inibição direta da polimerização do material. Esta situação pode ser verificada, no caso do material ser manipulado com luvas em látex, ou no caso de se manipular à mão (sem luvas) caso tenham sido usadas luvas em látex anteriormente à manipulação do material (Anusavice et al., 2012; Hamalian et al., 2011; Mandikos, 1998; Surapaneni & , Pallavi Samatha., Ravi Shankar Y., 2013).

Outra desvantagem dos PVS é a sua natureza hidrofóbica, tendo necessidade de um controle preciso da humidade durante a sua utilização (Anusavice et al., 2012; Goodall et al., 2015; Hamalian et al., 2011; Zarrintaj et al., 2019).

Existem no mercado novos PVS hidrofílicos, é o caso do Aquasil®, que tem como melhoria a molhabilidade, que foi alcançada através da introdução de surfactantes não iónicos na sua fórmula. No entanto, estes materiais necessitam ser utilizados numa

situação considerada seca, ou seja, que não entre em contacto com humidade de alguns fluidos da cavidade oral, como a saliva, dos fluidos gengivais e de sangue, pois têm o potencial de interferir na precisão das impressões (Anusavice et al., 2012; Hamalian et al., 2011; Surapaneni & , Pallavi Samatha., Ravi Shankar Y., 2013).

São vantagens dos PVS, formidável reprodução de detalhe, excelente estabilidade dimensional, baixa contração de polimerização, ausência de substâncias tóxicas ou comportamentos alergénicos, e são considerados dos materiais de impressão com a melhor recuperação elástica (podendo alcançar uma percentagem superior a 99%). Outras características positivas são, a facilidade de remoção da cavidade oral, boa resistência de rasgamento e a sua moderada rigidez (inferior à dos poliéteres) (Hamalian et al., 2011; Surapaneni & , Pallavi Samatha., Ravi Shankar Y., 2013).

Os polivinilsiloxanos mais recentes são mais sensíveis às mudanças temperatura (superior ainda que os polissulfetos), estando diretamente ligado o seu tempo de presa ao aumento da temperatura. O tempo de trabalho deste novos materiais é de 2 minutos sendo o seu tempo de presa de 6 minutos (Hamalian et al., 2011; Mandikos, 1998; Surapaneni & , Pallavi Samatha., Ravi Shankar Y., 2013).

Relativamente à desinfeção, é possível esterilizar a frio, não apresentando consequências a nível de alterações dimensionais, podendo ser empregues a maioria dos protocolos de desinfeção (Hamalian et al., 2011; Molinari, 2009; Zarrintaj et al., 2019).

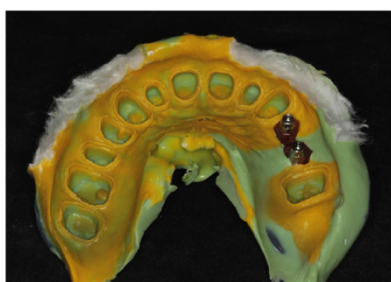


Figura 2. Impressão de implante em polivinilsiloxano (PVS) com moldeira individual. Fonte: (Punj et al., 2017).

1.3.3.3. Silicose de Condensação

O Silicose de Condensação está disponível de duas formas, ou sob a forma de uma pasta (base), ao qual é adicionada um líquido de baixa viscosidade (catalisador), ou sob a forma de duas pastas. Estão presentes no mercado em diversas viscosidades, são elas *light*, *regular*, *heavy* e *putty* (Anusavice et al., 2012; Hamalian et al., 2011; McCabe & Walls, 2013).

As marcas mais populares são, o Speedex® (Coltene, Whaledent, New York, NY) e o Optosil/Xantopren® (Heraeus Kulzer, South Bend, IN) (Hamalian et al., 2011).

O silicone de condensação, em comparação com os polissulfetos, tem algumas vantagens, tendo melhores características de presa, melhor estabilidade dimensional e apresenta tempos de presa mais curtos (Applied Dental Materials). No entanto, para potenciar o melhor detalhe possível, as impressões efetuadas com silicone de condensação devem ser vazadas a gesso logo que possível (Daou, 2010; Kumar, Madihalli, Reddy, Rastogi, & Pradeep, 2011; McCabe & Walls, 2013).

Contudo existem várias desvantagens, é um exemplo, danificação da estabilidade dimensional, pois existe uma contínua polimerização do material, com evaporação consecutiva e inevitável de álcool etílico (subproduto da polimerização), que leva a um alto encolhimento durante a presa (Hamalian et al., 2011; Vitti, da Silva, Consani, & Sinhoreti, 2013; Zarrintaj et al., 2019).

O facto de se tratar de um material hidrofóbico, apresenta uma desvantagem para a escolha deste material, sendo necessário secar a cavidade oral antes de iniciar a toma de impressões, para se evitar bolhas resultantes de água e/ou saliva presentes (Hamalian et al., 2011; McCabe & Walls, 2013).

Outro problema observado, é a dificuldade em alcançar as proporções certas quando é misturado manualmente. Problema este, que tem como consequência uma variação no tempo de presa do material, afetando assim, de forma indireta, a qualidade da impressão (Anusavice et al., 2012; Hamalian et al., 2011).

Ou seja, a hidrofobicidade, encolhimento e liberação de seus subprodutos, são algumas das desvantagens dos silicões de condensação, a serem tomadas em consideração antes de se escolher este material como material de impressão.

É de salientar, que o uso do silicone de condensação tem diminuído à medida que aumenta o uso de silicões de adição (McCabe & Walls, 2013).

1.3.3.4. Poliéter

O poliéter, introduzido na década de 60 do século XX, foi um material de impressão produzido exclusivamente para uso em Medicina Dentária (V. Noort, 2009).

São exemplos comerciais e populares deste material, o Polygel® (L.D. Caulk, Milford, DE), o Permadyne® (3M ESPE™, Minneapolis, MN), e o Impregum™ (Anusavice et al., 2012; Hamalian et al., 2011).

Este material é fornecido em duas pastas, pasta base e uma pasta catalisadora, na viscosidade regular, sendo mais viscoso que outros elastómeros regular (Anusavice et al., 2012; Hamalian et al., 2011; McCabe & Walls, 2013).

Mesmo na presença de saliva e sangue, exibe boas propriedades de molhabilidade, tendo características hidrofílicas. Contudo, é necessário que a cavidade oral esteja seca, para que seja possível executar uma impressão aceitável.

Considerados um material com excelente precisão, não tendo nenhum subproduto associado à sua polimerização, tornando-o dimensionalmente estável e permitindo o vazamento de modelos precisos mais do que uma vez a partir de uma só impressão (Hamalian et al., 2011; V. Noort, 2009).

Apresenta um tempo de presa curto (4 a 5 minutos), e no caso de serem utilizadas luvas em latex, não sofre alterações (Anusavice et al., 2012; Hamalian et al., 2011).

Comparando com o PVS o poliéter tem como desvantagem uma remoção difícil, por ser um material que se torna rígido. Com uma força de rasgamento considerada elevada, sendo que não rompe facilmente, permitindo obter detalhes subgingivais, mesmo após a remoção da impressão da cavidade oral (A. C. L. Faria et al., 2008; Hamalian et al., 2011).

Porém, a alta rigidez deste material é considerada uma desvantagem em determinados casos, como em doentes periodontais com perda de tecido de suporte, e em doentes com próteses fixas. É também considerada desvantagem, a fractura de troqueis de gesso na fase de desinserção do modelo, sendo esta uma situação comum (Hamalian et al., 2011). Outra inconveniência, é o mau cheiro e sabor do poliéter (Hamalian et al., 2011; Molinari, 2009).

Segundo Hamalian et al. (2011) devem existir cuidados na secagem da impressão posteriormente à sua toma, assim como posteriormente à desinfecção da mesma, pois a humidade provoca alterações de dimensão neste material.

De forma a prevenir o processo de expansão do poliéter no caso do momento da sua desinfecção, é recomendado durante um tempo aproximado de 10 minutos, usar um spray de hipoclorito de sódio, e de imediato realizar a sua lavagem e secagem e proceder com processo de obtenção da replica da cavidade oral (Anusavice et al., 2012; Hamalian et al., 2011; Molinari, 2009).

Tabela 1- Resumo das principais características dos materiais convencionais

Material	Classificação	Características	Tempos de presa	Vantagens	Desvantagens
Ágar	Hidrocolóide reversível	Hidrofilico	3 a 5 min.	.Preciso .Baixo custo .Prazo de validade longo	.Requer equipamento especial .Desconforto térmico .Rasga facilmente .Vazado imediatamente .Difícil de ver as margens e detalhes
Alginato	Hidrocolóide Irreversível	.Boa fluidez .Relativa fidelidade .Boas propriedades elásticas	.Tipo I- 1 a 2 min. .Tipo II- 2 a 4 min.	.Fácil manipulação .Preço económico	.Alterações dimensionais .Instabilidade ao longo do tempo .Rugosidade de superfície
Polissulfeto	Elastómero	Hidrofilico (moderadamente)	12 min.	.Excelente reprodução de detalhes	.Tempo de presa longo .Reduzida recuperação elástica .Odor e sabor .Toxicidade
Silicone de adição	Elastómero	.Natureza hidrofóbico .Moderada rigidez	6 min. (com pequenas variações)	.Ótima recuperação elástica .Boa estabilidade dimensional .Biocompatível	.Contaminação pelo latex .Hidrofóbicos Preço elevado
Silicone de Condensação	Elastómero	Hidrofóbico	5 a 8 min.	.Preço .Boa capacidade elástica	.Alterações dimensionais .Dificuldade em obter proporções corretas .Hidrofóbico
Poliéter	Elastómero	.Hidrofilico .Rígidos	4 a 5 min.	.Excelente precisão .Boa estabilidade dimensional .Elevada resistência ao rasgamento .Natureza hidrofílica .Excelente detalhe	.Alta rigidez .Sabor e odor .Reações alérgicas .Preço elevado

Fonte: (Anusavice et al., 2012; Hamalian et al., 2011; McCabe & Walls, 2013; Rocha Castro, 2005)

1.4. Quais os materiais de impressão convencionais ideais para impressão de implantes?

Os materiais de impressão de implantes têm de cumprir com alguns parâmetros: manipulação fácil, baixa toxicidade e compatibilidade biológica, resistência à ruptura, hidrofílico, precisão, recuperação elástica e estabilidade dimensional.

No entanto, não existe um material de impressão que obedeça idealmente a todos os critérios, porém, os materiais que mais se aproximam, e que têm sido identificados como o materiais de impressão mais indicados para impressão e implantes, são os silicones de adição (polivinilsiloxano ou PVS) e poliéteres (Bhakta, Vere, Calder, & Patel, 2011; Hamalian et al., 2011; Karl & Palarie, 2014; Lorenzoni et al., 2000; Schmidt, Häussling, Rehmann, Schaaf, & Wöstmann, 2018; Stober, Johnson, & Schmitter, 2010; Wee, 2000).

O poliéter, tem sido recomendado em virtude da sua estabilidade dimensional, rigidez, resistência á rutura e pela sua hidroflicidade (Lorenzoni et al., 2000; McCabe & Walls, 2013; Reddy, Prasad, Vakil, Jain, & Chowdhary, 2013). Na sua estrutura química, o poliéter contém grupos funcionais de carbonilo e éter, que permitem que as moléculas de água interajam por meio de ligações de hidrogênio, sendo que, se armazenado em meio húmido, pode ocorrer perda de precisão da impressão (Hussein, 2014; Thongthammachat et al., 2002).

O outro material frequentemente utilizado, o polivinilsiloxano (PVS), apresenta muitas das propriedades desejáveis do poliéter, no que diz respeito à qualidade das impressões, a um custo menor (Aguilar, Elias, Vizcarrondo, & Psoter, 2010).

Em comparação com o poliéter, o polivinilsiloxano demonstra uma maior precisão de transferência, e foi relatado que a combinação de *putty* e *light* de PVS, resulta numa maior precisão da impressão, comparando com impressões em poliéter, realizados em implantes localizados a subgingival (H. Lee, So, Hochstedler, & Ercoli, 2008). Comparando estes dois materiais, estudos defendem o polivinilsiloxano (H. Lee et al., 2008; Thongthammachat et al., 2002), alguns defendem o poliéter (Gupta, Narayan, & Balakrishnan, 2017; Haghi, Shiehzhadeh, Nakhaei, Ahrary, & Sabzevari, 2017; Tabesh, Alikhasi, & Siadat, 2018) enquanto outros não encontraram diferenças significativas (Burawi, Houston, Byrne, & Claffey, 1997; Reddy et al., 2013; Shankar et al., 2016; Vojdani, Torabi, & Ansarifard, 2015)

1.5. Tipos de moldeiras

Existem várias opções de moldeiras para a realização de impressões em próteses sobre implantes, que se dividem em 2 grandes grupos, as moldeiras universais, sendo estas em plástico (rígidas ou flexíveis) ou em metal; ou as moldeiras individuais, geralmente em resina acrílica (Carrotte, Johnson, & Winstanley, 1998; Gomes, Assunção, Costa, Delben, & Barão, 2006; Mitchell, Ramp, Ramp, & Liu, 2009).

As moldeiras universais dividem-se conforme a sua apresentação, em perfuradas ou lisas. Sendo que as moldeiras perfuradas regularmente utilizadas, quando existe necessidade de maior retenção do material de impressão à moldeira, é o caso do alginato. Enquanto que as moldeiras lisas, são utilizadas quando é necessário realizar impressões em godiva. Relativamente ao tipo de material em que é constituído a moldeira em si, as moldeiras universais podem ser em plástico, resina, aço inoxidável ou alumínio. Tendo em conta que a moldeira universal necessita cobrir toda a área a ser impressa, é frequente a necessidade de adaptações. Este é um procedimento denominado de “individualização da moldeira universal, tendo como objetivos principais, a uniformidade do material de impressão, condições de restringimento do material de impressão, maior abrangência possível da impressão, e por último servir de referência para o posicionamento final da impressão (A. C. L. Faria et al., 2008; Medeiros, 1999).

Já a moldeira individual, é só obtida após a realização do modelo de estudo, alcançado a partir da primeira impressão com uma moldeira universal. Este tipo de moldeira, confere uma réplica em três dimensões mais precisa dos maxilares: largura, altura e comprimento. Tendo em conta a grande variedade de tamanhos e formas dos rebordos alveolares, é indispensável o uso de moldeiras individuais, sendo estas especialmente confeccionadas e adaptadas a cada doente. Este tipo de moldeira é habitualmente em resina acrílica, sendo possível como alternativa confeccioná-la em materiais termoplásticos (godiva) ou resina fotopolimerizável. Por ser personalizada para cada doente, a moldeira individual gera moldes mais fiéis, permitindo uma uniformização da distribuição do material de impressão, entre a cavidade oral e a moldeira, aumentando assim a precisão da impressão, permitindo também a utilização de uma menor quantidade de material de impressão. Além do que, é menos desconfortável para o doente, pois permite um melhor ajuste, evitando assim, um excesso de extravasamento do material de impressão (Anusavice et al., 2012; Bhakta et al., 2011; Gomes et al., 2006; Medeiros, 1999; Shafa, Zaree, & Mosharraf, 2008).

A espessura do material de impressão, influencia de forma direta a precisão da impressão, tendo em conta a contração de polimerização (Eames, Wallace, Suway, & Rogers, 1979; Gonçalves et al., 2011). É por isso, recomendado que estas moldeiras possuam até 3 mm de alívio, com o objetivo de proporcionar uma maior estabilidade aos materiais de impressão (Marcinak, Young, Draughn, & Flemming, 1980). Deste modo, as moldeiras individuais têm maior indicação, por serem regularmente mais rígidas, conferindo ao material de impressão uma espessura ideal (Bhakta et al., 2011; Bomberg, Hatch, & Hoffman, 1985; Thongthammachat et al., 2002).

Burns et al. compararam a precisão de impressões, entre moldeiras convencionais e moldeiras individuais, de dois implantes dentários unidos por uma barra. Foi medido o desajuste vertical entre a estrutura de referência e o modelo. Os autores concluíram que, as moldeiras individuais proporcionam impressões mais precisas que as moldeiras universais, utilizando o mesmo material de impressão, corroborando mais uma vez com a hipótese de que a rigidez da moldeira individual diminui a distorção da impressão (Burns, Palmer, Howe, & Wilson, 2003).

Embora haja um consenso na literatura, das vantagens das moldeiras individuais em detrimento das moldeiras universais, independentemente de serem em plástico ou metal (Burns et al., 2003; Millstein, Maya, & Segura, 1998; Mitchell et al., 2009; Thongthammachat et al., 2002), estudos indicam que no decorrer da prática clínica diária, as moldeiras de universais são ainda as mais utilizadas (Samet, Shohat, Livny, & Weiss, 2005; Winstanley, Carrotte, & Johnson, 1997), por terem a vantagem de eliminar o tempo gasto na confecção das moldeiras individuais (Marotti, Tortamano, Wolfart, Paulo, & Sp, 2012).

Samet et al. avaliaram a qualidade de impressões enviadas a 11 laboratórios de prótese dentária, para a confecção de próteses parciais fixas. Contaram com um total de 193 impressões, tendo sido observadas e analisadas por três examinadores calibrados. Foi observado pelos autores que, a maior parte das moldeiras remetidas aos laboratórios, eram moldeiras universais, sendo a maioria (66,8%) em material plástico, 32,7% em metal e somente uma moldeira individualizada (0,5%). Foram observados resultados semelhantes, por Winstanley et al. que, em 290 impressões enviadas a quatro laboratórios, a maioria eram moldeiras universais de plástico flexíveis (58%).

Como consequência, ambos os autores confirmaram uma alta percentagem de erro, inerente às impressões: falta de retenção do material à moldeira, interferências do tecido mole na impressão, polimerização incompleta do material de impressão, presença

de bolhas, espessura excessiva do material de impressão, entre outras características negativas (Samet et al., 2005; Winstanley et al., 1997).

Shafa et al. analisaram o impacto da moldeira individual na precisão dos modelos de trabalho. Para este estudo, foram confeccionadas moldeiras individuais em resina acrílica e resina fotopolimerizável, com o objetivo de comparar a dimensão vertical, altura e comprimento em relação ao modelo original. Neste artigo, os autores não verificaram diferenças significativas entre os dois tipos de moldeiras, exceto na medição vestibulo - lingual em modelos confeccionados a partir de moldeiras em resina fotopolimerizável, tendo esta, maior precisão (Shafa et al., 2008).

A literatura demonstra vários artigos que defendem a utilização da moldeira individual para o procedimento de impressões, em oposição às moldeiras de universais. As moldeiras universais, não proporcionam um ajuste preciso à cavidade oral de cada doente, conseqüentemente, o material de impressão não está distribuído de forma uniforme, ou seja, a espessura do material de impressão não é homogênea, havendo por isso, um maior gasto com material de impressão, além de que, algumas moldeiras universais são mais flexíveis. Já as moldeiras individuais são rígidas, e por este motivo mais estáveis, possibilitando uma espessura homogênea de material de impressão, e como resultado possibilita moldes mais precisos e fidedignos (Burns et al., 2003; G. J. Christensen, 1990, 1992).

1.6. Técnicas de impressão de implantes

Os procedimentos de impressão em implantologia, são basicamente realizados por meio de duas técnicas: moldeira fechada (indireta, de transferência) ou aberta (direta, de arrasto) (Akça & Cehreli, 2004; Cabral & Guedes, 2007; Cappare, Sannino, Minoli, Montemezzi, & Ferrini, 2019; Carr, 1991; Gomes et al., 2006; Sang Jik Lee & Cho, 2011).

A técnica de moldeira fechada é habitualmente realizada em casos de implantes unitários, ou até três elementos não adjacentes entre si, em doentes dentados, sendo que o acesso ao componente de impressão (transferente ou *coping* de impressão) não é necessário. Cada *coping* de impressão é removido do implante e aparafusado no seu análogo após a obtenção do molde, ou então será “destacado” durante a impressão juntamente com o material já impresso, é o caso das coifas de plástico calcináveis. Posteriormente, o conjunto *coping* de impressão /análogo é encaixado manualmente no molde na posição idêntica à que se encontrava na boca (J. Silva, Rocha, Tabata, Assunção, & Almeida, 2008).

A técnica com moldeira aberta (de arrasto) está indicada quando é necessário um grau de precisão superior, especialmente em casos de implantes divergentes (mais de 25°), adjacentes, e pacientes desdentados (Bhakta et al., 2011; Copings et al., 2020; M. M. Silva, Mima, Segalla, Silva, & Pinelli, 2013). Depois de aparafusados os *copings* de impressão nos implantes através de parafusos-guia, deve ser utilizada uma moldeira plástica aberta, universal ou individualizada. As moldeiras abertas podem ser perfuradas localmente ou possuir uma janela, na localização dos *copings* de impressão. A janela é considerado uma vantagem, pois facilita o posicionamento da moldeira na cavidade oral no momento da inserção, evitando assim interferências no momento da toma de impressão (Bhakta et al., 2011; M. M. Silva et al., 2013).

