

**CURSO DE ODONTOLOGIA**

Bruna Maciel

**COMPARAÇÃO ENTRE SISTEMAS CAD/CAM: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Santa Cruz do Sul  
2015

Bruna Maciel

**COMPARAÇÃO ENTRE SISTEMAS CAD/CAM: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Odontologia da Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC, para obtenção do título de cirurgiã-dentista.

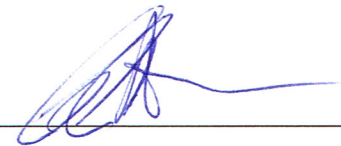
Orientador: Prof. Dr. Clovis Irigoyen Ferrer

Santa Cruz do Sul  
2015

Bruna Maciel

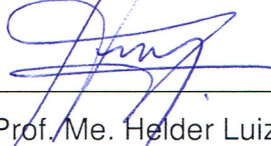
## COMPARAÇÃO ENTRE SISTEMAS CAD/CAM: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Este trabalho de Conclusão de Curso foi submetido ao processo de avaliação por banca examinadora do Curso de Odontologia da Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC, como requisito para obtenção do título de Cirurgiã Dentista.



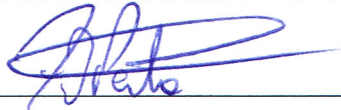
---

Prof. Dr. Clovis Irigoyen Ferrer  
Professor orientador – UNISC



---

Prof. Me. Helder Luiz Dettenborn  
Professor examinador – UNISC



---

Prof. Me. Fabiano Bender Panta  
Professor examinador – UNISC

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, por me abençoar e me iluminar diariamente, permitindo que mais uma etapa em minha vida seja concluída.

Aos meus pais, Walmir e Vera, que são minha inspiração e meu alicerce: obrigada por acreditarem junto comigo nesse sonho. Para vocês, todo meu amor e gratidão; a vocês, a minha vitória.

Aos meus irmãos que, mesmo distantes, estiveram presentes me incentivando: obrigada pelo carinho.

À minha família, pelo amor incondicional e pela formação do meu caráter. Obrigada por compreenderem os meus momentos de ausência.

Ao meu namorado, agradeço carinhosamente a sua paciência, compreensão e apoio. Obrigada pelo respeito e amor; você foi fundamental nessa jornada.

Às minhas amigas, por ter tido a sorte de encontrar pessoas tão especiais. Mesmo que a vida venha a nos separar, jamais estaremos distantes para sermos esquecidas. Obrigada pelo companheirismo e amizade durante todos esses anos.

Ao meu orientador, Dr. Clovis Irigoyen Ferrer, por sua admirável sabedoria e inteligência na transmissão de seus conhecimentos. Sua orientação foi essencial para a conclusão deste trabalho. Agradeço imensamente por sua contribuição na minha formação e no meu crescimento profissional.

Aos mestres que me orientaram durante a minha vida acadêmica e que, de alguma forma, participaram dessa trajetória que culminou nesta conquista, que muito me orgulha: obrigada por acreditarem em mim.

*“É indispensável que você acredite que é possível, mas, acima de tudo, que esteja preparado, muito bem preparado. E que trabalhe arduamente para que as coisas ocorram como você gostaria”.*

(BARATIERI, 2007)

## RESUMO

A evolução da tecnologia nos dias de hoje tem se tornado fator essencial para o desenvolvimento da agilidade e desempenho de diversificadas funções dentro das indústrias. Na odontologia, esta tendência tem motivado a elaboração de sistemas que permitem a confecção de restaurações de forma precisa e rápida através dos sistemas CAD/CAM (*Computer-Aided Design/ Computer-Aided Manufacturing*). De forma conceitual CAD, refere-se aos sistemas computacionais das áreas exatas, enquanto CAM é o responsável pela produção da manufatura tridimensional. Desta forma, propõem-se, através de uma revisão da literatura, apontar as diferenças, vantagens e desvantagens de alguns sistemas CAD/CAM comercializados atualmente, determinando funcionalidades e características inerentes de cada equipamento. Foram consultadas nesta revisão de literatura as bases de dados SciELO, PubMed, GoPubMed, LILACS e periódicos disponíveis no CAPES. O uso de *websites* para as pesquisas sobre as diferentes marcas utilizadas neste trabalho foram de grande valia para o estudo. Os livros e artigos utilizados (nacionais e internacionais) são do período de 2005 até 2015, além de algumas informações de artigos clássicos a partir do ano de 2000. As publicações utilizadas foram nas línguas portuguesa e inglesa. Estima-se que as diferenças entre os sistemas englobados neste trabalho estão ligada à acurácia, precisão, detalhamento de imagens, simplicidade de manuseio e rapidez de produção que direcionam a escolha do profissional. A principal desvantagem desses sistemas refere-se ao investimento inicial, ao custo de insumos do equipamento e à necessidade de mais estudos atuais relacionados aos novos equipamentos disponíveis no mercado.