A técnica de moldeira aberta oferece a possibilidade de união de *copings* de impressão, através de resina acrílica, com o objetivo de obter uma impressão ainda mais precisa, especialmente em casos de implantes múltiplos.

É amplamente discutido na literatura, as vantagens e desvantagens da união ou não de *copings*, os diferentes tipos de *copings*, comparação entre as técnicas e metodologias disponíveis, sendo que a maioria dos artigos evidenciam maior precisão quando há união dos *copings* de impressão (Acqua, Chávez, Castanharo, Compagnoni, & Molo, 2010; Assif, Fenton, Zarb, & Schmitt, 1992; Cabral & Guedes, 2007; Chee & Jivraj, 2006; Conrad, Pesun, DeLong, & Hodges, 2007; J. C. B. de Faria, Silva-Concílio, Neves, Miranda, & Teixeira, 2011; Filho, Mazaro, Vedovatto, Assunção, & Santos, 2009; J. Silva et al., 2008; Yamamoto, Marotti, Campos, & Tortamano, 2010).

As duas técnicas de impressão direta e indireta, têm sido comparadas por inúmeros autores (Assuncao, Gennari Filho, & Zaniqueili, 2004; Barrett, de Rijk, & Burgess, 1993; Cabral & Guedes, 2007; Carr, 1991; Conrad et al., 2007; Daoudi, Setchell, & Searson, 2004; De La Cruz et al., 2002; Herbst, Nel, Driessen, & Becker, 2000; J. Silva et al., 2008; Vigolo, Majzoub, & Cordioli, 2003; Wenz & Hertrampf, 2008).

Enquanto a grande maioria dos estudos indicaram melhores resultados com o uso da técnica de moldeira aberta, apenas dois artigos alcançaram resultados superiores, com a técnica de moldeira fechada (Burawi et al., 1997; Humphries, Yaman, & Bloem, 1990). Os autores alegaram que, para além da técnica ter sido mais precisa, exige menos tempo, proporciona maior conforto ao doente e é de execução fácil. Contudo, numa revisão sistemática da literatura, Lee et al. (2008) questionam os resultados evidenciados por estes autores, pois o planeamento clínico das pesquisas não era relevante e favorecia a técnica de moldeira fechada.

Daoudi et al. analisaram o reposicionamento dos *copings* de impressão após realização de impressões com moldeira aberta e fechada por três grupos distintos: protésicos, dentistas experientes e estudantes de pós-graduação.

Este estudo revelou que, independentemente da experiência clínica, os *copings* de impressão nunca regressavam à posição original, no caso das impressões com moldeira fechada, provavelmente devido à imprecisão inerente desta técnica. Esse erro ainda poderia ser multiplicado, no caso em que a impressão fosse realizada em implantes múltiplos.

Foi analisado, que em situações nas quais existiam quatro ou mais implantes, a técnica de moldeira aberta, foi mais precisa comparando com a técnica de moldeira fechada (Daoudi et al., 2004). No entanto, uma técnica de moldeira aberta pode não ser adequada se o paciente tem um reflexo de vômito exagerado, restringimento na abertura da boca ou se houver acesso limitado, por exemplo, dentição posterior (Copings et al., 2020).

1.6.1. Técnica de moldeira aberta (direta, de arrasto)

1. A tampa de cicatrização é removida e a cabeça de fixação do implante é exposta
2. *Copings* de impressão apropriados são selecionados e ajustados (Fig. 3, a). Em alguns casos, estes *copings* podem ser imobilizados na cavidade oral para fornecer maior rigidez e possivelmente maior precisão.

3. A moldeira aberta (esta moldeira pode ser universal personalizada em consultório, ou moldeira individual, com uma janela cortada sobre a zona do implante) é testada, sendo que os *copings* de impressão devem emergir no nível da janela. Isso permite uma fácil remoção dos *copings* de impressão, garantindo que os *copings* são suportados pelo material de impressão.

4. A janela é selada com cera (Fig. 3, b)

5. É efetuada a impressão com moldeira aberta preenchida com material elastomérico de consistência *heavy*, e com material de impressão elastomérico (polivinilsiloxano ou poliéter) de consistência *light* em torno dos *copings* de impressão. As pontas dos *copings* de impressão devem ser sentidas através da cera que cobre a janela (Fig. 3; c)

6. Uma vez efetuada a impressão, os *copings* de impressão são desenroscados através da janela, e a impressão é removida da boca juntamente com todos os *copings* de impressão (Fig. 3, d)

7. Os pilares de cicatrização são repostos (Bhakta et al., 2011; Straumann, 2016; Zavanelli, Zavanelli, & Mazaro, 2016).

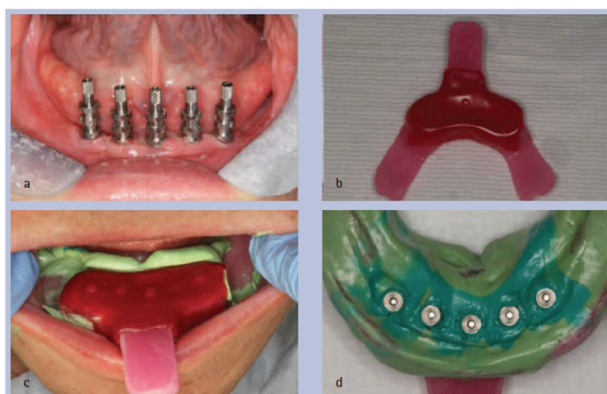


Figura 3. Impressão de implante com técnica de moldeira aberta: *copings* de impressão no sítio (a), moldeira individual com abertura selada com cera (b), impressão com os *copings* de impressão projetados na janela selada em cera (c), impressão completada com os *copings* de impressão *in situ* (d).

Fonte: (Bhakta et al., 2011).

1.6.2. Técnica de moldeira fechada (indireta, de reposição)

1. A tampa de cicatrização é removida, e a cabeça de fixação do implante é exposta (Fig. 4, a).

2. É selecionado um *coping* de impressão apropriado ao tipo e tamanho do implante, e encaixado na cabeça de fixação exposta do implante (Fig. 4, b). Caso o clínico não estiver confiante relativamente ao assentamento completo do *coping* de impressão na cabeça de fixação, deve ser realizada uma radiografia a confirmar.

3. Uma moldeira universal ou uma moldeira individual pode ser utilizada. Testar a moldeira selecionada, sendo importante garantir, que a moldeira cobre toda a arcada, que fornece espaço vertical adequado para o *coping* de impressão de impressão e espaço ideal para o material de impressão.

4. Aplicar um material de impressão elastomérico (polivinilsiloxano ou poliéter) de consistência *light* em torno do *coping* de impressão (Fig. 4, c-d), ter cuidado para não usar muito material, pois pode afetar o reposicionamento do *coping* de impressão. Preencher a moldeira com material elastomérico de consistência *heavy*.

5. Uma vez efetuada e removida a impressão, é deixado o *coping* de impressão na boca (Fig. 4, e).

6. O *coping* de impressão é então removido e reposicionado manualmente na impressão (Fig. 4, f). É importante que o *coping* se reposicione positivamente e é fundamental garantir que os detalhes geométricos do *coping* de impressão são registados com precisão na impressão (Fig. 5)

7. O pilar de cicatrização é repostado. *Copings* de impressão de plástico que se encaixam sob pressão na cabeça de fixação do implante, podem ser usados com a técnica de moldeira fechada (Fig. 6). Estes *copings* ficam embutidos no material de impressão e são removidos juntamente com impressão (acoplados à impressão). No entanto, existe um pequeno risco de desalojar a *coping* de impressão durante a obtenção e remoção da impressão (Bhakta et al., 2011; Straumann, 2016; Zavanelli et al., 2016).

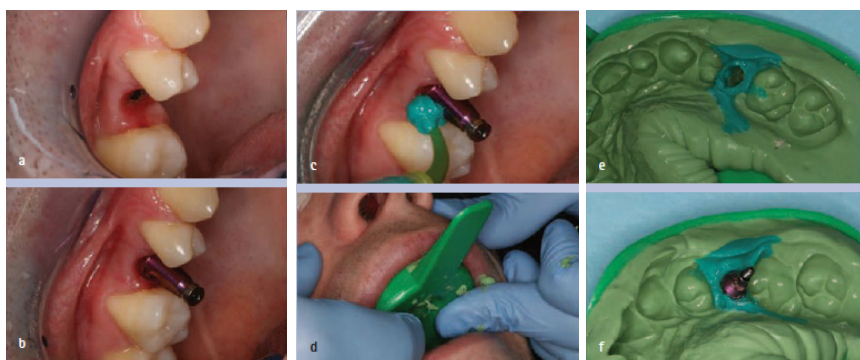


Figura 4. Impressão de implante com técnica de moldeira fechada: remoção do tampa de cicatrização e cabeça de fixação do implante exposta (a), *coping* de impressão no colocado (b), colocação de material de impressão *light* (c), toma de impressão numa moldeira universal (d), impressão com detalhes de tecido mole que circundam o implante e dentes adjacentes (e), reposição do *coping* de impressão na impressão. Fonte: (Bhakta et al., 2011),



Figura 5. Detalhe do *coping* de impressão gravado numa impressão de moldeira fechada. Fonte: (Bhakta et al., 2011).



Figura 6. *Copings* de impressão em plástico. Fonte: (Bhakta et al., 2011).

2. A Tecnologia CAD/CAM

A sigla CAD/CAM, significa na língua inglesa *Computer-Aided Design* e *Computer-Aided Manufacturing*, respetivamente. Sendo traduzida para Português como, desenho auxiliado por computação e manufatura auxiliada por computação, referindo-se então, a um processo de confeção controlado por computador (Mathew T. Kattadiyil, Charles J. Goodacre, and Nadim Z, 2013; Pandita et al., 2013; R. Van Noort, 2012).

A integração dos sistemas CAD e CAM numa tecnologia única e completa, a tecnologia CAD/CAM, possibilita a projeção de um elemento para um ecrã de computador, transmitindo esta informação através de interfaces de comunicação entre um sistema de confeção e o computador, assim, o elemento pode ser confeccionado de uma forma automática, numa máquina CAM (Giordano, 2006).

Os 3 componentes básicos, que constituem o sistema CAD/CAM são, *scanning* ou captura de dados (extraoral registando a anatomia dentária de modelos de estudo ou intraoral capturando pontos anatómicos singulares), CAD (desenho geométrico da restauração, existindo varias funcionalidades que permitem e facilitam a alteração da geometria da restauração) e CAM (fabrico da restauração) (Fuster-Torres, Albalat-Estela, Alcañiz-Raya, & Peñarrocha-Diago, 2009; Tselios, Parel, & Jones, 2006).

A tecnologia CAM, utiliza informação assistida por computador, dando forma a um elemento físico, que usa um método de subtração (removendo o material de um bloco inicial, até obter a forma previamente projetada digitalmente) ou de adição, com potencial para ser utilizado na elaboração rápida de protótipos, sendo esta última, a opção que tem sido gradualmente mais utilizada (Fuster-Torres et al., 2009; Joda, Zarone, & Ferrari, 2017; Tselios et al., 2006).

Durante os últimos vinte anos, tem-se observado um grande desenvolvimento da tecnologia CAD/CAM no que diz respeito aos *softwares* de desenho, ao *scanning*, à fresagem ou maquinação das estruturas protéticas e aos materiais cerâmicos (a zircónia, a alumina, dissilicatos de lítio e a cerâmicas feldspáticas) (Correia et al., 2006; Sneha & Abhilasha, 2010).

Esta tecnologia tem alcançado grande destaque nos últimos anos na medicina dentária, apresentando um imenso potencial de otimização nos tratamentos em implantologia, principalmente ao nível da confeção de modelos de diagnóstico e de pilares de prótese (Fuster-Torres et al., 2009; Joda, Ferrari, & Braegger, 2016; Kucey & Fraser, 2000; J. H. Lee, 2016; Tselios et al., 2006). Desta forma, os sistemas CAD/CAM eliminam algumas etapas do procedimento tradicional clínico e laboratorial. Não obstante a qualidade de restaurações protéticas confeccionadas através da colaboração entre o médico dentista e o técnico de prótese, todo o processo laboratorial mantém-se trabalhoso e está dependente de profissionais competentes, para a obtenção dos melhores resultados possíveis (Miyazaki et al., 2009).

A tecnologia CAD/CAM recorre à utilização de sistemas de impressão digital ou *scanners* digitais. Estes sistemas proporcionam uma metodologia mais automatizado e

padronizada, a redução dos custos de produção, restaurações de elevada qualidade, entre outras vantagens (Correia et al., 2006; Sneha & Abhilasha, 2010; Yuzbasioglu et al., 2014).

Novas abordagens na digitalização de implantes dentários, têm vindo a ser descritas, é o caso de Joda et al., que apresentam um novo método, permitindo simular a anatomia dentária natural a reabilitar, utilizando o dente contralateral como guia. Esta técnica é baseada na digitalização intraoral, que regista a três dimensões o posicionamento do implante. Desta maneira, cruza informação da análise feita a partir da tomografia computadorizada em cone beam (CBCT) e a digitalização intraoral (ambas do dente contralateral e da anatomia circundante da cavidade oral), o que possibilita usufruir de um sistema computadorizado para o desenhar um pilar de cicatrização individualizado, e a partir deste pilar obter a forma final da prótese.

Neste estudo, os autores referem ser possível eliminar tanto o tempo de estudo, como o condicionamento do perfil de emergência (Joda et al., 2016; Joda, Wittneben, & Brägger, 2014; Sang J. Lee & Gallucci, 2013). No entanto, esta nova metodologia carece de investigações longitudinais (Joda et al., 2016).

Apesar de ser mais dispendiosa, os autores defendem que, no que diz respeito à arquitetura final, os sistemas CAD/CAM permitem obter resultados mais previsíveis, visto que se trata de um técnica exclusivamente digital (Fig. 7) (Joda et al., 2016).

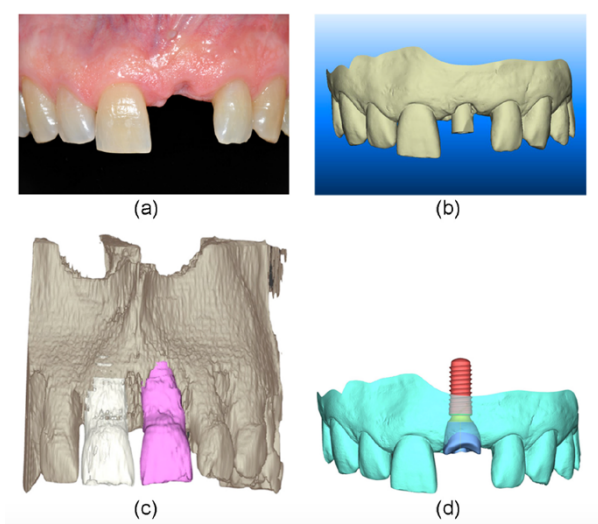


Figura 7. Técnica de digitalização intraoral: fotografia intraoral da situação clínica, ausência do dente 21(a), *screenshot* do ficheiro STL com o *scanbody* inserido para detecção da localização final do implante (b), dados digitais do maxilar, com dente natural 11 segmentado [branco] e cópia espelhada para visualização do perfil de emergência prospectivo da reconstrução do implante na posição 21 [rosa] (c), e imagem tridimensional do *abutment* de cicatrização individualizado no topo do implante virtual na posição 21 (d). Fonte: (Joda et al., 2016).

Fuster-Torres et al. afirmam que, para além dos pilares produzidos pela tecnologia CAD/CAM serem bastante resistentes e exclusivos a cada doente, estes não são nem

encerados, nem vazados a gesso, desta forma apresentando boas propriedades estéticas e uma maior precisão (Fuster-Torres et al., 2009).

Outras técnicas de impressão de implantes averiguadas durante este trabalho, consideradas promissoras pelos diferentes autores, são: Proussaefs apresenta um protocolo clínico em que incorpora o sistema CAD/CAM, realizando impressões iniciais antes da intervenção cirúrgica (em PVS), digitaliza estas impressões e simula o desenho das próteses finais no software; Lin et al. referem uma técnica, que se baseia na remoção das próteses provisórias e aplicação de copings de impressão digitalizáveis; Mesquita et al. expõem uma técnica de digitalização dupla, cruzando duas fontes de informação (o modelo de estudo que apresenta a posição e superfície do implante, e os pilares de cicatrização encerados); Monaco et al. apresentam uma técnica digital nova, designada pelos autores de “Fully Digital Technique”, preconizando esta tecnologia a realização de uma impressão do tecido mole periimplantar e do perfil de emergência em duas etapas; Joda et al. (como abordado em cima) e Hinds relatam pela primeira vez, várias técnicas de impressão digital, recorrendo à digitalização de um *coping* de impressão individualizado e transferindo os contornos dos tecidos moles supraimplantares (Hinds, 1997; Joda et al., 2017; J. H. Lee, 2016; Lin, Harris, & Morton, 2013; Proussaefs, 2015; M. M. Silva et al., 2013).

Papadopoulos et al. referem que o sistema CAD/CAM apresenta-se como promissor, sendo que o *abutment* final pode ser confeccionado e entregue num processo considerado rápido (até no mesmo dia), o que diminui o tempo de cadeira (Papadopoulos, Pozidi, Goussias, & Kourtis, 2014).

Porém, o domínio desta tecnologia é necessário, assim como acesso aos equipamentos, o que eventualmente pode não ser fácil, consequência do elevado valor destes aparelhos, sendo este um fator limitante para que a sua utilização se difunda amplamente na medicina dentária (Papadopoulos et al., 2014).

Posto isto, Fuster-Torres et al. relatam que, é possível reduzir o encargo económico relativamente à utilização desta tecnologia, quanto maior for o tempo de utilização da mesma. Realçam igualmente, que existe uma facilidade de utilização deste sistema na manipulação dos tecidos moles e na redução do tempo total de tratamento.

Abordando contudo, alguns aspetos negativos, como imposição de manter um espaçamento de 2mm entre implantes e de pelo menos 6mm entre arcadas, de ocorrer uma espessura de tecido mole periimplantar superior a 1mm, e a dependência do uso limitado a um sistema de implantes específico (Fuster-Torres et al., 2009).

2.1. A história do CAD/CAM

Os sistemas CAD/CAM são uma tecnologia bastante utilizada em inúmeras indústrias, para recolher informação, desenhar, e confeccionar uma vasta variedade de produtos, tendo iniciado a sua função e utilidade em medicina dentária a partir de 1980 (Baroudi & Ibraheem, 2015; Miyazaki et al., 2009; Perng-Ru, Liu DMD, 2005).

A sua origem deu-se com desenvolvimento de máquinas controladas numericamente (C.N.), no final dos anos 40 e inícios dos anos 50. Mas foi no final dos ano 50 e início dos anos 60, que surgiu o termo C.N.C, designando o processo de controlo de máquinas através de computadores. Este termo (C.N.C), atualmente, engloba vários processos de confeção automáticos, como: corte a Laser, torneamento, oxicorte, fresagem, entre outros. Posto isto, a sigla CAM é utilizada em todas estas disciplinas, e outras que possam surgir (R. Van Noort, 2012).

Na década de 70 iniciaram-se as primeiras experiências, com François Duret em França, Werner Mormann e Marco Brandestini na Suíça e Bruce Altschuler nos Estado Unidos da América (Correia et al., 2006; Perng-Ru, Liu DMD, 2005).

François Duret em 1971, foi o primeiro a confeccionar coroas por meio de uma variedade de sistemas, iniciando com uma impressão digital de um preparo dentário, seguida pelo desenho da restauração, terminando no seu fabrico, através de uma máquina de fresagem (Priyanka, Sujesh, Kumar, Rao, & Srujana, 2020; Schepke, Meijer, Kerdijk, & Cune, 2015; Sneha & Abhilasha, 2010).

Em 1977 Young e Altschuler, apresentaram o conceito de utilizar a holografia laser, com o objetivo de efetuar o mapeamento intraoral. (2006 Correia; 2005 Liu).

E foi Duret, em 1984, que desenvolveu o “sistema Duret”, denominado de *Sopha Bioconcept System* (Sopha Bioconcept, Inc, Los Angeles), tendo sido um progresso de grande importância dos sistemas CAD/CAM. Através deste sistema, Duret demonstrou a competência dos mesmos na confeção de estruturas protéticas. Contudo, tendo em conta a complexidade de utilização destes sistemas e o seu elevado custo, não teve sucesso na área da medicina dentária (2006 Correia; 2005 Liu; 2011 davidowitz).

Já em 1980, foi desenvolvido por Mormann e Brandestin, na Universidade de Zurique, o sistema CEREC, considerado o primeiro sistema CAD/CAM viável a ser comercializado e utilizado em medicina dentária (2015 Baroudi; 2006 Correia; 2005 Liu ; 2009 miyazaki ; TESE Bruno de Carvalho 2013; 2016 ahlholm; 2020 Priyanka).

A utilização “*chairside*” foi introduzida pelo sistema CEREC, que possibilitou obter restaurações protéticas numa única consulta (2015 Baroudi; 2020 Priyanka). Desde então, até ao presente, têm-se verificado grandes desenvolvimentos desta tecnologia, que conduzem ao sucesso contemporâneo dos sistemas CAD/CAM (2005 Liu; 2020 Priyanka).

2.2. Procedimentos de um sistema CAD/CAM

Atualmente podemos diferenciar vários métodos CAD/CAM (**Tabela 2**):

-CAD/CAM direto, procedimento digital realizado no consultório numa só sessão.

-CAD/CAM semidirecto, o scan intraoral é realizado e enviado digitalmente ao laboratório.

-CAD/CAM indireto, realizada impressão convencional que é posteriormente enviada ao técnico de prótese, sendo que este faz o levantamento digital dos dados (Roques C., 2014).

Tabela 2. Etapas dos diferentes procedimentos de CAD/ACM (etapas no consultórios e etapas no laboratório)

CAD-CAM direto	CAD-CAM semidireto	CAD-CAM indireto
1. Impressão ótica intra-oral	1. Impressão ótica intra-oral	1. Impressão convencional
2. Realização dum modelo virtual	2. Realização dum modelo virtual	2. Realização dum modelo físico e scan deste modelo ou diretamente da impressão
3. CAD	3. Envio ao laboratório por o net	3. CAD
4. CAM: fabricação e acabamentos	4. Fabricação dum modelo em resino por impressão 3D	4. CAM
5. Colocação da protese	5. CAD	5. Acabamentos
	6. CAM	6. Envio ao consultório para colocação
	7. Acabamentos	
	8. Envio ao consultório para colocação	

Fonte: (Roques C., 2014).

Relativamente ao processo em si, o sistema CAD/CAM pode ser dividido em três etapas distintas:

- Aquisição de informação, através de digitalização intraoral

- *Design* da peça digitalmente (através de software de computador)
- Confeção da peça (fresagem) (Sneha & Abhilasha, 2010).

A fase CAD pode contar com as etapas, aquisição de informação ou digitalização, e *design* da peça, enquanto a fase CAM é composta exclusivamente pela etapa de confeção da peça (fresagem) (Miyazaki et al., 2009; Ting-shu & Jian, 2015).

Através um *scanner* intraoral, é efetuada a leitura da cavidade oral, e a partir de um *scanner* extraoral é feita a leitura de elementos fora da cavidade oral (modelos de gesso ou impressões convencionais). Posteriormente, estes dados são convertidos em informação digital tridimensional (3D), de leitura num computador, através de num *software* (Sneha & Abhilasha, 2010).

Após a digitalização, e da transferência dessa informação para um programa de desenho ou *software*, o CAD, é possível editar e adaptar virtualmente a peça pretendida (2006 Correia). Nesta fase são definidos características como, a espessura da peça dos materiais a fresar (Correia et al., 2006).

Dependendo do fabricante do *software*, esta etapa, pode ou não permitir, a confeção de próteses parciais fixas de quase todo o tipo, são exemplos, facetas, pontes, coroas unitárias, *overlays*, *onlays* e *inlays* (Beuer et al., 2008).

Através do CAD, é possível gerar informação necessária para que os aparelhos de fresagem possam efetuar o fabrico da peça pretendida, a partir do desenho digital, peça esta, obtida a partir de blocos pré-fabricados de diversos materiais (Sneha & Abhilasha, 2010)

Após a seleção do material, é colocado numa unidade de fresagem o bloco no material eleito (CAM), dando inicio a um método de subtração para confeção da peça, de acordo o número de eixos em que é composta (Correia et al., 2006).

As unidades de fresagem podem ter vários eixos de fresagem (três, quatro ou cinco), eixos esses que influenciam a capacidade de precisão e detalhe geométrico da peça (Beuer et al., 2008; Correia et al., 2006).

2.3. Tipologia dos sistemas CAD/CAM

De acordo com a capacidade de partilhar ou ceder dados CAD, os sistemas CAD/CAM podem ser divididos em dois tipos, em os sistemas fechados e abertos (Alghazzawi, 2016; Correia et al., 2006; Ting-shu & Jian, 2015).

Os sistemas abertos possibilitam a escolha de outras unidades de fresagem ou *softwares* de desenho, no procedimento CAD/CAM, sendo esta uma vantagem destes

sistemas, pois torna possível a troca de dados CAD, a outras unidades CAM, com capacidades mais elevadas de fresagem. Este sistema, não só permite a partilha de dados, como também possibilita a receção de dados de outros sistemas (Alghazzawi, 2016; Correia et al., 2006; Ting-shu & Jian, 2015).

Já os sistemas fechados, oferecem o sistema de produção num todo, não permitindo trocas de informação CAD com diferentes sistemas CAD/CAM do mercado (Alghazzawi, 2016; Correia et al., 2006; Ting-shu & Jian, 2015)

Dependendo do local onde são utilizados, também podem ser classificados em três grupos de conceitos de produção diferentes:

- (1) sistemas diretos, produção de cadeira, “*in-office*” ou “*chairside*”;
- (2) sistemas indiretos, produção laboratorial ou de laboratório (“*in-lab*”);
- (3) sistemas de confeção centralizada, centros de fresagem

(Alghazzawi, 2016; Baroudi & Ibraheem, 2015; Beuer et al., 2008; Correia et al., 2006; Miyazaki et al., 2009; Sneha & Abhilasha, 2010).

Os sistemas diretos, “*in-office*” ou “*chairside*”, são constituídos por 3 elementos, ou seja, um *scanner* ótico intraoral, uma unidade CAD e o aparelho de fresagem, para utilização na clínica (2008 beuer). Assim sendo, o fabrico da peça pode acontecer na própria clínica, não sendo necessário impressões convencionais ou procedimentos exteriores em laboratório. Deste modo, economizando tempo, e possibilitando a confeção da peça numa única consulta, descartando a necessidade de restauração provisória (Alghazzawi, 2016; Baroudi & Ibraheem, 2015; Beuer et al., 2008; Neto, 2012; Sneha & Abhilasha, 2010).

Já os sistemas indiretos de produção laboratorial, como o nome indica, são essencialmente de confeção e utilização num espaço laboratorial (de prótese). Têm habitualmente dimensões superiores, comparando com os sistemas *in-office*, possibilitando a confeção de um número maior de peças. As consultas segundo este sistema, procedem-se de forma convencional, ou seja, conforme o registo tradicional de trabalho entre médico dentista e o técnico de prótese (Beuer et al., 2008; Vadapalli et al., 2016) (Vadapalli et al., 2016). Sendo a única diferença, durante o procedimento laboratorial, em que, a impressão convencional é enviada para o laboratório, posteriormente deve ser obtido um modelo de gesso pelo técnico de prótese, passando as seguintes etapas de produção a ser efetuadas através da tecnologia CAD/CAM (Beuer et al., 2008; Neto, 2012; Sneha & Abhilasha, 2010).

O CEREC, é o único sistema, de todos os sistemas, que pode oferecer as duas modalidades, sendo considerado tanto como um sistema de laboratório e como um sistema *in-office* (CEREC Chairside e InLab). O sistema Evolution D4D, é um sistema disponível no mercado equivalente ao sistema CEREC Chairside, sendo que este, só dispõe a tipologia *in-office ou chairside* (Baroudi & Ibraheem, 2015; Perng-Ru, Liu DMD, 2005).

O sistema iTero e Lava C.O.S (*Chairside oral scanner*), são outros sistemas disponíveis, para obtenção de impressões intraorais digitais, contudo, as peças são desenhadas e posteriormente fresadas num laboratório ou centro de fresagem, sendo que estes não representam sistemas *in-office* (Baroudi & Ibraheem, 2015).

Nos último 10 anos, tem aumentado a procura por sistemas em laboratório, sendo exemplos, o Lava, DCS Precident, CEREC inLab e o Procera (Perng-Ru, Liu DMD, 2005; Powers & Wataha, 2014).

A diferença entre os sistemas CAD/CAM de utilização nos centros de fresagem e os sistemas de laboratório dá-se na etapa de maquinação, sendo nesta caso, efetuada num centro de fresagem particular da empresa (Beuer et al., 2008). O Lava™ da 3M™ e o NobelProcera™ da NobelBiocare são dois exemplos deste tipo de sistema (Neto, 2012).

2.4. Componentes da tecnologia CAD/CAM

O sistema CAD/CAM é constituído por três componentes essenciais, que permitem alcançar o desenho de uma estrutura protética de forma digital, e posteriormente confeccionar a peça a partir de uma máquina de fresagem. (Correia et al., 2006; Pinto de Carvalho, 2013 2016 Tariq).

Componentes CAD/CAM (Fig. 8):

(1) O sistema de leitura, designado de *scanner*, que recolhe dados cavidade oral convertendo estes dados em impressões digitais.

(2) O *software* de desenho (CAD), que define o desenho e geometria da peça a ser confeccionada.

(3) O CAM que programa diretamente o processo de confeção, e realiza a sua confeção através das unidades de fresagem (por subtração ou por adição) (Beuer et al., 2008; Correia et al., 2006; Ting-shu e Jian, 2014 ; 2016 Tariq).



Figura 8. Componentes de um sistema CAD/CAM: *scanner* óptico digital (a), Unidade CAD (*software* de desenho (b), Unidade de fresagem (CAM) (c). Fonte: (Dentsply Sirona, n.d.).

2.5. Vantagens da tecnologia CAD/CAM

A tecnologia CAD/CAM oferece uma série de vantagens, entre elas (Fig. 9):

- Redução de erros humanos
- Melhoria a aquisição e processamento de dados
- Maior rapidez nos procedimentos.
- Consulta mais atrativa do ponto de vista do doente (Marketing)
- Redução dos custos que advêm da utilização dos materiais convencionais
- Informação manipulada digitalmente
- Melhora a comunicação com o paciente
- Maior conforto para o doente
- Redução do risco de infecção cruzada
- Permite o armazenamento de modelos digitalmente
- Permite o controlo de qualidade a nível micrométrico (grande importância em infraestruturas de próteses aparafusadas sobre implantes)
 - Maior critério de adaptação das peças
 - Oferece a possibilidade de se obter infraestruturas de prótese com diferentes materiais (Zircônia, Liga de Cobalto-Cromo, Titânio, entre outros)
 - O *scanning* de implantes e os seus componentes apresentam grande eficácia (3shape, 2020; Alikhasi, Siadat, Nasirpour, & Hasanzade, 2018; Almeida e Silva et al., 2014; Barshev & Mikhas'kov, 2011; Brown, 2012; Davidowitz & Kotick, 2011; Harsono, Simon, Stein, & Kugel, 2013; Kapos & Evans, 2014; F. Mangano, Gandolfi, Luongo, & Logozzo, 2017; Miyazaki et al., 2009; Patzelt et al., 2014; Perng-Ru, Liu DMD, 2005; Renne, 2014; Seelbach, Brueckel, & Wöstmann, 2013; Ting-shu & Jian, 2015; R. Van Noort, 2012; Yuzbasioglu et al., 2014).

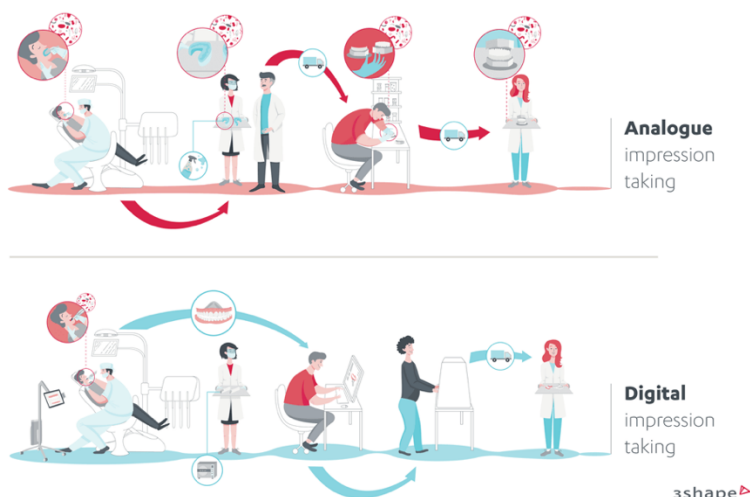


Figura 9. Toma de impressões convencional vs. Digital. Fonte:(3shape, 2020).

2.6. Limitações da tecnologia CAD/CAM

Os sistemas CAD/CAM, laboratoriais ou clínicos, possuem algumas limitações e fatores que podem afetar a sua precisão, sendo algumas das suas desvantagens:

- Custo de aquisição dos equipamentos
- Curva de aprendizagem
- Necessário mais evidencia científica
- Existência de sistemas fechados
- Ausência de protocolos
- Risco de infecção cruzada
- Desatualização dos sistemas devido a constante evolução tecnológica
- Dificuldade na detecção de linhas marginais profundas em preparos dentários
- Necessidade do uso de produtos (Sprays refletoras de luz), podem resultar numa fina camada que pode gerar desadaptação da peça a fresar.
- Impossibilidade de fazer impressões digitais em simultâneo dentro da mesma clínica em diferentes gabinetes (se a clínica só possuir um *scanner* intraoral)

(3shape, 2020; Alikhasi et al., 2018; Almeida e Silva et al., 2014; Barshev & Mikhas'kov, 2011; Brown, 2012; Davidowitz & Kotick, 2011; Harsono et al., 2013; Kapos & Evans, 2014; F. Mangano et al., 2017; Miyazaki et al., 2009; Patzelt et al., 2014; Perng-Ru, Liu DMD, 2005; Renne, 2014; Seelbach et al., 2013; Ting-shu & Jian, 2015; R. Van Noort, 2012; Yuzbasioglu et al., 2014).

3. O scanner digital

O sistema de impressão digital trata-se de um equipamento ou dispositivo, que é utilizado para registrar superfícies topográficas intraorais, ou extraorais (modelos de gesso ou impressões dentárias) (Pradíes et al., 2015).

Sendo este o primeiro componente de um sistema CAD/CAM, tem como objetivo o mapeamento tridimensional para a criação de um modelo virtual, nomeado de impressão digital, que possibilita o desenho de peças (como restaurações protéticas) a partir de um computador, e posteriormente ser realizado o seu fabrico. A este processo chamamos de sistema CAD/CAM (Birnbaum & Aaronson, 2008; Logozzo, Zanetti, Franceschini, Kilpelä, & Mäkynen, 2014; Ting-shu & Jian, 2015) (2008 Birnbaum ; 2014 Logozzo; 2014 ting-shu).

3.1. Tipos de scanners

Os *scanners* digitais podem ser divididos em dois grupos, tendo em conta o local (cavidade oral ou elemento extraoral) onde é realizada a digitalização.

Sendo o primeiro grupo, os *scanners* intraorais (Fig. 10, a), originam instantaneamente um modelo de trabalho digital, a partir de digitalizações das estruturas orais, e assim para permitir o desenho e confecção de peças, em centros de fresagem, sistemas *in-office* ou em laboratório. (2013 Petter)

Os *scanners* extraorais são o segundo grupo (Fig. 10, b) em que a digitalização é efetuada de forma externa, ou seja, fora da cavidade oral, sobre uma impressão ou modelo de gesso (2013 Petter).



(a)



(b)

Figura 10. Scanners digitais: scanner intraoral (a), scanner extraoral (b). Fonte: (Dentsply Sirona, n.d.; Nobel Biocare, 2020).

Os *scanners* intraorais são considerados superiores a nível de praticidade e rapidez, visto que prescindem de etapas necessárias para efetuar um *scanning* extraoral,

como por exemplo, remove a etapa de toma de impressão convencional, e elaboração de um modelo de estudo em gesso (Correia et al., 2006).

É possível também, classificar os *scanners* segundo o *scanning* ou tipo de digitalização. Assim sendo, separam-se em *scanners* mecânicos, que se apoiam na leitura dos modelos por contacto, e os *scanners* óticos, que fazem uso da tecnologia ótica para efetuar a digitalização (Beuer et al., 2008).

Os *scanners* intraorais óticos operam segundo diferentes tecnologias, sendo o termo inglês *non-contact optical technologies*, utilizado para fazer referência a princípios físicos, ou tecnologias, nos quais estes sistemas se apoiam. Exemplos desses princípios são: a interferometria, a tomografia de coerência ótica, princípios de contraste de fase, a esteriovisão, a microscopia confocal e a triangulação ativa e passiva (F. Mangano et al., 2017; Richert et al., 2017). A maior parte dos sistemas digitais óticos existentes no mercado, combina mais do que um dos princípios de digitalização citados acima, com o propósito de reduzir problemas relacionados com a distorção durante o processo *scanneamento*. São também utilizados componentes óticos e vários tipos de fontes de luz (Logozzo et al., 2014; Richert et al., 2017).

Tabela 3. Detalhes gerais de modelos mais recentes (das marcas indicadas) dos *scanners* intraorais representados.

Scanners	Empresa	Princípio de funcionamento	Tratamento prévio com pó
CEREC®	Sirona, Bensheim, Germany	.Leitura contínua de imagens .princípio: .Triangulação óptica .Microscopia confocal,	-
TRIOS™	3Shape, Copenhagen, Denmark	.princípio: .Seccionamento ótico ultrarrápido .Microscopia confocal	-
True Definition®	3M ESPE, Seefeld, Germany	.Imagens monocromáticas .princípio: .Active wavefront sampling .Captura de vídeo 3D	Sim
CS®	Carestream Dental, Atlanta,	.Vídeo 3D de velocidade ativa .princípio:	-

	Georgia, United State	.Triangulação ótica	
iTero®	Cadent Inc., Carstadt, New Jersey, United State	.princípio: .Microscopia confocal paralela	-
Lava C.O.S®	3M ESPE, Seefeld, Germany	.Tecnologia 3D in-motion .princípio: .Active wavefront sampling	Sim

Fonte: (Alghazzawi, 2016; Kanchan Aswani, Sattyam Wankhade, Arun Khalikar & Department, 2019; Ting-shu & Jian, 2015).

Tabela 4. Detalhes gerais de modelos mais recentes (das marcas indicadas) dos scanners intraorais representados, continuação.

Scanners	Sistema aberto/fechado	Tecnologia de aquisição	Imagem colorida
CEREC®	Fechado	Luz Branca	Sim
TRIOS™	Aberto	LED azul	Sim
True Definition®	Aberto	LED azul	Não
CS®	Aberto	LED Branco	Sim
iTero®	Aberto	.princípio: .Microscopia confocal paralela	Sim
Lava C.O.S®	Semi-aberto	Luz Azul	Sim

Fonte: (Alghazzawi, 2016; Kanchan Aswani, Sattyam Wankhade, Arun Khalikar & Department, 2019; Ting-shu & Jian, 2015).

Este tipo de scanners (os *scanners* intraorais óticos) podem ser divididos em dois tipos, (conforme está exposto na Tabela 3: (1) scanners de imagem única, que gravam imagens individuais. As câmeras iTero (Align Technology), PlanScan (Planmeca), CS 3500 (Carestream Dental LLC) e Trios (3 formatos) são câmaras de imagem única, que registam o equivalente a cerca de três dentes numa única imagem.

Para registrar áreas maiores da cavidade oral, uma série de imagens individuais sobrepostas são gravadas, e deste modo, o software monta as imagens num modelo virtual tridimensional de maiores dimensões. A câmera é posicionada em ângulos diferentes para garantir um registro preciso de toda a área a ser impressa digitalmente; e (2) câmeras de vídeo, usadas pelos sistemas “*True Definition*” (versão mais recente do Lava Chairside Oral Scanner, COS), Apollo DI (Sirona) e OmniCam (Sirona) (Alghazzawi, 2016).

1.1. A digitalização intraoral de implantes

Embora existam vários sistemas de scanners intraorais, todos têm um fluxo de trabalho semelhante, podendo sofrer algumas variações, que dependem de fatores como, o tipo de tratamento que vai ser realizado (por exemplo um *overlay*, uma prótese sobre implante, entre outros.), da necessidade ou não de aplicação de pó e do *scanner* intraoral a ser utilizado (Lava C.O.S., CEREC, iTero, TRIOS ou E4D) (Ting-shu & Jian, 2015).