**Palavras-Chave:** Desenho auxiliado por computador, manufatura auxiliada por computador, odontologia digital, CAD/CAM.

## ABSTRACT

The evolution of technology nowadays has become an essential factor for the development of agility and performance of diverse functions within industries. In dentistry, this trend has motivated the development of systems that allow the production of restorations way to accurately and quickly through the CAD/CAM systems. Conceptually, CAD refers to the exact areas of computer systems, while the CAM is responsible for the production of three-dimensional manufacture. In this way, it is proposed through a literature review the differences, advantages and disadvantages of some CAD / CAM systems currently marketed by determining inherent features and characteristics of each equipment. They were consulted in this literature review the SciELO databases, PubMed, GoPubMed, LILACS and available in the CAPES journals. The use of websites for research on the different brands used in this work were of great value to the study. Books and articles used (national and international) are from the period 2005 to 2015, as well as some information from classic articles from the year 2000. The publications were used in Portuguese and English. It is estimated that the differences between the systems embodied in this work are linked to accuracy, precision, image detail, handlings implicity and speed of production that guide the professional's choice. The main drawback of these systems refer to the initial investment, the cost of supplies of equipment and the need for more current studies related to new equipment on the market.

**Keywords:** Computer-Aided Design, Computer-Aided Manufacturing, Digital Dentistry, CAD/CAM.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Escâner InEos X5 da marca Sirona	20
Figura 2	– Escaneamento utilizando escâner InEos X5	21
Figura 3	– Escâner InEos Blue da empresa Sirona	22
Figura 4	– Escaneamento de modelo de gesso com Escâner InEos Blue	22
Figura 5	– Imagem virtual do escaneamento pelo InEos Blue	23
Figura 6	– Escaneamento do modelo de gesso com InEos Blue	24
Figura 7	– Mesa de apoio do escâner InEos Blue	24
Quadro 1	– Informações técnicas do escâner InEos Blue	25
Figura 8	– Escâner ARCTICA® Scan da empresa KaVo	25
Figura 9	– Escâner Lava Scan ST da empresa 3M ESPE	27
Quadro 2	– Dimensões do escâner Lava Scan ST	27
Figura 10	– Escâner S600 ARTI da empresa Zirkozahn®	28
Figura 11	– Mesa giratória do escâner S600 ARTI	29
Quadro 3	– Informações técnicas do escâner S600 ARTI	29
Quadro 4	– Diversidade de equipamentos de digitalização laboratorial	30
Figura 12	– Escâner CEREC Bluecam da empresa Sirona	31
Figura 13	– Escaneamento com CEREC Bluecam	31
Figura 14	– Escâner CEREC Bluecam	32
Quadro 5	– Informações técnicas do escâner CEREC Bluecam	33
Figura 15	– Escâner CEREC Omnicam da empresa Sirona	34
Figura 16	– Escaneamento com CEREC Omnicam	34
Figura 17	– Digitalização com CEREC Omnicam	35
Quadro 6	– Informações técnicas sobre o escâner CEREC Omnicam	35
Figura 18	– Escâner Lava™ <i>Chairside Oral Scanner C.O.S</i>	36
Quadro 7	– Diversidade de equipamentos de digitalização para consultório	37
Figura 19	– Escâner Lava™ <i>Chairside Oral Scanner C.O.S</i> e computador	37
Figura 20	– Imagem virtual apresentada no <i>software</i> InLab SW 4.2	41
Figura 21	– Aquisição da imagem	41
Figura 22	– Delimitação da margem do preparo	42
Figura 23	– Verificação da oclusão	42
Figura 24	– Contatos oclusais digital à esquerda e à direita prótese	42
Figura 25	– Variação incisal	43
Figura 26	– Processamento de fotos digitais	43