No entanto, a técnica de impressão digital de implantes é idêntica entre diferentes sistemas, seguindo a seguinte sequência: Numa primeira fase primeira etapa, uma vez que a osteointegração do implante e a regeneração dos tecidos esteja completa, e uma vez que o doente tem indicação para efetuar a *scann* digital, prepara-se o *hardware* e *software*; faz-se preparação da cavidade oral, remoção da tampa de cicatrização, ficando a cabeça de fixação do implante exposta ; *scanning em si*, este exame é semelhante a uma impressão de transferência de implante convencional, com a diferença, que em vez de um *coping* de transferência de implante tradicional, é utilizado um *coping* específico para o propósito de *scanning* digital, que é por sua vez colocado e ajustado. É realizado então o *scann* digital do *coping* de impressão, dos dentes adjacentes, tecido circundantes, arcada oposta e do registo de mordida, (Fig. 11, (a); (b) e (c)), obtenção do modelo virtual tridimensional, através de um ecrã de computador, com acesso ao software específico para o efeito, e visualização de todas as superfícies necessárias para a confecção do *abutment* e da coroa (Fig. 11, (d) e (e)), confirmação através de uma radiografia e envio para o laboratório (se necessário), com instruções, que incluem cor, seleção do material do *abutment* (titânio ou zircônia) e seleção do material da coroa. Neste ponto, o modelo, o *abutment* e a coroa podem ser feitos pelo mesmo laboratório, ou instalações separadas, dependendo do sistema de digitalização que está sendo utilizado (Fig. 11 (f) à Fig. 12 (h)). Uma vez que o *abutment* e a coroa estejam concluídos, a próxima visita ao consultório não é diferente de um consulta convencional de inserção de um *abutment* e

de coroa (Fig. 12 (i) à (k)) (Alghazzawi, 2016; F. Mangano et al., 2017; Patzelt et al., 2014; Ting-shu & Jian, 2015).

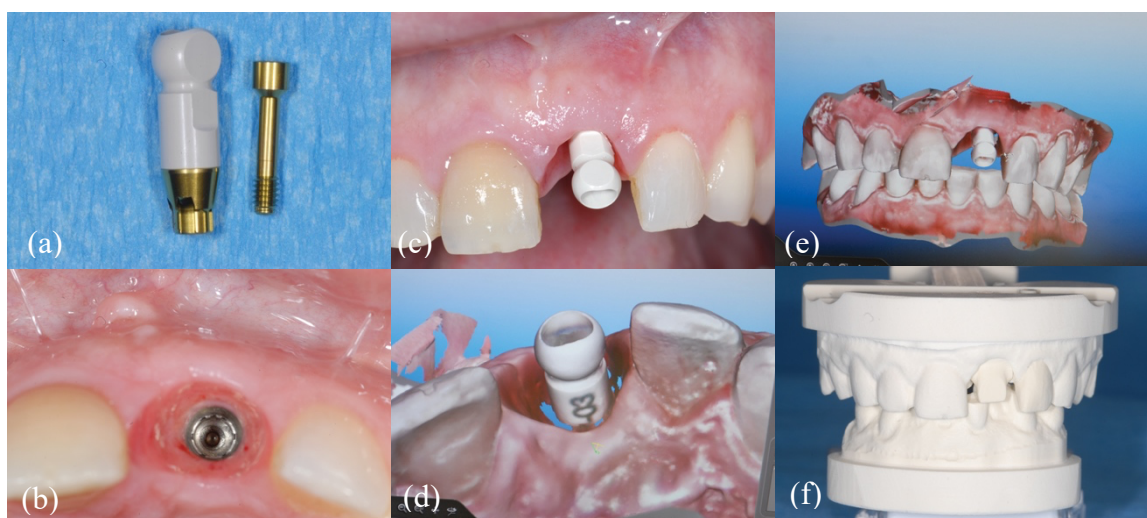


Figura 11. Digitalização intraoral de implantes: *Copping* de impressão (a); remoção do tampa de cicatrização e cabeça de fixação do implante exposta (b); *Copping* de impressão colocado (c); imagem de impressão digital intraoral, de uma vista palatina (d); imagem de impressão digital intraoral, de uma vista frontal das duas arcadas (e); Modelo digital com *abutment* análogo removível colocado (f). Fonte: (Wilk, 2015).

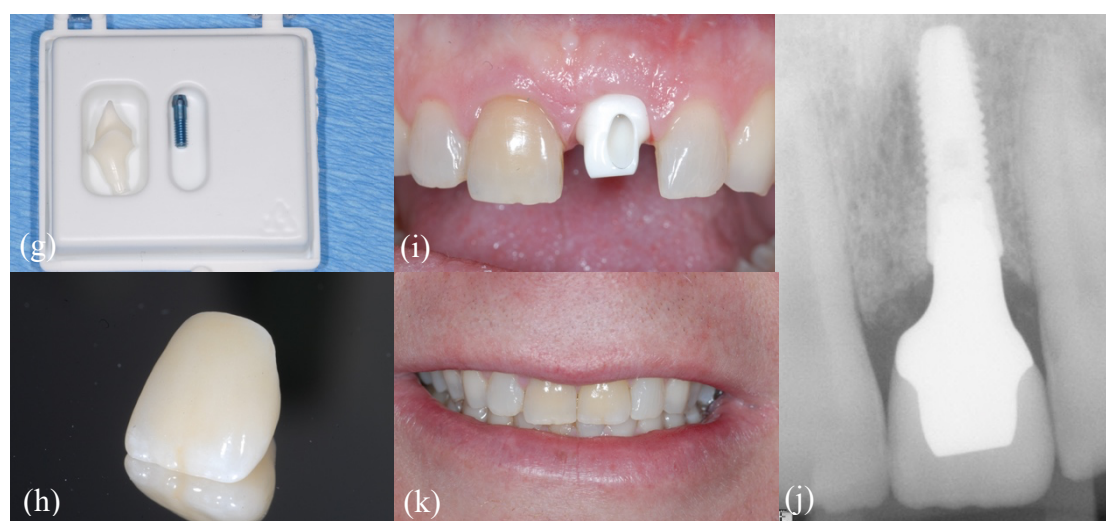


Figura 12. Digitalização intraoral de implantes (continuação): Abutment individual confeccionado em zircônia (g); Coroa confeccionada em Dissilicato de Lítio (h); Colocação do *abutment* (i); radiografia final (j); Fotografia final (k). Fonte: (Wilk, 2015).

1.2. Fluxo de trabalho digital

Em 2014, Logozzo et al. estabeleceram três procedimentos, definindo tipos distintos e as suas respectivas etapas de impressões digitais: o procedimento tradicional, o procedimento digital primário, e o procedimento digital rápido.

O procedimento tradicional, tem início no consultório através de uma impressão tradicional, seguindo posteriormente um protocolo convencional entre a clínica e o laboratório. Esta impressão, é de seguida vazada a gesso em laboratório, sendo realizada uma leitura do modelo de gesso através de um *scanner* extraoral pelo técnico, efetuado o design/desenho da peça desejada e a sua confeção através de uma máquina fresadora (Logozzo et al., 2014).

Já o segundo tipo de procedimento, oferece a possibilidade de ser realizada uma impressão digital por parte de qualquer clínico, desde que tenha acesso um *scanner* ótico intraoral, mesmo que não possua os restantes componentes para finalizar uma técnica CAD/CAM. Neste contexto, o médico dentista efetua uma impressão digital, posteriormente enviando os dados obtidos por este tipo de impressão para um centro de fresagem ou laboratório. Numa segunda fase, isto é, o design/desenho da estrutura protética e a sua confeção, serão realizados num centro de fresagem ou em laboratório. É importante referir, que o desenho da peça pode ser efetuado na primeira consulta em consultório, através de um *software* CAD, só depois enviado ao centro de fresagem ou laboratório, sendo estes os possíveis confeccionadores da peça (Logozzo et al., 2014).

E finalmente o procedimento digital rápido, este pode ser alcançado através de um *scanner* ótico intraoral provido de uma unidade de fresagem *chairside* ou *n-office*. segundo este tipo de procedimento, o médico dentista realiza a totalidade dos procedimentos de um sistema CAD/CAM, do início ao fim, ou seja, efetua a impressão digital, realiza o design/desenho da peça com o *software* CAD, e por fim confeciona a peça numa unidade de fresagem. Sendo todos os passos referidos em cima, efetuados na clínica, ou seja, “*in-office*”, oferecendo a oportunidade (se possível), de serem realizadas numa única consulta (Logozzo et al., 2014).

1.3. Aplicabilidades dos scannes intraorais

A reabilitação oral, a implantologia, a dentisteria restauradora e a ortodontia, são áreas da medicina dentária que têm utilizado mais os sistemas de impressão digital (Baroudi & Ibraheem, 2015).

Consoante o sistema de impressão digital, estas impressões podem ser utilizadas por um sistema compatível CAD/CAM, para efetuar diversas estruturas protéticas, são exemplos: *overlays*, *onlays*, *inlays*, *facet*as, *endocrowns*, pontes, coroas unitárias, goteiras oclusais (para tratamento ortodôntico ou não), infraestruturas, guias cirúrgicas para a colocação de implantes e próteses sobre implantes (Baroudi & Ibraheem, 2015; Logozzo et al., 2014).

2. Alguns scanners intraorais que se destacam no mercado

2.1. CEREC®

Em 1985, foi introduzido o sistema CEREC, tendo sido o primeiro sistema CAD/CAM a usar o conceito “*chairside*” (Poticny e Klim, 2010). O “sistema Duret” e o sistema CEREC 1, foram os primeiros sistemas CAD/CAM a utilizar um aparelho de impressão digital intraoral (scanner intraoral) (Correia et al., 2006; Logozzo et al., 2014; Ting-shu e Jian, 2014).

Conforme a marca indica, CEREC® é uma sigla para *Chairside Economical Restorations Esthetic Ceramic*,

Esta marca comercializa dois sistemas CAD/CAM, o CEREC Chairside® de utilização na clínica, considerada prática e com menos dependência do trabalho de laboratório, e o CEREC inLab®, para se utilizar em laboratório (Correia et al., 2006; Logozzo et al., 2014).

No momento estão disponíveis vários *scanners intraorais* com propriedades distintas, o CEREC AC Bluecam (4ª geração de scanners CEREC), lançado em janeiro de 2009, o CEREC AC Omnicam (Fig. 13), que foi introduzido no mercado em 2012, e o mais recente CEREC Pimescan AC (Fig. 14), tendo este último entrado no mercado em Fevereiro de 2019 (Cam, 2019; Skramstad, 2019; Ting-shu & Jian, 2015).

O acrónimo AC significa *Acquisition Center*, que em português se refere a uma unidade móvel de estação de trabalho que inclui: o monitor (Fig.15); “rato” (“*mouse*” do computador; o teclado; o *scanner* ótico (Bluecam, Omnicam ou Pimescan) e também o

software CAD. Que se pode observar na Figura 14.(Cam, 2019; Skramstad, 2019; Ting-shu & Jian, 2015).



Figura 13. CEREC AC Omnicam. Fonte:(Dentsply Sirona, n.d.).



Figura 14. Primescan AC (*Acquisition Center*)
Fonte:(Skramstad, 2019)



Figura 15. Monitor *touch screen* da Primescan AC (*Acquisition Center*)
Fonte:(Dentsply Sirona, n.d.)

O scanner intraoral CEREC Bluecam AC, utiliza como princípio de medição de triangulação ativa, efetua captura de imagens individuais das estruturas da cavidade oral, por meio de luz, tendo como fonte desta mesma luz um LED azul, obtendo um modelo virtual, apresentando uma resolução de 25 μm . Este *scanner* intraoral, permite uma leitura considerada rápida, que ronda cerca de um minuto por cada quadrante, e de alguns segundos nas estruturas adjacentes. Previamente à sua digitalização intraoral, necessita de uma aplicação de pó nas superfícies a serem impressas, de forma a executar uma melhor leitura digital (Logozzo et al., 2014; Ting-shu e Jian, 2014; 2017 Imburgia).

Já o CEREC Omnicam AC, é um scanner de luz estruturado que utiliza um LED branco e funciona sob o princípio da triangulação óptica e microscopia confocal, funcionando estes princípios através da leitura contínua de imagens, em que o modelo

virtual 3D é obtido por meio de aquisição consecutiva de múltiplas imagens, atingindo a sua impressão digital tridimensional. Este scanner intraoral é rápido, não requer pó e oferece informações de cores verdadeiras/naturais, sendo vantagens comparando com o scanner Bluecam (Baroudi & Ibraheem, 2015; Francesco Guido Mangano, Uli Hauschild², Giovanni Veronesi³, Mario Imburgia⁴ & Admakin⁶, 2019; Imburgia et al., 2017; Logozzo et al., 2014; Ting-shu & Jian, 2015).

O *scanner* mais recente, o CEREC Pimescan AC, representa a evolução tecnológica dos aparelhos anteriores. O sistema inovador *Smart Pixel Sensor*, processa mais de 1.000.000 de pontos 3D por segundo, produzindo dados fotorrealistas e altamente precisos. Tem uma tecnologia dinâmica de scanning de profundidade, permitindo uma alta nitidez e excelente precisão, mesmo em profundidades até 20 mm (Cam, 2019; Skramstad, 2019).

Tem a capacidade de scannear uma multiplicidade de materiais de restauração, que inclui metal, alcançando a mesma eficácia quando efetua a digitalização de dentes (Cam, 2019; Skramstad, 2019). O scanner CEREC Omnicam, tem a capacidade de fazer impressões digitais de implantes recentemente colocados, poupando os doentes da experiência desagradável associada à toma impressões convencional. O modelo tridimensional virtual é calculado com base na digitalização intraoral, a partir dos elementos da cavidade oral, como dentes, tecidos moles e etc. Levando em consideração todas essas informações, o software reconhece automaticamente a posição tridimensional do implante (Guide, Sirona, & Implant, n.d.).

2.2. TRIOS™

A 3Shape (Copenhagen, Denmark), em dezembro de 2010, anunciou o lançamento de um novo scanner intraoral, o TRIOS™. O primeiro scanner da 3Shape, o TRIOS Standard®, entrou no mercado em 2011, e produzia imagens monocromáticas (Imburgia et al., 2017; Logozzo et al., 2014; Ting-shu & Jian, 2015).

O Trios 3® começou a ser comercializado em 2015, incluía três versões diferentes: uma versão *trolley* com ecrã sensível ao toque, uma versão incorporada à unidade de tratamento e uma versão USB. Esta última versão permite que o médico use um computador, ao qual o scanner é conectado por meio de uma porta USB, não sendo no entanto uma conexão direta (requer vários cabos de conexão) e, portanto, o scanner não é facilmente transportável (Imburgia et al., 2017).

Em Março de 2017 foi apresentada a nova versão wireless do TRIOS 3®, nesta última versão, o scanner intraoral (IOS) irá contactar-se via Wi-Fi a um computador, eliminando a necessidade de um cabo de conexão entre o scanner e o computador (Imburgia et al., 2017).

Mais recentemente scanner intraoral, o TRIOS 4, foi lançado em Março de 2019, reúne algumas melhorias relativamente aos scanners anteriores da marca, entre elas, ponteiros inteligentes de aquecimento instantâneo, vida útil prolongada da bateria, possui tecnologia fluorescente incorporada que ajuda na identificação de possíveis lesões de cáries (Fig. 16) e oferece um sistema aberto

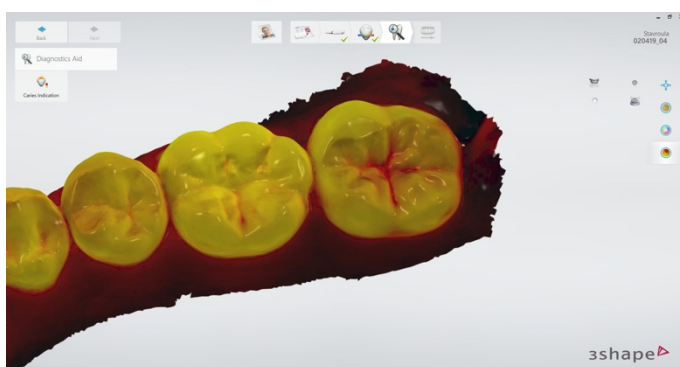


Figura 16. Sistema de identificação de lesões de cáries “Tecnologia fluorescente”, incorporado no novo TRIOS 4. Fonte:(3Shape TRIOS®, 2020).

Os scanner TRIOS são compatíveis com as seguintes indicações: Implantes (pilares únicos), pontes para implantes de três unidades, Inlays, Onlays, ortodontia, núcleo Intra-radicular, coroas unitárias até Pontes de 5 unidades e facetas (3Shape TRIOS®, 2020).

Todos os scanners intraorais da 3Shape atualmente disponíveis no mercado (TRIOS 3 Basic, TRIOS 3, TRIOS 4), representados na Figura 17, funcionam segundo os princípios da microscopia confocal e do seccionamento ótico ultrarrápido, não necessitam da utilização de pó e produzem imagens coloridas de alta qualidade (Logozzo et al., 2014; Ting-shu e Jian, 2014; 2017 Imburgia).

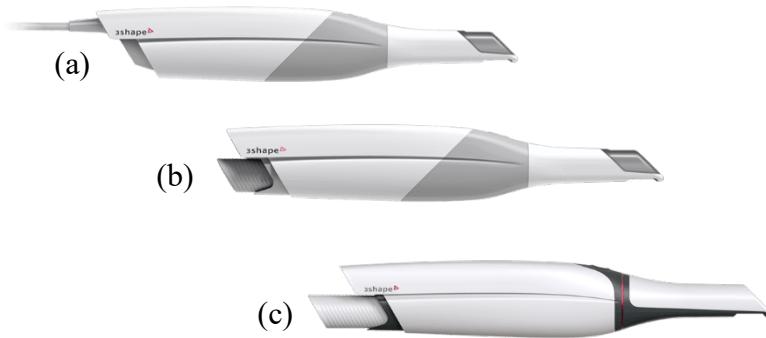


Figura 17. Scanners intraorais TRIOS: TRIOS 3 BASIC (a); TRIOS 3 (b); e TRIOS 4 (c).
Fonte:(3Shape TRIOS®, 2020).

Têm a capacidade de ler cerca de 3000 imagens por segundo, que diminui a influência do movimento durante todo o processo de digitalização intraoral. Posteriormente, o sistema faz uma análise de todas as imagens obtidas, e de forma instantânea cria um modelo tridimensional da cavidade oral.

A técnica de digitalização do scanner TRIOS e a sua manipulação é relativamente simples, seguindo uma metodologia idêntica aos outros sistemas disponíveis no mercado. Este *scanner intraoral*, é capaz de fazer leituras mesmo com uma distância de 2 ou 3 cm da superfície a digitalizar, não afetando a captura e o foco da imagem (Ting-shu & Jian, 2015).

A 3Shape disponibiliza o *scanner intraoral* de três formas: TRIOS® Pod, o TRIOS® Chair Integration e o TRIOS® Cart (Ting-shu e Jian, 2014; TRIOS® Digital Impression Solution, 2015).

O TRIOS® Pod (Fig. 18), oferece melhor flexibilidade e mobilidade devido à sua simplicidade, sendo uma solução portátil, compatível com computadores ou até mesmo um *tablet*.



Figura 18. Impressão intraoral através do TRIOS® Pod. Fonte:(3Shape TRIOS®, 2020).

O TRIOS® Mov + (Fig. 19), segue a configuração de uma unidade móvel composta por um braço ajustável e um monitor touch screen HD. Esta ferramenta, para além de facilitar a consulta, sendo mais ergonómica para os médicos dentistas, é uma ferramenta muito eficaz na a comunicação com o doente, levando a uma maior envolvimento do doente no tratamento, pois permite partilhar em tempo real imagens da digitalização, de planos de tratamento e a visualização de resultados finais (3Shape TRIOS®, 2015, 2020).



Figura 19. TRIOS® Mov.
Fonte:(3Shape TRIOS®, 2020).

Este é um sistema aberto, por isso exporta os dados 3D, em formato em privado ou em STL. Sendo possível enviar os ficheiros STL a outros sistemas CAD/CAM. Ao passo que, os ficheiros privados só podem ser utilizados por *softwares* de desenho da marca 3Shape (Imburgia et al., 2017; Ting-shu & Jian, 2015).

Por último, é importante referir, que o sistema TRIOS é uma opção de digitalização e de desenho (software), não incluindo uma unidade de fabrico de peças (fresadora) (Imburgia et al., 2017; Ting-shu & Jian, 2015).

2.3. True Definition®

O True Definition é o segundo IOS desenvolvido pela marca 3M™, sendo considerado uma evolução do Lava C.O.S (que foi introduzido no mercado em 2008), com algoritmos de processamento de dados que foram alterados para permitirem uma digitalização mais rápida e precisa (Robert G. Ritter, 2014).

Foi em 2012 o lançou deste novo sistema de impressão digital, o 3M™ True Definition *Scanner*. Este sistema oferece uma avançada tecnologia de digitalização, que se baseia na captura de imagens monocromáticas, exibidas sob a forma de uma sequência

de vídeo 3D, que assegura reprodutibilidade e precisão das impressões digitais (Robert G. Ritter, 2014).

Assim com o sistema anterior da mesma marca, o Lava C.O.S, também o 3M™ True Definition Scanner requer a colocação prévia de uma camada de dióxido de titânio em pó, esta camada fina é colocada sobre as superfícies a serem digitalizadas, com o objetivo de criar pontos de referência para o sistema ótico, distribuídos de forma aleatória (Imburgia et al., 2017).

O scanner True Definition® é constituído por uma câmara intraoral leve, de tamanho reduzido e ergonómica, composta por um sensor de imagem e várias lentes fixas, que utiliza uma luz azul pulsátil visível. Este sistema IOS trabalha segundo o princípio de *active wavefront sampling*, uma tecnologia de captura de vídeo 3D. Esta tecnologia que permite alcançar uma velocidade de captura em vídeo de cerca de 20 imagens por segundo. Por sua vez, as imagens são convertidas em conjuntos de dados 3D, os quais são exibidos, em tempo real, sob a forma de um modelo tridimensional no monitor (3M™, 2019; Ahlholm, Sipilä, Vallittu, Jakonen, & Kotiranta, 2018; Imburgia et al., 2017; John O. Burgess, Nathaniel C. Lawson, 2013).

O sistema True Definition® possui uma plataforma digital segura, a *cloud-based platform* ou em português uma nuvem de armazenamento, de contacto e de partilha de dados, com o nome de 3M™ Connection Center, sendo considerada um sistema semi-aberto, pois os dados gerados têm de ser transferidos para esta *cloud*, sendo que posteriormente podem ser transformados em ficheiros STL, caso seja pago uma taxa mensal, o que permite que estes ficheiros sejam importados para diferentes softwares CAD sem qualquer limitação (Imburgia et al., 2017; Robert G. Ritter, 2014)

O fluxo de trabalho deste sistema está estabelecido com sendo um sistema que permite projetar restaurações protéticas (inlays, onlays, overlays, coroas, pontes e facetas); além disso, os dados adquiridos com o sistema True Definition® podem ser usados para o planeamentos de cirurgia guiada de implantes (fluxo de trabalho de implantes) ou tratamentos ortodônticos (aparelhos ortodônticos, alinhadores transparentes) (Imburgia et al., 2017).

Segundo o estudo *in vitro* realizado por Vandeweghe et al. (2016), que avaliou a precisão das impressões digitais de vários implantes dentários, o scanner intraoral que demonstrou maior precisão foi o scanner True Definition (Vandeweghe, Vervack, Dierens, & De Bruyn, 2017).

Dia 1 de abril de 2019, a 3M™ anunciou a venda de ativos relacionados à plataforma 3M™ True Definition Intraoral Scanner para a Midmark Corporation, fabricante e fornecedora de equipamentos no mercado da medicina dentária (Fig. 20 e 21).



Figura 20. Midmark True Definition Scanner.

Fonte: (Midmark Mobile True Definition™, 2020).



Figura 21. Midmark Mobile True Definition Scanner.

Fonte: (Midmark Mobile True Definition™, 2020).

2.4. CS® intraoral scanner (Carestream)

O CS 3700® (Fig. 22), é o mais atual sistema de scanner intraoral da Carestream, representa uma atualização evolutiva do CS 3600, tendo sido o seu lançamento em 2019. Ao contrário do grande salto em hardware entre o CS 3500 e o CS 3600, este novo scanner não sofre uma grande mudança a este nível, sendo essencialmente o mesmo scanner com um design diferente, que oferece pequenas alterações de performance, com uma experiência de digitalização de alto desempenho e digitalização em velocidade modo turbo (Carestream Dental LLC, 2020).



Figura 22. CS 3700® scanner intraoral. Fonte: (Carestream Dental LLC, 2020).

Já o CS 3600® é o segundo IOS produzido pela Carestream, lançado em 2016, foi aprimorado com base no feedback do primeiro, o CS 3500® (disponível no mercado desde 2014). Estes dois IOS diferem significativamente no que diz respeito ao princípio sobre o qual operam, sendo que o CS 3500® utiliza o princípio da triangulação ótica e gera imagens individuais, enquanto o CS 3600® funciona de acordo o princípio de vídeo 3D de velocidade ativa. É considerado um scanner rápido graças ao Intelligent Matching System™, que permite que o software se conecte automaticamente às imagens digitalizadas, construindo uma malha contínua, sem interrupções (Francesco Guido Mangano, Uli Hauschild², Giovanni Veronesi³, Mario Imburgia⁴ & Admakin⁶, 2019; Imburgia et al., 2017).

Ambos os scanners estão disponíveis na versão USB, em que o aparelho possui uma conexão direta com o computador via cabo USB e tem várias pontas autoclaváveis, de diferentes tamanhos e com diferentes orientações, para facilitar a digitalização mesmo nas áreas mais difíceis da cavidade oral (Francesco Guido Mangano, Uli Hauschild², Giovanni Veronesi³, Mario Imburgia⁴ & Admakin⁶, 2019; Imburgia et al., 2017).

O CS 3600® (Fig. 23) é um scanner de luz LED, extremamente rápido, não requer a utilização de pó, e fornece imagens HD coloridas em 3D, que para além de serem uma

ferramenta de marketing valioso, na perspetiva do doente, ao mesmo tempo ajuda o médico a identificar as diferentes estruturas da cavidade oral (Francesco Guido Mangano, Uli Hauschild², Giovanni Veronesi³, Mario Imburgia⁴ & Admakin⁶, 2019; Imburgia et al., 2017).



Figura 23. CS 3600® *scanner* intraoral. Fonte: (Carestream Dental LLC, 2020b).

Finalmente, o CS 3600® é um IOS aberto, que produz arquivos num formato próprio (.CSZ) com informação a cores, que podem ser abertas no software da marca Carestream CAD simplificado (CS Restore®) para design e subsequente confeção de toda uma série de restaurações simples (inlays, onlays, overlays, coroas individuais, facetas e etc), mas também arquivos abertos (.PLY, .STL) que podem ser processados por qualquer software CAD. Um desses formatos em particular (.PLY), embora utilizável por qualquer CAD, permite manter a cor do ficheiro. O CS 3600® não exige o pagamento de qualquer taxa anual ou mensal para uso ou desbloqueio de arquivos próprios (Francesco Guido Mangano, Uli Hauschild², Giovanni Veronesi³, Mario Imburgia⁴ & Admakin⁶, 2019; Imburgia et al., 2017).

Este IOS permite um workflow conciso e dinâmico (Fig. 24), é adequado para a aquisição de imagens com informação dento-gengival a ser combinada com o osso, obtido a partir de uma tomografia computadorizada de feixe cónico (CBCTs) produzidas pela Carestream (CS 9300®, CS 8100® e outros) no fluxo de trabalho de cirurgia em guiada, assim como para o design de uma ampla gama de restaurações protéticas (Francesco Guido Mangano, Uli Hauschild², Giovanni Veronesi³, Mario Imburgia⁴ & Admakin⁶, 2019; Imburgia et al., 2017).

Através do fluxo de trabalho laboratorial convencional, os dados adquiridos do CS 3600® podem ser utilizados para a confeção de restaurações mais complexas, como estruturas com múltiplos elementos, também suportadas por implantes, bem como estruturas e barras (Imburgia et al., 2017).

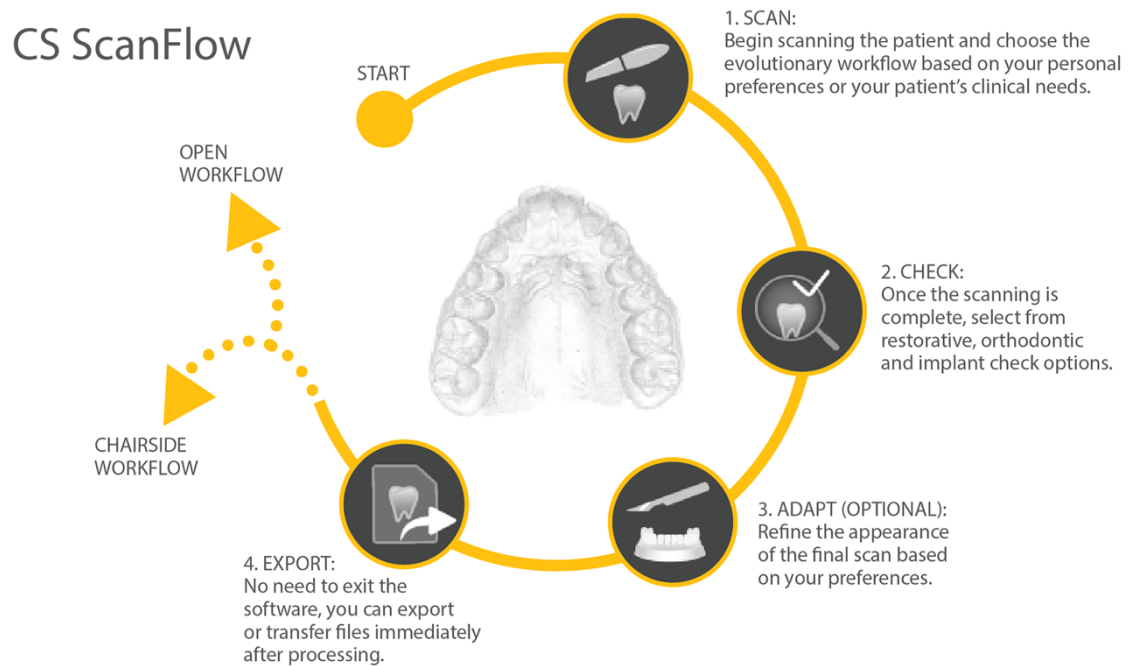


Figura 24. CS Scanworkflow. Fonte: (Carestream Dental LLC, 2020b).

Segundo o site oficial da marca Carestream, “Como parte do portfólio de soluções CS para implantes, o CS 3600 funciona perfeitamente com os sistemas de imagem CBCT da Carestream Dental e o módulo de planejamento de implantes com orientação protética, com o objetivo de alcançar tratamentos mais rápidos, visitas reduzidas e maior satisfação do doente” (Fig. 25) (Carestream Dental LLC, 2020).

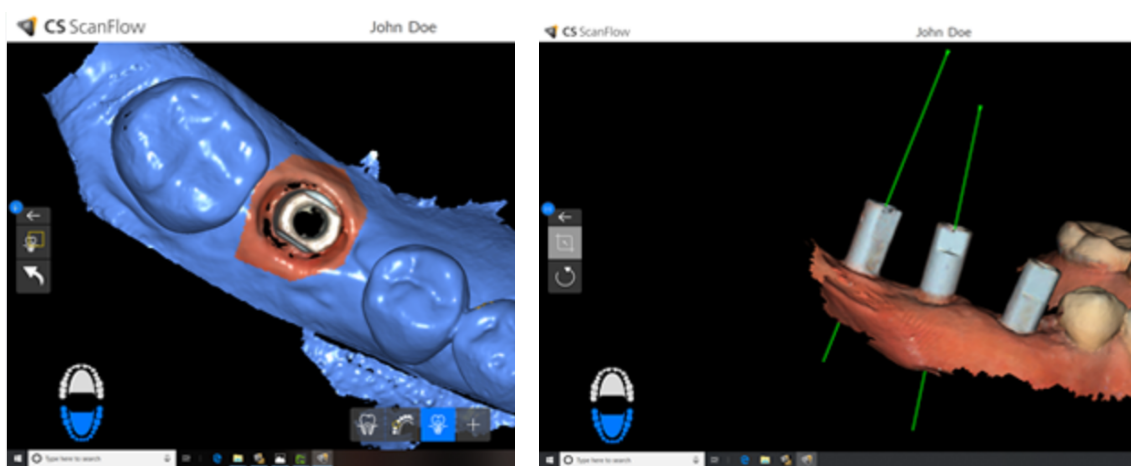


Figura 25. Capturas de imagens do *software* CS Scanflow. Fonte: (Carestream Dental LLC, 2020b).

2.5. iTero®

A Cadent lançou o sistema IOS iTero no mercado em 2007, como o primeiro sistema de impressão digital para coroas e pontes confeccionadas convencionalmente (Davidowitz & Kotick, 2011; Logozzo et al., 2014).

Este sistema IOS opera através do princípio de *parallel confocal imaging*, ou em português microscopia confocal paralela, em que projeta cerca de 100.000 feixes paralelos de luz laser vermelha nas estruturas da cavidade oral, a luz refletida é convertida em dados digitais por meio de uso conversores analógicos (Birnbaum & Aaronson, 2008; Davidowitz & Kotick, 2011; Logozzo et al., 2014). Detém a capacidade de capturar todos os tecidos da cavidade oral, originando uma imagem 3D colorida (figura 8), dispensando o uso de pó durante o procedimento de digitalização, sendo que esta ausência de pó significa que o scanner pode ser apoiado diretamente sobre os dentes durante a impressão digital (Birnbaum & Aaronson, 2008; Davidowitz & Kotick, 2011; Logozzo et al., 2014).

Este aparelho é composto normalmente por um conjunto de elementos, são eles: um monitor ou ecrã, um teclado, um “rato” (“*mouse*” do computador), um *scanner* intraoral (Fig. 26) e um pedal. Sendo que a marca disponibilizada actualmente várias opções, a iTero Element 2, iTero Element 2 Flex (Fig. 27 (b)) e a iTero Element 5. O mais recente, o iTero Element 5D (Fig.27 (a)), considerado pela marca o primeiro sistema IOS híbrido que grava simultaneamente imagens 3D coloridas intraorais e NIRI ou *near infrared imaging technology* que permite a comparação das estruturas dentárias ao longo do tempo usando a tecnologia iTero TimeLapse. A *near infrared imaging technology* (NIRI) ou em português tecnologia de imagem infravermelha proximal, que permite a captação de imagens no auxílio do diagnóstico de lesões de cáries (Keshav, 2019; Ting-shu & Jian, 2015).

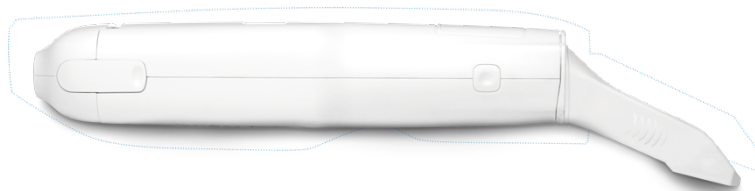


Figura 26. Scanner intraoral iTero Element. Fonte: (iTero®, 2020).



Figura 27. Aparelhos iTero: iTero Element 5D (a) e iTero Element 2 Flex (b). Fonte: (iTero®, 2020).

O iTero Element 2, oferece um processamento de digitalização mais rápido, melhorias nas condições ergonômicas do aparelho e imagens coloridas de alta definição. (iTero Element 2 e Flex). Por último o scanner iTero Element Flex, consiste num sistema portátil personalizado de digitalização intraoral, constituído por um scanner, um computador portátil e e uma mala de transporte, oferecendo uma tecnologia de ponta portátil e leve (Aling technology inc, 2018; 索雷博, 2019).

No geral, o scanner iTero Element é um sistema de impressão óptica (CAD/CAM) usado para registrar as imagens topográficas de dentes, estruturas protéticas, oclusão, os diferentes tecidos da cavidade oral. Que permite posteriormente a confecção dispositivos ortodônticos (como alinhadores), restaurações, próteses parciais fixas, abutments entre outros (索雷博, 2019).

O sistema iTero proporciona um conjunto de ferramentas de diagnóstico, que avaliam a qualidade da mesma, permitindo ao médico dentista alterar a impressão antes de a finalizar (Logozzo et al., 2014; Ting-shu & Jian, 2015).

O IOS iTero é um sistema aberto, que permite o envio das impressões digitais a laboratórios ou instalações da Cadent via *wireless*. Exporta os dados em formato STL, que possibilita a partilha e recepção de dados por outros sistemas CAD/CAM (Logozzo et al., 2014; Ting-shu & Jian, 2015).

2.6. Lava C.O.S®

O Lava C.O.S (Lava *Chairside Oral Scanner*; 3M ESPE™, Seefeld, Germany) é um sistema de impressão digital intraoral, desenvolvido em 2006 pela 3M ESPE™ ,

lançado para o mercado em fevereiro de 2008 (Davidowitz & Kotick, 2011; Logozzo et al., 2014; Ting-shu & Jian, 2015).

Este sistema é constituído por uma unidade móvel (figura ..) que inclui, um computador, um ecrã “*touch screen*”, e um *scanner* ótico intraoral. A câmara, que contém 192 LEDs e 22 sistemas de lentes, funciona segundo um princípio “*active wavefront sampling*” (AWS), de aquisição de imagens que permite a leitura de imagens em formato vídeo de forma rápida, em formato 3D, definido pela marca como a tecnologia “*3D-in-Motion*”. Por trás desta tecnologia “*3D-in-Motion*” existem três alicerces importantes: aquisição de dados através do princípio “*active wavefront sampling*”, algoritmos de processamento de imagem inovadores e construção do modelo em tempo real (3M ESPE, 2009; Birnbaum & Aaronson, 2008; Davidowitz & Kotick, 2011; Logozzo et al., 2014; Ting-shu & Jian, 2015).

A aplicação prévia de uma cama fina de pó é um pré-requisito para a digitalização intraoral, e só deve ser empregue após as condições da cavidade oral estarem adequadas, ou seja, limpa e seca. Este pó é disponibilizado pela marca 3M ESPE™, o “*Lava powder for Chairside Oral Scanner*”, e permite que o scanner identifique pontos de (Davidowitz & Kotick, 2011; Ting-shu & Jian, 2015).

A digitalização através do sistema Lava C.O.S, permite a confecção de restaurações CAD/CAM, feitas em zircónia de elevada translucidez Lava (Lava system), assim como restauração tradicionais em *porcelain fused to metal* (PFM) e restaurações em cerâmica por estereolitografia (3M ESPE, 2009).

Durante o processo de impressão digital através deste aparelho, são exibidas de forma automática e em tempo real, imagens 3D no ecrã. O que permita ao médico dentista, uma verificação e aprovação das impressões, contudo, se existir algum erro ou falha, o sistema permite um *re-scan* da área pretendida, sendo que o software corrige imediatamente o modelo digital (Logozzo et al., 2014; Ting-shu & Jian, 2015).

O sistema IOS é compatível com óculos 3D, para uma verdadeira experiência 3D, sendo que o médico dentista tem a possibilidade de alternar entre imagens 3D e 2D (Davidowitz & Kotick, 2011).

No final da impressão digital intraoral, é preenchido pelo médico dentista um formulário no ecrã da unidade móvel, sendo enviado posteriormente ao laboratório via *wireless*, com indicações acerca da peça a ser confeccionada. Estes dados são analisados pelo técnico de prótese, continuando a operação CAD/CAM (Davidowitz & Kotick, 2011; Logozzo et al., 2014; Ting-shu & Jian, 2015).

De forma geral, este sistema IOS exporta os seus ficheiros num formato próprio, sendo que apenas podem ser projetados e confeccionados por *softwares* CAD e dispositivos CAM suportados pelo sistema Lava COS. Contudo, é do mesmo modo compatível com outros *softwares*, que o torna num sistema semiaberto (Ting-shu & Jian, 2015).

3. Precisão e estado de arte dos Scanners intraorais em implantologia

Até o momento, apenas alguns estudos compararam a precisão de diferentes sistemas IOS em implantologia (Ajioka, Kihara, Odaira, Kobayashi, & Kondo, 2016; Imburgia et al., 2017; F. G. Mangano, Veronesi, Hauschild, Mijiritsk, & Mangano, 2016; Medina-Sotomayor, Pascual-Moscardó, & Camps, 2018; van der Meer, Andriessen, Wismeijer, & Ren, 2012)

Van der Meer et al. compararam três IOS diferentes (CEREC AC Bluecam®, iTero® e Lava COS®) em modelos parcialmente desdentados com 3 implantes [2012 vandermeer].

Os implantes foram conectados com *scanbodies* PEEK, 10 scannes foram feitos para cada marca de IOS, e todos estes foram carregados em softwares de engenharia reversa, onde as distâncias e ângulos entre os diferentes cilindros foram calculados. Esses valores foram comparados com as medidas de referência obtidas com um scanner 3D industrial (van der Meer et al., 2012).

Considerando as distâncias lineares, o sistema Lava COS® apresentou os menores desvios e o CEREC® os maiores. Os desvios angulares foram mínimos em todos os IOSs (van der Meer et al., 2012)..Os autores concluíram que um aumento dos erros lineares e angulares é esperado com todos os dispositivos IOS, ao longo da arcada, bem como no acúmulo de superfícies 3D corrigidas (van der Meer et al., 2012).