Figura 27 – Delimitação de pontos de contato estáticos e dinâmicos	44
Figura 28 – Imagem 3D do <i>scanbody</i>	44
Figura 29 – Imagem digitalizada no <i>software</i> multiCAD® da empresa KaVo	44
Figura 30 – Restaurações elaboradas pelo <i>software</i> multiCAD®	45
Figura 31 – Computador com o <i>Design Software 7</i> da empresa Lava™	46
Figura 32 – Zirkonzahn® Arquiv	47
Figura 33 – Zirkonzahn® Scan	48
Figura 34 – Zirkonzahn® Modelainer	48
Figura 35 – Zirkonzahn® Modules CAD/CAM	49
Figura 36 – Zirkonzahn® Nesting	50
Figura 37 – Zirkonzahn® CAM	50
Figura 38 – Zirkonzahn® Fräsen	51
Figura 39 – Zirkonzahn® Update	51
Figura 40 – Zirkonzahn® HELP	52
Figura 41 – Fresadora InLab MC XL da marca Sirona	54
Figura 42 – Fresadora InLab MC X5	55
Figura 43 – Demonstração dos eixos da fresadora InLab MC X5	55
Figura 44 – Fresadora Lava™ CNC 500 Milling System	56
Figura 45 – Bloco de zircônia fresado com variadas peças	57
Quadro 8 – Informações técnicas da fresadora Lava™ CNC 500 Milling	57
Figura 46 – Sistema de eixos da fresadora ARCTICA® Engine	58
Figura 47 – Fresadora ARCTICA® Engine da empresa 3M ESPE	59
Quadro 9 – Informações técnicas da fresadora ARCTICA® Engine	59
Figura 48 – Fresadora Zirkonzahn®	60
Quadro 10 – Informações técnicas da fresadora M6 <i>Wet Heavy Metal</i>	60
Figura 49 – Fresadora M5 Heavy	61
Quadro 11 – Informações técnicas da fresadora M5 <i>Heavy</i>	61
Figura 50 – Fresadora M4	62
Quadro 12 – Informações técnicas da fresadora M4	62
Figura 51 – Fresadora M3	63
Quadro 13 – Informações técnicas da fresadora M3	63
Figura 52 – Fresadora M1 <i>abutment</i>	64
Quadro 14 – Informações técnicas da fresadora M1	64
Figura 53 – Fresadora M1 <i>Soft</i>	65
Quadro 15 – Informações técnicas da fresadora M1 <i>Soft</i>	65

Figura 54 – Fresadora M1 <i>Wet</i>	66
Quadro 16 – Informações técnicas da fresadora M1 <i>Wet</i>	66
Figura 55 – Fresadora M1 <i>Wet Heavy Metal</i>	67
Quadro 17 – Informações técnicas sobre a fresadora M1 <i>Wet Heavy Metal</i>	67
Quadro 18 – Características de diferentes sistemas CAM	68
Figura 56 – CEREC Blocs	70
Figura 57 – CEREC Blocs PC	71
Figura 58 – Blocos InCoris	71
Figura 59 – Guia cirúrgico produzido através do CEREC Guide	72
Figura 60 – Blocos Lava™ <i>Ultimate CAD/CAM Restorative</i>	73
Figura 61 – Blocos de cerâmica VITABLOCS	74
Figura 62 – Comparação entre Prettau® Anterior® e Zircônia Prettau®	75
Figura 63 – <i>Anatomic Coloured A2</i>	75
Figura 64 – <i>Try-In</i>	76
Figura 65 – Enceramento diagnóstico	77

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>13</b>
<b>2.1 Contextualização Histórica dos Sistemas CAD/CAM</b> .....	<b>13</b>
<b>2.2 O conceito de CAD e CAM</b> .....	<b>16</b>
<b>2.3 Digitalização do preparo</b> .....	<b>18</b>
<b>2.3.1 CAD Indireto</b> .....	<b>19</b>
<b>2.3.1.1 InEos X5</b> .....	<b>20</b>
<b>2.3.1.2 InEos Blue</b> .....	<b>22</b>
<b>2.3.1.4 Lava Scan ST</b> .....	<b>27</b>
<b>2.3.1.5 Scanner S600 ARTI</b> .....	<b>28</b>
<b>2.3.2 CAD Direto</b> .....	<b>30</b>
<b>2.3.2.1 CEREC Bluecam</b> .....	<b>30</b>
<b>2.3.2.2 CEREC Omnicam</b> .....	<b>33</b>
<b>2.3.2.3 The Lava™ Chairside Oral Scanner C.O.S</b> .....	<b>35</b>
<b>2.3.3 Estudos Comparativos dos Escâneres</b> .....	<b>37</b>
<b>2.4 Planejamento da restauração</b> .....	<b>40</b>
<b>2.4.1 Software InLab SW 4.2</b> .....	<b>41</b>
<b>2.4.2 Software KaVo multiCAD®</b> .....	<b>44</b>
<b>2.4.3 Lava™ Design Software 7</b> .....	<b>46</b>
<b>2.4.4 Softwares Zirkonzahn®</b> .....	<b>46</b>
<b>2.5 O CAM</b> .....	<b>52</b>
<b>2.5.1 InLab MC XL</b> .....	<b>53</b>
<b>2.5.2 InLab MC X5</b> .....	<b>54</b>
<b>2.5.4 KaVo ARCTICA® Engine</b> .....	<b>58</b>
<b>2.5.5 Fresadoras Zirkonzahn®</b> .....	<b>59</b>
<b>2.6 Comparação entre as fresadoras</b> .....	<b>68</b>
<b>2.7 Materiais utilizados nos Sistemas CAD/CAM</b> .....	<b>69</b>
<b>2.7.1 Materiais da empresa Sirona</b> .....	<b>70</b>
<b>2.7.2 Materiais utilizados no sistema LAVA™</b> .....	<b>73</b>
<b>2.7.3 Materiais utilizados no sistema ARCTICA®</b> .....	<b>75</b>
<b>2.7.4 Materiais utilizados no sistema Zirkonzahn®</b> .....	<b>76</b>
<b>2.8 Benefícios e limitações dos sistemas CAD/CAM</b> .....	<b>78</b>

<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>80</b>
<b>3.1 Tipo da pesquisa .....</b>	<b>80</b>
<b>3.2 Seleção de material bibliográfico .....</b>	<b>80</b>
<b>4 DISCUSSÃO .....</b>	<b>81</b>
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>84</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>85</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No século XX houve um notório avanço nas questões tecnológicas voltadas à fabricação de restaurações protéticas visando à otimização da precisão e qualidade que o paciente procura. Reabilitações dentárias tais como *inlays*, *onlays*, coroas, dentaduras, próteses parciais fixas e removíveis buscam a recuperação da função oral dos pacientes em benefício de sua saúde (MIYAZAKI et al., 2009).

O padrão de precisão e agilidade exigido no mercado atual é muito superior ao do século passado: a estética e a função são fundamentais para essas condições.

Devido a tais perspectivas, o uso da tecnologia CAD/CAM (Computer-Aided Design/ Computer-Aided Manufacturing) tem como propósito suprir essas necessidades de forma efetiva, garantindo um trabalho mais eficiente e rápido a partir do uso de materiais muito resistentes - como a zircônia e o dissilicato de lítio. O serviço laboratorial extenso e passível de imprecisões, hoje, pode ser substituído por um sistema tecnológico inovador dentro do mercado odontológico (CORREIA et al., 2006).

A maneira prática e a rapidez desse sistema que obtém modelos, estruturas e/ou coroas parciais ou totais pode ser melhor ou igualada ao trabalho protético convencional, em especial ao requisito de adaptação marginal, esse essencial para a longevidade do trabalho (KAYATT et al., 2013a).

Diante dessa inovação tecnológica no tratamento protético reabilitador, o número atual de empresas fornecedoras de máquinas CAD/CAM é relativamente alto. Observa-se o déficit de informações científicas sobre algumas marcas nacionais e comparativas sobre o assunto, que englobem as principais diferenças, vantagens e desvantagens dos sistemas CAD/CAM comercializados.

O desenvolvimento clínico dos sistemas CAD/CAM tem início na década de 1980 com os estudos de Mörmann. Essa tecnologia tem se tornado cada vez mais difundida entre os profissionais devido ao seu excelente desempenho e agilidade de processamento (MÖRMANN; BINDL, 2000).