Noutro estudo *in vitro*, dois modelos representativos de um maxila parcialmente edêntula e de uma maxila totalmente edêntula foram preparados, com três e seis *copings* de impressão em poliéter-éter-cetona (F. G. Mangano et al., 2016). Estes modelos foram digitalizados com quatro sistemas IOS diferentes (Trios2®, CS 3500®, Zfx Intrascan® e Planscan®), foram efetuadas cinco digitalizações para cada um dos scanners intraorais; os modelos foram também digitalizados através de um scanner industrial (os chamado de modelo de referência), a fim de comparar e avaliar a veracidade geral [(F. G. Mangano et al., 2016).

Além disto, a distância e os ângulos entre os implantes foram medidos em cada grupo e comparados aos do modelo de referência, para avaliar veracidade local (F. G. Mangano et al., 2016).

Por fim, a precisão dos sistemas IOS foi calculada pela sobreposição das digitalizações capturadas com os diferentes aparelhos, dentro de cada grupo. A veracidade geral e precisão de cada sistema IOS foram comparadas por marca, através de um modelo ANOVA, que avaliava o digitalização, marca e sua interação (F. G. Mangano et al., 2016).

No fim do estudo, o scanner CS 3500® obteve a melhor exatidão geral (47,8 µm) e precisão (40,8 µm) em maxilas parcialmente edêntulas, seguido pelo sistema Trios2® (exatidão 71,2 µm; precisão 51,0 µm), Zfx Intrascan® (exatidão 117,0 µm; precisão 126,2 µm) e Planscan® (exatidão 233,4 µm; precisão 219,8 µm) (F. G. Mangano et al., 2016).

O estudo destacou diferenças estatisticamente significativas entre os diferentes IOS em maxilas parcialmente edêntulas, bem como em maxilas totalmente edêntulas. Em maxilas totalmente edêntulas, o sistema CS 3500® teve o melhor desempenho em termos de exatidão geral (63,2 µm) e precisão (55,2 µm), seguido pelo sistema Trios2® (exatidão 71,6 µm; precisão de 67,0 µm), Zfx Intrascan® (exatidão 103,0 µm; precisão 112,4 µm), e Planscan® (exatidão 253,4 µm; precisão 204,2 µm) [2016 Mangano].

Em 2017, Imburgia et al. publicaram outro estudo in vitro com uma estrutura e configuração semelhante, comparando quatro modelos diferentes de dispositivos IOS (CS 3600®, Trios3®, Omnicam® e TrueDefinition®) (Imburgia et al., 2017).

Os autores prepararam modelos de estudo da seguinte forma, modelos parcialmente edêntulos (com três *copings* de impressão aparafusados) e modelos totalmente edêntulos (com seis *copings* de impressão aparafusados). Estes modelos foram também digitalizados com um scanner industrial para obtenção de um modelo de referência, na forma de um ficheiro STL., sobre o qual as digitalizações efetuadas pelos diferentes sistemas IOS em estudo foram sobrepostas, a fim de avaliar a veracidade (Imburgia et al., 2017).

No final deste estudo, as digitalizações IOS foram sobrepostas umas nas outras dentro de cada grupo, para determinar a precisão.

Os resultados foram, o scanner CS3600® teve a melhor exatidão ($45,8 \pm 1,6$ µm) nos modelos parcialmente edêntulos, seguido do scanner Trios3® ($50,2 \pm 2,5$ µm), Omnicam® ($58,8 \pm 1,6$ µm) e TrueDefinition® ($61,4 \pm 3,0$ µm). Relativamente aos resultados das digitalizações efetuadas sobre os modelos totalmente edêntulos, o scanner CS 3600® teve a melhor exatidão ($60,6 \pm 11,7$ µm), seguido pelo Omnicam® ($66,4 \pm 3,9$

μm), Trios3® ($67,2 \pm 6,9 \mu\text{m}$) e TrueDefinition® ($106,4 \pm 23,1 \mu\text{m}$) (Imburgia et al., 2017).

Em relação à precisão, o scanner TrueDefinition® teve a melhor precisão ($19,5 \pm 3,1 \mu\text{m}$) nos modelos parcialmente edêntulos, seguido pelo Trios3® ($24,5 \pm 3,7 \mu\text{m}$), CS 3600® ($24,8 \pm 4,6 \mu\text{m}$) e Omnicam® ($26,3 \pm 1,5 \mu\text{m}$), contudo, a precisão em modelos totalmente edêntulos, o sistema Trios3® teve a melhor precisão ($31,5 \pm 9,8 \mu\text{m}$), seguido pelo scanner Omnicam® ($57,2 \pm 9,1 \mu\text{m}$), CS 3600® ($65,5 \pm 16,7 \mu\text{m}$) e TrueDefinition® ($75,3 \pm 43,8 \mu\text{m}$) (Imburgia et al., 2017).

Foram averiguadas diferenças estatisticamente significativas entre as várias marcas IOS analisadas, tanto em termos de veracidade quanto de precisão. Além do que, foram encontradas diferenças entre as diferentes “localizações” de digitalização, sendo os melhores resultados obtidos em modelos parcialmente edêntulos quando comparado a modelos totalmente edêntulos. Isto confirma as evidências emergentes de estudos anteriores na literatura (Ajioka et al., 2016; Chew et al., 2017; Medina-Sotomayor et al., 2018; van der Meer et al., 2012), que mostraram como o erro na digitalização intraoral aumenta progressivamente com o aumento da área edêntula digitalizada.

Mais recentemente, Mangano et al. (2019) realizaram um estudo que compararam a veracidade e a precisão de 5 scanners intraorais diferentes na impressão de implantes únicos e múltiplos, uma vez que apenas alguns estudos compararam a precisão de diferentes IOS em implantologia.

Assim, foram confeccionados dois modelos de gesso representativos de três situações clínicas: uma coroa única (SC), uma prótese parcial (PP) e uma arcada completa (FA). Esses modelos foram digitalizados com um scanner industrial, para capturar um modelo de referência (RMs), em seguida, com 5 IOS diferentes (CS 3600®, Trios3®, Omnicam®, DWIO®, Emerald®) foram efetuadas 10 digitalizações, para cada modelo. Todos os conjuntos de dados IOS foram carregados num software de engenharia reversa, onde foram sobrepostos com os modelos de referência correspondentes, para avaliar a exatidão, e sobrepostos uns aos outros dentro de cada grupo, para determinar a precisão (Francesco Guido Mangano, Uli Hauschild², Giovanni Veronesi³, Mario Imburgia⁴ & Admakin⁶, 2019).

No fim do estudo, os cinco IOS examinados mostraram diferenças significativas entre si, além disso, o erro matemático aumentou na transição da digitalização de um modelo com coroa única (SC) para o modelo com uma prótese parcial (PP), até uma

arcada completa (FA) (Francesco Guido Mangano, Uli Hauschild², Giovanni Veronesi³, Mario Imburgia⁴ & Admakin⁶, 2019)

Os dados recolhidos no fim deste estudo parecem confirmar o que está relatado na literatura, o que tem implicações clínicas relevantes, pois a partir deste estudo os autores podem dar indicações para o uso de cada marca de IOS, em diferentes contextos clínicos. No entanto, é importante lembrar que se tratando de um estudo *in vitro*, as evidências decorrentes deste estudo devem ser confirmadas em estudos futuros, bem como na prática clínica (Francesco Guido Mangano, Uli Hauschild², Giovanni Veronesi³, Mario Imburgia⁴ & Admakin⁶, 2019).

4. Sistemas de impressão digital vs impressões convencionais

De forma a comparar estas duas técnicas de impressão de implantes, convencional e digital, será tomado em conta os seguintes fatores:

- Técnica e Procedimento
- Preferência e Conforto
- Custos de produção e Tempo de consulta

-Técnica e Procedimento

Os sistemas de impressão digital, e por sua vez os sistemas CAD/CAM, oferecem várias vantagens no ponto de vista do procedimento clínico e laboratorial. Este método possibilita um processo mais simplificado, com menos etapas clínicas, o que permite alcançar resultados de elevada qualidade, num curto espaço de tempo, e simultaneamente minimizam o erro associado às técnicas convencionais de impressão.

A tecnologia de impressão digital, oferece ainda a vantagem de diminuir o risco de contaminação cruzada, contaminação esta associado às várias etapas de um procedimento de impressão convencional (Perng-Ru, Liu DMD, 2005).

Através de um sistema de impressão convencional, existe a possibilidade de alterações dimensionais e de detalhe das impressões, devido ao grande numero etapas e matérias utilizados no seu processo, são eles, a transferência das informações da cavidade oral através de uma material de impressão, o facto de necessitar de desinfeção, transporte, e a produção de um modelo de gesso, somamos a estes últimas etapas, as possíveis alterações que os materiais de impressão e de confeção do modelo em si podem sofrer. Contudo, quando efetuada uma impressão segundo o sistema digital, este potencial de alteração dimensional é eliminado ou no mínimo reduzido (Alikhasi, Alsharbaty, &

Moharrami, 2017; A. C. L. Faria et al., 2008; Perng-Ru, Liu DMD, 2005; Ting-shu & Jian, 2015; Yang et al., 2016).

Além disso, também apresenta vantagens no que diz respeito a armazenamento. Os dados são arquivadas de forma digital, que permitem o acesso simplificado dos mesmo, através de um computador, o que permite que sejam analisados sempre que preciso, em contrapartida, os modelos de gesso ocupam espaço físico no consultório, ou laboratório, e podem sofrer alterações dimensionais, fraturar ou extraviar (Alikhasi et al., 2017).

É importante mencionar também, que a necessidade de realizar uma nova impressão caso a primeira tenha alguma falha ou erro, é apresentada também como uma desvantagem dos métodos convencionais de impressão. Sendo que, seguindo a técnica digital, existe a possibilidade de visualização da impressão a tempo real, e “refazer” somente as zonas específicas a corrigir, não sendo para isso necessário executar uma nova digitalização nova (Logozzo et al., 2014; Patzelt et al., 2014; Ting-shu & Jian, 2015).

Dos 15 estudos observados, que comparam impressões digitais e convencionais de implantes, 11 concluíram que a opção clínica de impressões digitais de implantes, pode representar uma alternativa viável comparando com a técnica convencional de impressão de implantes (Alikhasi et al., 2018; Cappare et al., 2019; Gherlone et al., 2016; Sang J. Lee, Betensky, Gianneschi, & Gallucci, 2015; Marghalani et al., 2018; Menini, Setti, Pera, Pera, & Pesce, 2018; Moreira, Rodrigues, Pinho, Fonseca, & Vilaça, 2015; Papaspyridakos et al., 2016).

-Preferência e Conforto

A técnica de impressão digital exhibe várias vantagens tanto a nível de conforto, de forma bilateral, ou seja, tanto para o médico dentista, sendo que se trata de uma técnica mais confortável de realizar, como para o doente, já que remove o odor e sabor associado à utilização de materiais convencionais que podem ser desagradáveis, eliminando também as sensações de vômito que podem surgir durante a toma de impressão convencional (Cappare et al., 2019)

Sendo que não é necessário utilizar moldeiras ou materiais de impressão, e ainda é uma técnica que permite reduzir o tempo total de consulta, esta técnica de impressão digital proporciona ao doente um maior conforto, o que se reflete na preferência que demonstra (Brawek, Wolfart, Endres, Kirsten, e Reich, 2013; Sharma et al., 2014).

Em 2015 Joda et al. efetuaram um estudo, que comparavam as duas técnicas de impressão de implantes (convencional e digital), sendo esta comparação centrada no doente e a sua perceção. Neste estudo, registou-se um resultado significativamente superior quanto à preferência dos pacientes pelo procedimento digital. Fatores como conforto do tratamento e perceção de tempo de trabalho pelo doente, foram variáveis de estudo, tendo este estudo demonstrado favoritismo da parte do doente pela técnica de impressão de implantes digital.

Assim como este trabalho, outros também contribuem para esta tese, considerando a técnica digital mais confortável e tolerável, assim como sendo uma técnica com maior facilidade de compreensão para os pacientes (Wismeijer et al., 2014; Yuzbasioglu et al., 2014).

Mais recentemente, De Angelis et al (2020), efetuaram um estudo em que, as informações científicas sobre os efeitos da reabilitação com implantes, que segue um fluxo de trabalho preciso, e tem em atenção as preferências dos doentes e médicos dentistas, devem ser consideradas.

Segundo os autores, a medicina dentária tem evoluído significativamente com a introdução de novas tecnologias e protocolos, sendo que, as preferências do paciente e dos médicos dentistas devem ser levadas em consideração, para que seja possível escolher o melhor protocolo de tratamento a usar, e assim, atingir a satisfação do paciente e resultados funcionais. Com base nos resultados deste estudo clínico prospetivo, a comparação entre de um procedimento totalmente digital e um convencional, o sistema digital foi favorecido, tendo mostrado melhores resultados de acordo com as preferências do paciente e dos operadores, no caso de reabilitação com coroa única suportada por implante e pontes fixas de três unidades (De Angelis et al., 2020).

As principais diferenças entre os dois procedimentos, na perceção do doente, tendo como resultado uma melhor adesão da parte dos doentes ao método digital, deve-se a parâmetros clínicos, como diminuição de fatores como, ansiedade, náuseas, dor e dificuldades respiratórias (De Angelis et al., 2020).

Sendo que, relativamente à perceção do médico dentista, as melhorias que resultaram na escolha favorecendo o método digital, deve-se a parâmetros como, diminuição de ansiedade, maior conveniência, melhorias nas dificuldades de impressão e no fluxo de trabalho (De Angelis et al., 2020).

Assim como Sang J. Lee & Gallucci, (2013), concluíram que não são só os doentes que admitem que os sistemas de impressão digital através de scanner intraoral são mais

cómodos. Tendo estes últimos realizado um estudo piloto, que analisou a percepção dos operadores tendo em conta as duas técnicas de impressão, digital e convencional. Ambas as técnicas de impressão foram efetuadas por estudantes sem experiência nesta temática, com o objetivo de entender se os operadores tinham preferência por uma das duas técnicas analisadas. Foi apurado neste estudo, preferência pela técnica de impressão digital, na percepção do estudantes/operadores (Sang J. Lee & Gallucci, 2013).

De acordo Christensen (2009), uma das razões que conduz os doentes a optar pelo sistema de impressão digital, deve-se à experiência desconfortável que representa efetuar impressões segundo a sistema convencional, sendo esta última eliminada. Esta técnica convencional, pode causar dificuldade na respiração, ansiedade e náuseas, para além de terem como desvantagem a possibilidade de apresentarem mau odor e sabor. Todos estes inconvenientes, são ultrapassados com a técnica de impressão segundo o sistema de impressão digital (A. C. L. Faria et al., 2008; Yang et al., 2016).

Outra situação que muitos doentes apreciam, é o facto de ser possível confeccionar restaurações protéticas esteticamente favoráveis e funcionais, numa só em consulta. No entanto, é necessário para isto seja possível, de ter acesso a um sistema CAD/CAM “*chairside* ou “*in-office*” (Baroudi & Ibraheem, 2015; Gordon J. Christensen, 2009).

-Custos de produção e Tempo de consulta

As impressões digitais permitem novas digitalizações, em caso de falha ou erro, sem a necessidade de repetir inteiramente a técnica de impressão, resultando num tempo de trabalho mais curto (Sang J. Lee & Gallucci, 2013).

Tendo o procedimento convencional etapas de laboratório e clínicas que podem ser evitados através da técnica de impressões digital. Diminuindo o tempo total de consulta e de laboratório, que se traduz na diminuição de custos totais (Sang J. Lee & Gallucci, 2013; Patzelt et al., 2014; Ting-shu & Jian, 2015; Yuzbasioglu et al., 2014).

Os passos clínicos eliminados são, o processo de eleição da moldeira apropriada, a manipulação e preparo do material de impressão, processo de desinfetar tanto a moldeira como a moldeira e finalmente elimina-se a etapa de enviar as impressões para laboratório de prótese. Já em laboratório podem excluir-se as seguintes etapas, a confecção do modelo de gesso mediante o vazamento a gesso da impressão, assim como corte, processo de polir e articulação dos modelos, entre outras etapas (An et al., 2014; Lamprinos e Stampf, 2014; Lee e Gallucci, 2012; Lin, Harris, Zandinejad, e Morton, 2014).

Lee e Gallucci et al. (2012) referem que a média de tempo total despendido durante o tratamento segundo métodos convencionais, foi o dobro do tempo, comparando com as técnicas digitais estudadas. Concluindo estes autores que as impressões digitais resultaram em uma técnica mais eficiente do que as impressões convencionais, quando avaliadas pelo tempo total de tratamento. Um tempo maior de preparação, trabalho e impressão foi necessário para completar uma impressão convencional aceitável em comparação com uma digital.

Vários estudos realizados, chegaram a esta mesma conclusão, quando comparam impressões de implantes convencionais e impressões digitais, sugerem que a técnica de impressão digital é efetivamente um procedimento com eficiência superior, tendo em conta o tempo de trabalho despendido (Cappare et al., 2019; Joda & Brägger, 2015; Sang J. Lee & Gallucci, 2013).

Schepke et al., (2015) e Yuzbasioglu et al., (2014) obtiveram igualmente resultados idênticos quando compararam estas duas técnicas, tendo em conta a durabilidade destes procedimentos. Concluindo que, a técnica de impressão digital tem a capacidade de reduzir consideravelmente a duração do processo de toma de impressão, sendo que economiza tempo de trabalho a nível de laboratório, como também ao médico dentista (Schepke et al., 2015; Yuzbasioglu et al., 2014).

Sang J. Lee & Gallucci, (2013), avaliaram os custos/tempo na confecção de próteses unitárias implanto suportadas, ou seja, qualquer custo envolvido na produção de uma coroa, segundo a técnica digital e convencional, desde as etapas laboratoriais aos materiais utilizados. Tendo concluído que, tanto os custos diretos do tratamento, como os custos laboratoriais, foram significativamente inferiores seguindo o procedimento digital. E ainda, o grupo respetivo às impressões digitais manifestou uma taxa superior de produtividade. Globalmente, tendo em conta a análise dos resultados deste estudo, a técnica digital, alcançou uma diminuição total de custos de 18% comparando com procedimento convencional.

III – Conclusão

O procedimento de toma de impressões convencional, é desde há vários anos praticado por médicos dentistas. Não existindo dúvidas que se trata de um processo estável, fiel e que permite alcançar bons resultados.

Atualmente existem tecnologias promissoras, que oferecem a possibilidade de simplificar e otimizar este procedimento. Refiro-me à tecnologia CAD/CAM, especificamente à sua primeira etapa, que me levou à escolha do tema desta monografia, os sistemas de impressão digital.

Foi possível evidenciar que, a técnica de impressões digital a implantes, exhibe vantagens marcantes, comparando com os métodos convencionais disponíveis. Pois a utilização dos sistemas de impressão digital, tornam o procedimento mais eficiente, não só nível de tempo despendido, reduzindo consideravelmente o tempo total de consulta e também de laboratório, como se caracteriza como sendo uma técnica mais confortável, satisfatória, e que se revela ser a eleita, tanto por parte dos doentes, como pelos operadores.

Um dos parâmetros que oferece maior discussão, é o facto de alguns estudos verificarem que, a precisão de impressão de implantes digital de arcadas totalmente desdentadas, pode ser inferior comparando com impressões convencionais da mesma área. E que, quanto maior o espaço edêntulo, menor a precisão de impressões obtidas digitalmente.

Contudo, estudos realizados recentemente, afirmam que as precisões dos scanners intraorais têm vindo a melhorar nesta situação específica, observando então uma preocupação da parte das diferentes marcas que fornecem scanners intraorais, preocupação esta de elevar cada vez mais a tecnologia com a qual operam, e assim torná-la o mais transversal possível às várias áreas da medicina dentária.

Existem porém aspetos negativos, como por exemplo, o grande investimento que se traduz na aquisição de um sistema assim como a curva de aprendizagem associada a utilização destes aparelhos e a necessidade constante de atualizações .

Concluindo, visto que estes sistemas proporcionam um maior conforto (tanto para operador, como para o doente), simplificam o procedimento sem inviabilizar o seu resultado final, com um melhor controlo de qualidade a nível micrométrico, e assim maior critério de adaptação de estruturas, apresentando resultados aceitáveis, que se destacam

também na área de implantologia dentária. É válido afirmar, que na minha opinião, estes sistemas podem ser alternativos viáveis às opções convencionais disponíveis, que oferece vantagens não só para o médico dentista, como para o doente.