A exigência estética e a rapidez na solução dos tratamentos restauradores levaram a automatização desses procedimentos com a tecnologia CAD/CAM. Esta trouxe consigo propriedades iguais ou superiores àquelas confeccionadas pelo protético, porém agora com uma agilidade e precisão mais aprimoradas e sofisticadas (KAYATT et al., 2013a).

Diante da evolução desse tipo de sistema dentro da odontologia restauradora as empresas têm desenvolvido diversificados sistemas cada qual com suas características próprias, mas todos com o princípio de impressão, planejamento e confecção de variados tipos de restaurações (HILGERT et al., 2009).

Ter o conhecimento sobre as propriedades, vantagens e limitações de diferentes marcas comercializadas nacionalmente permite ao profissional uma gama de escolha do melhor recurso a ser utilizado frente aos seus pacientes, oferecendo, dessa forma, um tratamento restaurador eficiente. Portanto, é essencial que um cirurgião dentista, inserido dentro da odontologia moderna, esteja inteirado sobre a tendência tecnológica, buscando conhecimentos que sirvam de pilares para estruturar o seu tratamento reabilitador da melhor forma possível.

Busca-se verificar a hipótese de que as diferenças entre os sistemas CAD/CAM estão ligadas às questões de acurácia, precisão, detalhamento de imagens, simplicidade de manuseio e rapidez de produção que direcionam a escolha do profissional. As vantagens do sistema CAD/CAM estão associadas a sua rapidez de execução e à praticidade; e as principais desvantagens referem-se ao investimento inicial, ao custo de insumos do equipamento e à necessidade de mais estudos de longevidade dos materiais novos.

Propõe-se nesta revisão de literatura analisar as diferenças, vantagens e desvantagens de alguns sistemas CAD/CAM, determinando a funcionalidade dos mesmos e buscando características de cada sistema abordado, comparando-os entre si.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Contextualização Histórica dos Sistemas CAD/CAM**

Ultimamente a informática tem sido um facilitador para muitas tarefas desenvolvidas no nosso cotidiano. O seu desenvolvimento e aprimoramento permitiram agilidade no desempenho de diversas funções inclusive em âmbito industrial.

Inicialmente o uso da informática através de computadores estava vinculado apenas a alguns setores, e seu valor era exorbitante. Na Odontologia, os computadores inicialmente substituíram as agendas e fichas clínicas.

Posteriormente, câmeras digitais reduziram o tempo e o custo do planejamento de tratamentos.

Com a evolução rápida e contínua da tecnologia tem-se obtido uma gama muito grande de informações e métodos diferenciados para confecção de restaurações que permitem que o cirurgião-dentista ofereça o que há de melhor no mercado a seus pacientes. Dentro da odontologia restauradora, a mais nova tecnologia é o sistema CAD/CAM na elaboração de trabalhos reabilitadores (HILGERT et al., 2009).

Durante o século 20, tanto técnicas como materiais dentários progrediram notavelmente. No entanto, as técnicas laboratoriais ainda continuavam a ser o foco do trabalho. O trabalho manual do protético continuava ainda muito delongado e sua qualidade dependente da sua própria experiência.

A utilização das cerâmicas, que proporcionam uma estética adequada, em conjunto com uma durabilidade muito superior, permitiram que novas tecnologias e sistemas de processamentos se ampliassem. A introdução da tecnologia CAD/CAM veio para suprir a necessidade de expansão nesse estilo de sistema.

Os estudos com a tecnologia CAD/CAM se iniciaram em 1929, em pesquisas aeronáuticas. Após foi utilizada por indústrias que fabricavam protótipos e também pela indústria automobilística.

Desde 1929 desenvolvem-se estudos voltados à tecnologia CAD/CAM que passou a ser utilizada em 1980 na área da Odontologia. Os pioneiros em estudos sobre esse sistema são respectivamente: François Duret, Werner Mörmann e Matts Andersson.

O primeiro a fazer pesquisas dentro do ramo odontológico foi Duret, em 1971. Ele iniciou produzindo coroas com a superfície oclusal funcional, utilizando vários sistemas que contemplavam impressão óptica do elemento pilar em boca; o projeto da coroa ideal durante os movimentos funcionais; e a fresagem da coroa através de uma máquina controlada numericamente (MIYAZAKI et al., 2009).