Finalizo este meu trabalho, com algumas palavras proferidas por dois vanguardistas deste “movimento” digital na medicina dentária, são eles Duret e Preston (1991) que afirmaram: “O sistema CAD/CAM terá efeitos profundos na profissão do médico dentista. O CAD/CAM irá melhorar a versatilidade, precisão e custo/benefício, e faram parte da prátá diária de rotina do médico dentista no início do século XXI”.

IV – Bibliografia

- 3M ESPE. (2009). *Lava COS Technical Data Sheet*. Retrieved from <http://multimedia.3m.com/mws/media/632323O/lava-cos-technical-data-sheet.pdf>
- 3M™. (2019). *3M™ True Definition Scanner: Frequently Asked Questions*. (1099), 1–3. Retrieved from <https://www.nicd.ac.za/diseases-a-z-index/covid-19/frequently-asked-questions/>
- 3shape. (2020). Digital vs. analog impression taking - which one is the safest in a post-Covid-19 world? Retrieved from <https://www.3shape.com/en/blog/digital-vs-analog-hygiene>
- 3Shape TRIOS®. (2015). *Digital Impression Technology*.
- 3Shape TRIOS®. (2020). *3Shape TRIOS® Intraoral Scanner - Explore the Scanners & amp*. Retrieved from <https://www.3shape.com/pt/scanners/trios>
- Acqua, M., Chávez, A., Castanharo, S., Compagnoni, M., & Molo, F. (2010). The Effect of Splint Material Rigidity in Implant Impression Techniques. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 25, 1153–1158.
- Aguilar, M. L., Elias, A., Vizcarrondo, C. E. T., & Psoter, W. J. (2010). Analysis of three-dimensional distortion of two impression materials in the transfer of dental implants. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 103(4), 202–209. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(10\)60032-7](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(10)60032-7)
- Ahlholm, P., Sipilä, K., Vallittu, P., Jakonen, M., & Kotiranta, U. (2018). Digital Versus Conventional Impressions in Fixed Prosthodontics: A Review. *Journal of Prosthodontics*, 27(1), 35–41. <https://doi.org/10.1111/jopr.12527>
- Ajioka, H., Kihara, H., Odaira, C., Kobayashi, T., & Kondo, H. (2016). Examination of the position accuracy of implant abutments reproduced by intra-oral optical impression. *PLoS ONE*, 11(10), 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0164048>
- Akça, K., & Cehreli, M. C. (2004). Accuracy of 2 impression techniques for ITI implants. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 19(4), 517–523. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15346748>
- Al-Enazi, T. A., & Naik, A. V. (2016). Disinfection of alginate and addition silicon rubber-based impression materials. *International Journal of Stomatology & Occlusion Medicine*, 8(S1), 44–48. <https://doi.org/10.1007/s12548-016-0148-8>
- Alghazzawi, T. F. (2016). Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation. *Journal of Prosthodontic Research*, 60(2), 72–84. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2016.01.003>
- Alikhasi, M., Alsharbaty, M. H. M., & Moharrami, M. (2017). Digital implant impression technique accuracy: A systematic review. *Implant Dentistry*, 26(6), 929–935. <https://doi.org/10.1097/ID.0000000000000683>
- Alikhasi, M., Siadat, H., Nasirpour, A., & Hasanzade, M. (2018). Three-Dimensional Accuracy of Digital Impression versus Conventional Method: Effect of Implant Angulation and Connection Type. *International Journal of Dentistry*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/3761750>
- Aling technology inc. (2018). *iTero element 2 e Flex*. 28, 1–6.
- Almeida e Silva, J. S., Erdelt, K., Edelhoff, D., Araújo, É., Stimmelmayer, M., Vieira, L. C. C., & Güth, J. F. (2014). Marginal and internal fit of four-unit zirconia fixed dental prostheses based on digital and conventional impression techniques. *Clinical Oral Investigations*, 18(2), 515–523. <https://doi.org/10.1007/s00784-013-0987-2>
- Anusavice, K. J., Shen, C., & Rawls, H. R. (2012). *Phillips' science of dental materials*. Elsevier Health Sciences.

- Assif, D., Fenton, A., Zarb, G., & Schmitt, A. (1992). Comparative accuracy of implant impression procedures. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 12(2).
- Assuncao, W. G., Gennari Filho, H., & Zaniqueili, O. (2004). Evaluation of transfer impressions for osseointegrated implants at various angulations. *Implant Dentistry*, 13(4), 358–366. <https://doi.org/10.1097/01.id.0000144509.58901.f7>
- Baroudi, K., & Ibraheem, S. N. (2015). Assessment of Chair-side Computer-Aided Design and Computer-Aided Manufacturing Restorations: A Review of the Literature. *Journal of International Oral Health : JIOH*, 7(4), 96–104. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25954082><http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC4409808>
- Barrett, M. G., de Rijk, W. G., & Burgess, J. O. (1993). The Accuracy of Six Impression Techniques for Osseointegrated Implants. *Journal of Prosthodontics*, 2(2), 75–82. <https://doi.org/10.1111/j.1532-849X.1993.tb00387.x>
- Barshev, M. A., & Mikhas'kov, S. V. (2011). [Modern CAD/CAM--technologies for stomatology]. *Stomatologiia*, 90(2), 71–73. Retrieved from <http://europepmc.org/abstract/MED/21766536>
- Beuer, F., Schweiger, J., & Edelhoff, D. (2008). Digital dentistry: An overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *British Dental Journal*, 204(9), 505–511. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2008.350>
- Bhakta, S., Vere, J., Calder, I., & Patel, R. (2011). Impressions in implant dentistry. *British Dental Journal*, 211(8), 361–367. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2011.862>
- Birnbaum, N. S., & Aaronson, H. B. (2008). Dental impressions using 3D digital scanners: virtual becomes reality. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, 29(8), 494,496,498-505.
- Bomberg, T. J., Hatch, R. A., & Hoffman, W. (1985). Impression material thickness in stock and custom trays. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 54(2), 170–172. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(85\)90278-1](https://doi.org/10.1016/0022-3913(85)90278-1)
- Brown, C. (2012). CAD/CAM in digital dentistry: the lab perspective. *The Journal of the Michigan Dental Association*, 94(4), 42–45. Retrieved from <http://europepmc.org/abstract/MED/22616255>
- Burawi, G., Houston, F., Byrne, D., & Claffey, N. (1997). A comparison of the dimensional accuracy of the splinted and unsplinted impression techniques for the Bone-Lock implant system. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 77(1), 68–75. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(97\)70209-9](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(97)70209-9)
- Burns, J., Palmer, R., Howe, L., & Wilson, R. (2003). Accuracy of open tray implant impressions: An in vitro comparison of stock versus custom trays. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 89(3), 250–255. <https://doi.org/10.1067/mpr.2003.38>
- Cabral, L. M., & Guedes, C. G. (2007). Comparative analysis of 4 impression techniques for implants. *Implant Dentistry*, 16(2), 187–194. <https://doi.org/10.1097/ID.0b013e3180587b3f>
- Cam, C. A. D. (2019). *Enjoy the scan . Striking in every detail : The new Acquisition Center Usability*. 01(04605).
- Cappare, P., Sannino, G., Minoli, M., Montemezzi, P., & Ferrini, F. (2019). Conventional versus digital impressions for full arch screw-retained maxillary rehabilitations: A randomized clinical trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(5), 1–15. <https://doi.org/10.3390/ijerph16050829>
- Carestream Dental LLC. (2020a). CS 3600®. Retrieved from <https://www.carestreamdental.com/en-us/csd-products/intraoral-scanners/cs-3600->

- and-cs-scanflow-software/cs-3600-for-implant-borne-restorations/
Carestream Dental LLC. (2020b). CS 3700®. Retrieved from <https://www.carestreamdental.com/en-us/csd-products/intraoral-scanners/cs-3700/>
- Carr, A. B. (1991). Comparison of impression techniques for a five-implant mandibular model. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 6(4), 448–455.
- Carrotte, P. V., Johnson, A., & Winstanley, R. B. (1998). The influence of the impression tray on the accuracy of impressions for crown and bridge work--an investigation and review. *British Dental Journal*, 185(11), 580–585. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4809870>
- Chee, W., & Jivraj, S. (2006). Impression techniques for implant dentistry. *British Dental Journal*, 201(7), 429–432. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4814118>
- Chen, S. Y., Liang, W. M., & Chen, F. N. (2004). Factors affecting the accuracy of elastometric impression materials. *Journal of Dentistry*, 32(8), 603–609. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2004.04.002>
- Chew, A., Esguerra, R., Teoh, K., Wong, K., Ng, S., & Tan, K. (2017). Three-Dimensional Accuracy of Digital Implant Impressions: Effects of Different Scanners and Implant Level. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 32(1), 70–80. <https://doi.org/10.11607/jomi.4942>
- Christensen, G. J. (1990). Implant prosthodontics contribute to restorative dentistry. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 121(3), 340–341,344,346,348,350. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1990.0160>
- Christensen, G. J. (1992). Complex fixed and implant prosthodontics: making nearly foolproof impressions. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 123(12), 69–70. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1992.0310>
- Christensen, Gordon J. (2009). Impressions are changing: Deciding on conventional, digital or digital plus in-office milling. *Journal of the American Dental Association*, 140(10), 1301–1304. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2009.0054>
- Combe EC, Burke FJ, D. W. (1999). Dental biomaterials, 1st edition. In *Boston: Kluwer*.
- Conrad, H. J., Pesun, I. J., DeLong, R., & Hodges, J. S. (2007). Accuracy of two impression techniques with angulated implants. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 97(6), 349–356. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(07\)60023-7](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(07)60023-7)
- Copings, I., Tray, O., Select, R., Biocare, N., Copings, I., Tray, O., ... Biocare, N. (2020). *Coifas de impressão Instruções de utilização*. 0, 1–4.
- Correia, A. R. M., Sampaio Fernandes, J. C. A., Cardoso, J. A. P., & Leal da Silva, C. F. C. (2006). CAD-CAM: a informática a serviço da prótese fixa. *Rev. Odontol. UNESP*, 35(2), 183–189.
- Craig, R. G. (1988). Review of dental impression materials. *Advances in Dental Research*, 2(1), 51–64. <https://doi.org/10.1177/08959374880020012001>
- Daou, E. E. (2010). The elastomers for complete denture impression: A review of the literature. *Saudi Dental Journal*, 22(4), 153–160. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2010.07.005>
- Daoudi, M. F., Setchell, D. J., & Searson, L. J. (2004). An evaluation of three implant level impression techniques for single tooth implant. *The European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry*, 12(1), 9–14. Retrieved from <http://europepmc.org/abstract/MED/15058176>
- Davidowitz, G., & Kotick, P. G. (2011). The Use of CAD/CAM in Dentistry. *Dental Clinics of North America*, 55(3), 559–570. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2011.02.011>
- De Angelis, P., Manicone, P. F., De Angelis, S., Grippaudo, C., Gasparini, G., Liguori, M. G., ... D'Addona, A. (2020). Patient and Operator Centered Outcomes in Implant

- Dentistry: Comparison between Fully Digital and Conventional Workflow for Single Crown and Three-Unit Fixed-Bridge. *Materials*, 13(12), 2781. <https://doi.org/10.3390/ma13122781>
- de Faria, J. C. B., Silva-Concílio, L. R., Neves, A. C. C., Miranda, M. E., & Teixeira, M. L. (2011). Evaluation of the accuracy of different transfer impression techniques for multiple implants. *Brazilian Oral Research*, 25(2), 163–167. <https://doi.org/10.1590/S1806-83242011000200011>
- De La Cruz, J. E., Funkenbusch, P. D., Ercoli, C., Moss, M. E., Graser, G. N., & Tallents, R. H. (2002). Verification jig for implant-supported prostheses: A comparison of standard impressions with verification jigs made of different materials. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 88(3), 329–336. <https://doi.org/10.1067/mpr.2002.128070>
- Dentsply Sirona. (n.d.). CEREC - Soluções CAD/CAM para o consultório. Retrieved from <https://www.dentsplysirona.com/pt-br/explore/cad-cam.html>
- Dogan, S., Schwedhelm, E., Mdt, H., Mancl, L., & Raigrodski, A. (2015). Clinical efficacy of polyvinyl siloxane impression materials using the one-step two-viscosity impression technique. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 114. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.03.019>
- Donovan, T. E., & Chee, W. W. L. (2004). A review of contemporary impression materials and techniques. *Dental Clinics of North America*, 48(2), 445–470. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2003.12.014>
- Eames, W. B., Wallace, S. W., Suway, N. B., & Rogers, L. B. (1979). Accuracy and dimensional stability of elastomeric impression materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 42(2), 159–162. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(79\)90166-5](https://doi.org/10.1016/0022-3913(79)90166-5)
- Faria, A. C. L., Rodrigues, R. C. S., Macedo, A. P., de Mattos, M. da G. C., & Ribeiro, R. F. (2008). Accuracy of stone casts obtained by different impression materials. *Brazilian Oral Research*, 22(4), 293–298. <https://doi.org/10.1590/S1806-83242008000400002>
- Filho, H. G., Mazaro, J. V. Q., Vedovatto, E., Assunção, W. G., & Santos, P. H. Dos. (2009). Accuracy of impression techniques for impants. part 2 - Comparison of splinting techniques. *Journal of Prosthodontics*, 18(2), 172–176. <https://doi.org/10.1111/j.1532-849X.2008.00325.x>
- Fokkinga, W., Witter, D., Bronkhorst, E., & Creugers, N. (2017). Clinical Fit of Partial Removable Dental Prostheses Based on Alginate or Polyvinyl Siloxane Impressions. *The International Journal of Prosthodontics*, 30(1), 33–37. <https://doi.org/10.11607/ijp.4977>
- Francesco Guido Mangano, Uli Hauschild², Giovanni Veronesi³, Mario Imburgia⁴, C. M., & Admakin⁶, and O. (2019). Trueness and Precision of Two Intraoral Scanners: A Comparative in Vitro Study. *Scanning*, 2019, 1–14. <https://doi.org/10.1155/2019/1289570>
- Fuster-Torres, M. Á., Albalat-Estela, S., Alcañiz-Raya, M., & Peñarrocha-Diago, M. (2009). CAD / CAM dental systems in implant dentistry: Update. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 14(3), 1–6.
- Gherlone, E., Capparé, P., Vinci, R., Ferrini, F., Gastaldi, G., & Crespi, R. (2016). Conventional Versus Digital Impressions for “All-on-Four” Restorations. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 31(2), 324–330. <https://doi.org/10.11607/jomi.3900>
- Giordano, R. (2006). Materials for chairside CAD/CAM-produced restorations. *Journal of the American Dental Association*, 137(9 SUPPL.), 14S–21S. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2006.0397>
- Gomes, É. A., Assunção, W. G., Costa, P. dos S., Delben, J. A., & Barão, V. A. R. (2006).

- Moldagem de transferência de prótese sobre implante ao alcance do clínico. *Pesqui. Bras. Odontopediatria Clín. Integr*, 281–288.
- Gonçalves, F., Popoff, D., Castro, C., Silva, G., Magalhães, C., & Moreira, A. (2011). Dimensional stability of elastomeric impression materials: A critical review of the literature. *The European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry*, 19, 163–166.
- Goodall, R. H., Darras, L. P., & Purnell, M. A. (2015). Accuracy and precision of silicon based impression media for quantitative areal texture analysis. *Scientific Reports*, 5, 1–14. <https://doi.org/10.1038/srep10800>
- Guide, C., Sirona, D., & Implant, D. (n.d.). *Let us guide you to the perfect position New : Dentsply Sirona Digital Implant Workflow*.
- Gupta, S., Narayan, A. I., & Balakrishnan, D. (2017). In Vitro Comparative Evaluation of Different Types of Impression Trays and Impression Materials on the Accuracy of Open Tray Implant Impressions: A Pilot Study. *International Journal of Dentistry*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/6306530>
- Haghi, H., Shieh-zadeh, M., Nakhaei, M., Ahrary, F., & Sabzevari, S. (2017). Effect of technique and impression material on the vertical misfit of a screw-retained, three-unit implant bridge: An in vitro study. *Journal of Indian Prosthodontist Society*, 17(1), 41–47. <https://doi.org/10.4103/0972-4052.197937>
- Hamalian, T. A., Nasr, E., & Chidiac, J. J. (2011). Impression materials in fixed prosthodontics: Influence of choice on clinical procedure. *Journal of Prosthodontics*, 20(2), 153–160. <https://doi.org/10.1111/j.1532-849X.2010.00673.x>
- Harsono, M., Simon, J. F., Stein, J. M., & Kugel, G. (2013). Evolution of chairside CAD/CAM dentistry. *Texas Dental Journal*, 130(3), 238–244. Retrieved from <http://europepmc.org/abstract/MED/23734548>
- Herbst, D., Nel, J. C., Driessen, C. H., & Becker, P. J. (2000). Evaluation of impression accuracy for osseointegrated implant supported superstructures. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 83(5), 555–561. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(00\)70014-X](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(00)70014-X)
- Hinds, K. F. (1997). Custom impression coping for an exact registration of the healed tissue in the esthetic implant restoration. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 17(6), 584–591. <https://doi.org/10.11607/prd.00.0240>
- Humphries, R., Yaman, P., & Bloem, T. (1990). The accuracy of implant master casts constructed from transfer impressions. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 5 4, 331–336.
- Hussein, L. A. (2014). Accuracy of Optimized Rubber Base Impression Materials (Linear and Surface Analysis). *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, (February 2014), 543–551.
- Imburgia, M., Logozzo, S., Hauschild, U., Veronesi, G., Mangano, C., & Mangano, F. G. (2017). Accuracy of four intraoral scanners in oral implantology: A comparative in vitro study. *BMC Oral Health*, 17(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s12903-017-0383-4>
- iTero®. (2020). *More capabilities for your practice*.
- Joda, T., & Brägger, U. (2015). Digital vs. conventional implant prosthetic workflows: a cost/time analysis. *Clinical Oral Implants Research*, 26(12), 1430–1435. <https://doi.org/10.1111/clr.12476>
- Joda, T., Ferrari, M., & Braegger, U. (2016). A digital approach for one-step formation of the supra-implant emergence profile with an individualized CAD/CAM healing abutment. *Journal of Prosthodontic Research*, 60(3), 220–223. <https://doi.org/10.1016/j.jprior.2016.01.005>

- Joda, T., Wittneben, J. G., & Brägger, U. (2014). Digital implant impressions with the “Individualized Scanbody Technique” for emergence profile support. *Clinical Oral Implants Research*, 25(3), 395–397. <https://doi.org/10.1111/clr.12099>
- Joda, T., Zarone, F., & Ferrari, M. (2017). The complete digital workflow in fixed prosthodontics: A systematic review. *BMC Oral Health*, 17(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s12903-017-0415-0>
- John O. Burgess, Nathaniel C. Lawson, A. R. (2013). Comparing Digital and Conventional Impressions. Retrieved from <https://www.aegisdentalnetwork.com/id/2013/11/comparing-digital-and-conventional-impression-materials>
- Kanchan Aswani, Sattyam Wankhade, Arun Khalikar, S. D., & Department. (2019). Accuracy of an intraoral digital impression: A review. *The Journal of Indian Prosthodontic Society*, 19(1), 88–92. <https://doi.org/10.4103/jips.jips>
- Kapos, T., & Evans, C. (2014). CAD/CAM Technology for Implant Abutments, Crowns, and Superstructures. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 29(Supplement), 117–136. <https://doi.org/10.11607/jomi.2014suppl.g2.3>
- Karl, M., & Palarie, V. (2014). Variables Affecting the Accuracy of Implant Master Casts: An In Vitro Pilot Study. *Journal of Dental Surgery*, 2014, 1–6. <https://doi.org/10.1155/2014/273079>
- Keshav, P. (2019). *Near infrared imaging (NIRI) technology in dentistry - iTero Element 5D*. 1–15.
- Kucey, B. K. S., & Fraser, D. C. (2000). The procera abutment - The fifth generation abutment for dental implants. *Journal of the Canadian Dental Association*, 66(8), 445–449.
- Kulkarni, M. M., & Thombare, R. U. (2015). Dimensional changes of alginate dental impression materials-an invitro study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 9(8), ZC98–ZC102. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2015/13627.6407>
- Kumar, D., Madihalli, A. U., Reddy, K. R. K., Rastogi, N., & Pradeep, N. T. (2011). Elastomeric impression materials: A comparison of accuracy of multiple pours. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 12(4), 272–278. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-1046>
- Lee, H., So, J. S., Hochstedler, J. L., & Ercoli, C. (2008). The accuracy of implant impressions: A systematic review. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 100(4), 285–291. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(08\)60208-5](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(08)60208-5)
- Lee, J. H. (2016). Intraoral digital impression for fabricating a replica of an implant-supported interim prosthesis. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 115(2), 145–149. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.06.024>
- Lee, Sang J., Betensky, R. A., Gianneschi, G. E., & Gallucci, G. O. (2015). Accuracy of digital versus conventional implant impressions. *Clinical Oral Implants Research*, 26(6), 715–719. <https://doi.org/10.1111/clr.12375>
- Lee, Sang J., & Gallucci, G. O. (2013). Digital vs. conventional implant impressions: Efficiency outcomes. *Clinical Oral Implants Research*, 24(1), 111–115. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2012.02430.x>
- Lee, Sang Jik, & Cho, S. B. (2011). Accuracy of five implant impression technique: Effect of splinting materials and methods. *Journal of Advanced Prosthodontics*, 3(4), 177–185. <https://doi.org/10.4047/jap.2011.3.4.177>
- Lin, W. S., Harris, B. T., & Morton, D. (2013). Use of implant-supported interim restorations to transfer periimplant soft tissue profiles to a milled polyurethane definitive cast. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 109(5), 333–337. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(13\)60311-X](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(13)60311-X)

- Logozzo, S., Zanetti, E. M., Franceschini, G., Kilpelä, A., & Mäkynen, A. (2014). Recent advances in dental optics - Part I: 3D intraoral scanners for restorative dentistry. *Optics and Lasers in Engineering*, 54(September 2017), 203–221. <https://doi.org/10.1016/j.optlaseng.2013.07.017>
- Lorenzoni, M., Pertl, C., Penkner, K., Polansky, R., Sedaj, B., & Wegscheider, W. A. (2000). Comparison of the transfer precision of three different impression materials in combination with transfer caps for the Frialit®-2 system. *Journal of Oral Rehabilitation*, 27(7), 629–638. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2842.2000.00594.x>
- Mandikos, M. N. (1998). *b. Working and setting times*. (6).
- Mangano, F. G., Veronesi, G., Hauschild, U., Mijiritsk, E., & Mangano, C. (2016). Trueness and precision of four intraoral scanners in oral implantology: A comparative in vitro study. *PLoS ONE*, 11(9), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163107>
- Mangano, F., Gandolfi, A., Luongo, G., & Logozzo, S. (2017). Intraoral scanners in dentistry: A review of the current literature. *BMC Oral Health*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s12903-017-0442-x>
- Marcinak, C. F., Young, F. A., Draughn, R. A., & Flemming, W. R. (1980). Linear Dimensional Changes in Elastic Impression Materials. *Journal of Dental Research*, 59(7), 1152–1155. <https://doi.org/10.1177/00220345800590071001>
- Marghalani, A., Weber, H. P., Finkelman, M., Kudara, Y., El Rafie, K., & Papaspyridakos, P. (2018). Digital versus conventional implant impressions for partially edentulous arches: An evaluation of accuracy. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 119(4), 574–579. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2017.07.002>
- Marotti, J., Tortamano, P., Wolfart, S., Paulo, S., & Sp, /. (2012). Moldagem em Implantodontia. *RPG Rev Pós Grad*, 19(3), 113–121.
- Mathew T. Kattadiyil, Charles J. Goodacre, and Nadim Z, B. (2013). Complete Dentures : of Two Commercial Fabrication Systems. *CDA Journal California Dental Association*, 41(6), 407–416. <https://doi.org/23875432>
- McCabe, J. F., & Walls, A. W. G. (2013). *Applied dental materials*. John Wiley & Sons.
- Medeiros, D. E. (1999). *Moldeiras*.
- Medina-Sotomayor, P., Pascual-Moscardó, A., & Camps, I. (2018). Correction: Accuracy of four digital scanners according to scanning strategy in complete arch impressions (PLoS ONE (2018) 13:9 (e0202916) DOI: 10.1371/journal.pone.0202916). *PLoS ONE*, 13(12), 1–14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209883>
- Menini, M., Setti, P., Pera, F., Pera, P., & Pesce, P. (2018). Accuracy of multi-unit implant impression: traditional techniques versus a digital procedure. *Clinical Oral Investigations*, 22(3), 1253–1262. <https://doi.org/10.1007/s00784-017-2217-9>
- Midmark Mobile True Definition™. (2020). *Technology you can trust. Support you can count on*. Retrieved from https://www.midmark.com/dental/products/imaging/digital-impressions?utm_source=midmark
- Millstein, P., Maya, A., & Segura, C. (1998). Determining the accuracy of stock and custom tray impression/casts. *Journal of Oral Rehabilitation*, 25(8), 645–648. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2842.1998.00306.x>
- Mitchell, S. T., Ramp, M. H., Ramp, L. C., & Liu, P. R. (2009). A preliminary survey of impression trays used in the fabrication of fixed indirect restorations. *Journal of Prosthodontics*, 18(7), 582–588. <https://doi.org/10.1111/j.1532-849X.2009.00493.x>
- Miyazaki, T., Hotta, Y., Kunii, J., Kuriyama, S., & Tamaki, Y. (2009). A review of dental CAD/CAM: Current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dental Materials Journal*, 28(1), 44–56. <https://doi.org/10.4012/dmj.28.44>

- Molinari, J. A. C. J. A. (2009). State-of-the-art infection control in dentistry. *Nutrition*, 123(August), 33–41. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1991.0254>
- Moreira, A. H. J., Rodrigues, N. F., Pinho, A. C. M., Fonseca, J. C., & Vilaça, J. L. (2015). Accuracy Comparison of Implant Impression Techniques: A Systematic Review. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 17, e751–e764. <https://doi.org/10.1111/cid.12310>
- Nassar, U., Aziz, T., & Flores-Mir, C. (2011). Dimensional stability of irreversible hydrocolloid impression materials as a function of pouring time: A systematic review. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 106(2), 126–133. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(11\)60108-X](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(11)60108-X)
- Neto, B. J. G. (2012). Reabilitação Protética Unitária com Utilização do Sistema CAD-CAM CEREC® – Versão Chairside. *Dissertação de Mestrado, Universidade Católica Portuguesa. Departamento de Ciências Da Saúde, Viseu.*
- Nobel Biocare. (2020). *Digital integration from beginning to end.*
- Noort, V. (2009). *Introdução aos materiais dentários 3a edição.* Elsevier Brasil.
- Pandita, A., Jain, T., Yadav, N. S., Feroz, S. M. A., Pradeep, & Diwedi, A. (2013). Evaluation and comparison of dimensional accuracy of newly introduced elastomeric impression material using 3D laser scanners: An in vitro study. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 14(2), 265–268. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-1311>
- Papadopoulos, I., Pozidi, G., Goussias, H., & Kourtis, S. (2014). Transferring the emergence profile from the provisional to the final restoration. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 26(3), 154–161. <https://doi.org/10.1111/jerd.12068>
- Papaspyridakos, P., Chen, C.-J., Gallucci, G., Doukoudakis, A., Weber, H.-P., & Chronopoulos, V. (2014). Accuracy of Implant Impressions for Partially and Completely Edentulous Patients: A Systematic Review. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 29(4), 836–845. <https://doi.org/10.11607/jomi.3625>
- Papaspyridakos, P., Gallucci, G. O., Chen, C. J., Hanssen, S., Naert, I., & Vandenberghe, B. (2016). Digital versus conventional implant impressions for edentulous patients: Accuracy outcomes. *Clinical Oral Implants Research*, 27(4), 465–472. <https://doi.org/10.1111/clr.12567>
- Patzelt, S. B. M., Lamprinos, C., Stampf, S., & Att, W. (2014). The time efficiency of intraoral scanners. *Journal of the American Dental Association*, 145(6), 542–551. <https://doi.org/10.14219/jada.2014.23>
- Perakis, N., Belser, U. C., & Magne, P. (2004). Final impressions: a review of material properties and description of a current technique. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 24(2), 109–117. <https://doi.org/10.11607/prd.00.0573>
- Perng-Ru, Liu DMD, M. (2005). A Panorama of Dental. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, 26 No. 7(july), 507–513.
- Peters, M. C. R. B., & Tieleman, A. (1992). Accuracy and dimensional stability of a combined hydrocolloid impression system. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 67(6), 873–878. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(92\)90605-A](https://doi.org/10.1016/0022-3913(92)90605-A)
- Peutzfeldt A, .Asmussen E. (1990). Effect of disinfecting solutions on surface texture of alginate and elastomeric impressions. *European Journal of Oral Sciences*, 98(1), 74–81. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.1990.tb00943.x>
- Powers, J. M., & Wataha, J. C. (2014). *Dental materials : properties and manipulation.* Retrieved from https://nls.ldls.org.uk/welcome.html?ark:/81055/vdc_100052323197.0x000001

- Pradíes, G., Zarauz, C., Valverde, A., Ferreira, A., & Martínez-Rus, F. (2015). Clinical evaluation comparing the fit of all-ceramic crowns obtained from silicone and digital intraoral impressions based on wavefront sampling technology. *Journal of Dentistry*, *43*(2), 201–208. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2014.12.007>
- Pratten, D. H., & Novetsky, M. (1991). Detail reproduction of soft tissue: A comparison of impression materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *65*(2), 188–191. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(91\)90160-X](https://doi.org/10.1016/0022-3913(91)90160-X)
- Priyanka, G., Sujesh, M., Kumar, R., Rao, C., & Srujana, Z. (2020). Digital impressions in prosthodontics – past, present and future trends. *IP Annals of Prosthodontics and Restorative Dentistry*, *6*(2), 66–70. <https://doi.org/10.18231/j.aprd.2020.016>
- Proussaefs, P. (2015). Immediate provisionalization with a CAD/CAM interim abutment and crown: A guided soft tissue healing technique. *Journal of Prosthetic Dentistry*, *113*(2), 91–95. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2014.09.003>
- Punj, A., Bompolaki, D., & Garaicoa, J. (2017). Dental Impression Materials and Techniques. *Dental Clinics of North America*, *61*(4), 779–796. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2017.06.004>
- Reddy, S., Prasad, K., Vakil, H., Jain, A., & Chowdhary, R. (2013). Accuracy of impressions with different impression materials in angulated implants. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, *16*(3), 279–284. <https://doi.org/10.4103/1119-3077.113447>
- Reed, H. V. (1990). Reversible agar agar hydrocolloid. *Quintessence International*, *21*(3), 225–229.
- Renne, W. (2014). Chairside CAD/CAM technology: a positive “disruption” in dentistry. *Compendium of Continuing Education in Dentistry (Jamesburg, N.J. : 1995)*, *35*, 126–127.
- Richert, R., Goujat, A., Venet, L., Viguie, G., Viennot, S., Robinson, P., ... Ducret, M. (2017). Intraoral Scanner Technologies: A Review to Make a Successful Impression. *Journal of Healthcare Engineering*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/8427595>
- Robert G. Ritter. (2014). Digital scanning in the everyday general practice: intraoral scanners are a key component of today’s digital workflow. Retrieved from <https://www.aegisdentalnetwork.com/id/2014/08/digital-scanning-in-the-everyday-general-practice>
- Rocha Castro, J. M. (2005). *Fidelidade Oclusal do Modelo Antagonista- Estudo da influência das técnicas e materiais de impressão*.
- Roques C. (2014). La CFAO dans la pratique quotidienne en cabinet dentaire et en laboratoire dans la région Midi-Pyrénées en 2013 : étude épidémiologique. *Université Toulouse III - Paul Sabatier*, Disponible sur: <http://thesesante.ups-tlse.fr/336/>.
- Rubel, B. S. (2007). Impression Materials: A Comparative Review of Impression Materials Most Commonly Used in Restorative Dentistry. *Dental Clinics of North America*, *51*(3), 629–642. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2007.03.006>
- Samet, N., Shohat, M., Livny, A., & Weiss, E. I. (2005). A clinical evaluation of fixed partial denture impressions. *Journal of Prosthetic Dentistry*, *94*(2), 112–117. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2005.05.002>
- Schepke, U., Meijer, H. J. A., Kerdijk, W., & Cune, M. S. (2015). Digital versus analog complete-arch impressions for single-unit premolar implant crowns: Operating time and patient preference. *Journal of Prosthetic Dentistry*, *114*(3), 403–406.e1. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.04.003>
- Schmidt, A., Häussling, T., Rehmann, P., Schaaf, H., & Wöstmann, B. (2018). Accuracy of various impression materials and methods for two implant systems: An effect size

- study. *Journal of Prosthodontic Research*, 62(2), 245–251. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2017.10.004>
- Seelbach, P., Brueckel, C., & Wöstmann, B. (2013). Accuracy of digital and conventional impression techniques and workflow. *Clinical Oral Investigations*, 17(7), 1759–1764. <https://doi.org/10.1007/s00784-012-0864-4>
- Shafa, S., Zaree, Z., & Mosharraf, R. (2008). The effects of custom tray material on the accuracy of master casts. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 9(6), 049–056. <https://doi.org/10.5005/jcdp-9-6-49>
- Shankar, Yr., Sahoo, S., Krishna, Mh., Kumar, Ps., Kumar, Ts., & Narula, S. (2016). Accuracy of implant impressions using various impression techniques and impression materials. *Journal of Dental Implants*, 6(1), 29. <https://doi.org/10.4103/0974-6781.190384>
- Sharma, S., Agarwal, S., Sharma, D., Kumar, S., & Glodha, N. (2014). Impression; Digital vs. Conventional: A Review. *Annals of Dental Specialty*, 2(1), 9–10.
- Shoemaker, D. P., Chung, D. Y., Mitchell, J. F., Bray, T. H., Soderholm, L., Chupas, P. J., & Kanatzidis, M. G. (2012). Understanding fluxes as media for directed synthesis: In situ local structure of molten potassium polysulfides. *Journal of the American Chemical Society*, 134(22), 9456–9463. <https://doi.org/10.1021/ja303047e>
- Silva, J., Rocha, E., Tabata, L., Assunção, W., & Almeida, E. (2008). Técnicas de moldagem em prótese sobre implantes. *Revista de Odontologia Da UNESP*, 37(Especial), 0–0.
- Silva, M. M., Mima, E. G. de O., Segalla, J. C. M., Silva, R., & Pinelli, L. A. P. (2013). Técnicas de moldagem em prótese sobre implantes. *Revista de Odontologia Da UNESP*, 37(4), 301–308.
- Skramstad, M. J. (2019). *APPLICATION Welcome to Cerec Primescan AC Willkommen Cerec Primescan AC*. 22(1), 69–78.
- Sneha, S. M., & Abhilasha, S. B. (2010). Cad/Cam In Dental Restorations: An Overview. *Annals and Essences of Dentistry*, 2(3), 123–128. <https://doi.org/10.5368/aedj.2010.2.3.123-128.pdf>
- Starcke, E. N. (1975). A historical review of complete denture impression materials. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 91(5), 1037–1041. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1975.0531>
- Stober, T., Johnson, G. H., & Schmitter, M. (2010). Accuracy of the newly formulated vinyl siloxanether elastomeric impression material. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 103(4), 228–239. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(10\)60035-2](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(10)60035-2)
- Straumann, I. (2016). *Procedimentos protéticos; Etapa 1 Moldagem*.
- Surapaneni, H., & Pallavi Samatha., Ravi Shankar Y., S. A. (2013). Polyvinylsiloxanes in Dentistry: An Overview. *Trends in Biomaterials and Artificial Organs*, 25(3), 119–123.
- Tabesh, M., Alikhasi, M., & Siadat, H. (2018). A Comparison of implant impression precision: Different materials and techniques. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 10(2), e151–e157. <https://doi.org/10.4317/jced.54457>
- Thongthammachat, S., Moore, B. K., Barco, M. T., Hovijitra, S., Brown, D. T., & Andres, C. J. (2002). Dimensional accuracy of dental casts: Influence of tray material, impression material, and time. *Journal of Prosthodontics*, 11(2), 98–108. <https://doi.org/10.1053/jpro.2002.125192>
- Ting-shu, S., & Jian, S. (2015). Intraoral Digital Impression Technique: A Review. *Journal of Prosthodontics*, 24(4), 313–321. <https://doi.org/10.1111/jopr.12218>
- Tselios, N., Parel, S. M., & Jones, J. D. (2006). Immediate placement and immediate provisional abutment modeling in anterior single-tooth implant restorations using a

- CAD/CAM application: A clinical report. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 95(3), 181–185. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2006.01.014>
- Vadapalli, S. B., Atluri, K., Putcha, M. S., Kondreddi, S., Kumar, N. S., & Tadi, D. P. (2016). Evaluation of surface detail reproduction, dimensional stability and gypsum compatibility of monophasic polyvinyl-siloxane and polyether elastomeric impression materials under dry and moist conditions. *Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry*, 6(4), 302–308. <https://doi.org/10.4103/2231-0762.186795>
- van der Meer, W. J., Andriessen, F. S., Wismeijer, D., & Ren, Y. (2012). Application of intra-oral dental scanners in the digital workflow of implantology. *PLoS ONE*, 7(8), 1–8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0043312>
- Van Noort, R. (2012). The future of dental devices is digital. *Dental Materials*, 28(1), 3–12. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2011.10.014>
- Vandeweghe, S., Vervack, V., Dierens, M., & De Bruyn, H. (2017). Accuracy of digital impressions of multiple dental implants: an in vitro study. *Clinical Oral Implants Research*, 28(6), 648–653. <https://doi.org/10.1111/clr.12853>
- Vigolo, P., Majzoub, Z., & Cordioli, G. (2003). Evaluation of the accuracy of three techniques used for multiple implant abutment impressions. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 89(2), 186–192. <https://doi.org/10.1067/mpr.2003.15>
- Vitti, R. P., da Silva, M. A. B., Consani, R. L. X., & Sinhoreti, M. A. C. (2013). Dimensional accuracy of stone casts made from silicone-based impression materials and three impression techniques. *Brazilian Dental Journal*, 24(5), 498–502. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201302334>
- Vojdani, M., Torabi, K., & Ansarifard, E. (2015). Accuracy of different impression materials in parallel and nonparallel implants. *Dental Research Journal*, 12(4), 315–322. <https://doi.org/10.4103/1735-3327.161429>
- Wang, Z. (2016). Comparison of Dimensional Accuracies Using Two Elastomeric Impression Materials in Casting Three-dimensional Tool Marks. *Journal of Forensic Sciences*, 61(3), 792–797. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.13012>
- Wee, A. G. (2000). Comparison of impression materials for direct multi-implant impressions. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 83(3), 323–331. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(00\)70136-3](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(00)70136-3)
- Wenz, H., & Hertrampf, K. (2008). Accuracy of impressions and casts using different implant impression techniques in a multi-implant system with an internal hex connection. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 23, 39–47.
- Wilk, B. L. (2015). *Intraoral Digital Impressioning for Dental Implant Restorations Versus Traditional Implant Impression Techniques*. Retrieved from <https://www.aegisdentalnetwork.com/cced/2015/07/intraoral-digital-impressioning-for-dental-implant-restorations-versus-traditional-implant-impression-techniques>
- Winstanley, R. B., Carrotte, P. V., & Johnson, A. (1997). The quality of impressions for crowns and bridges received at commercial dental laboratories. *British Dental Journal*, 183(6), 209–213. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4809468>
- Wismeijer, D., Mans, R., van Genuchten, M., & Reijers, H. A. (2014). Patients' preferences when comparing analogue implant impressions using a polyether impression material versus digital impressions (Intraoral Scan) of dental implants. *Clinical Oral Implants Research*, 25(10), 1113–1118. <https://doi.org/10.1111/clr.12234>
- Yamamoto, E., Marotti, J., Campos, T., & Tortamano, P. (2010). Accuracy of Four Transfer Impression Techniques for Dental Implants: A Scanning Electron

- Microscopic Analysis. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 25, 1115–1124.
- Yang, Z. Z., Wang, H. Y., Lu, L., Wang, C., Zhong, X. Bin, Wang, J. G., & Jiang, Q. C. (2016). Hierarchical TiO₂ spheres as highly efficient polysulfide host for lithium-sulfur batteries. *Scientific Reports*, 6, 1–8. <https://doi.org/10.1038/srep22990>
- Yuzbasioglu, E., Kurt, H., Turunc, R., & Bilir, H. (2014). Comparison of digital and conventional impression techniques: Evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes. *BMC Oral Health*, 14(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/1472-6831-14-10>
- Zarrintaj, P., Rezaei, S., Jafari, S. H., Saeb, M. R., Ghalami, S., Roshandel, M., ... Mozafari, M. (2019). Impression materials for dental prosthesis. In *Advanced Dental Biomaterials*. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-102476-8.00009-8>
- Zavanelli, R. A., Zavanelli, A. C., & Mazaro, J. V. Q. (2016). Técnicas Convencionais E Atuais De Moldagem Em Próteses Fixas. *Pro-Odonto Prótese E Dentística*, 2(May), 7.
- 索雷博. (2019). iTero® Element - Operation Manual. *Thorlabs*, 100(January), 1–40.