Werner Mörmann criou o sistema CEREC® (Sirona, São Paulo). Esse pesquisador foi o pioneiro em fabricar próteses dentárias utilizando a tecnologia CAD/CAM. Mörmann tinha o objetivo de elaborar restaurações que reproduzissem a cor natural do elemento dentário e que oferecessem uma boa durabilidade. Além disso, propunha que essas restaurações fossem produzidas na mesma sessão e no próprio consultório odontológico. Entretanto, as restaurações feitas em resina

composta nos dentes posteriores, na época, apresentavam grandes falhas adesivas. Devido a isso o pesquisador acreditava que restaurações *inlays* seria a solução.

Mörmann contou com o auxílio do engenheiro eletrônico italiano Marco Brandestini para criação de uma impressão óptica dos preparos dentários em três dimensões. Para continuação do projeto, eles necessitavam de um *software* que armazenasse a informação capturada. Para isso, contaram com a ajuda do jovem francês Ferru, que criou o programa que deu origem ao sistema CEREC I.

Em 19 de setembro de 1985 foi confeccionada a primeira restauração em cerâmica pura produzida pela tecnologia CAD/CAM. O trabalho foi realizado na Universidade de Odontologia de Zurique, na Suíça (MÖRMANN, 2006; MÖRMANN, 2004).

Algumas limitações foram percebidas no sistema CEREC I. Isto levou ao desenvolvimento do CEREC II, em 1994. O equipamento teve avanços nas questões de *software* e *hardware*, e agora contava com uma melhor adaptação e *design* da superfície oclusal. Em 1999 foi lançado o CEREC III, que abrangia, além das restaurações simples realizadas pelo CEREC I e II, próteses unitárias e de mais elementos. Em 2003 desenvolveu-se o *software* 3D para o CEREC III, que propunha visualização em três dimensões do preparo.

Em 2005, um novo *software* foi implantado, o que agilizou o processo e proporcionou maior precisão nos contatos interproximais, além da diminuição dos ajustes oclusais (LIU, 2005).

Em 2008 foi desenvolvido o sistema para laboratório com a unidade de fresagem inLab® MC XL (Sirona, São Paulo), que conferiu maior rapidez na fabricação dos trabalhos (MÖRMANN, 2006).

Em 2009 lançou-se CEREC® AC (Sirona, São Paulo), com a tecnologia *Bluecam*, que ofereceu mais precisão e rapidez ao sistema, conferindo fidelidade ao processamento das peças (HILGERT et al., 2009).

Dentre os *softwares*, o CEREC SW 4.2 é o que temos de mais atual no mercado (SIRONA, 2015).

O terceiro pesquisador sobre estudos do sistema CAD/CAM foi Matt Andersson, que criou o Sistema Procera™ (Nobel Biocare, Suécia) em 1980. Nessa época, por conta da crise do ouro, as ligas de Níquel-Cromo eram utilizadas para substituir o metal nobre. Mas alergias foram detectadas, o que incentivou a proposta de utilizar o titânio ao invés das ligas metálicas. Na tentativa de produção de *copings*



feitos de titânio, foi desenvolvida a tecnologia CAD/CAM para coroas tipo Veneer (MIYAZAKI et al., 2009).

Durante as duas últimas décadas, o desenvolvimento da tecnologia CAD/CAM levou ao sucesso dessa técnica. Hoje, vários métodos para projetar uma imagem em três dimensões do preparo do dente são utilizados. A substituição de fresas convencionais para pontas diamantadas resultaram em um refinamento da fresagem da peça. O desenvolvimento dos materiais dentários, como óxido de alumínio, dióxido de zircônia e materiais cerâmicos permitem que a usinagem seja realizada de maneira eficiente e fiel (LIU, 2005).

A utilização do sistema CAD/CAM para confecção de próteses cerâmicas totais ou parciais está em ascensão no Brasil. Dentre alguns sistemas comercializados podemos destacar o Sirona inLAB (Sirona Dental Systems GmbH, Alemanha); Nobel Biocare Procera (Nobel Biocare, Suécia); 3M/Espe Lava (3M/Espe, Estados Unidos); Kavo Everest (Kavo Dental GmbH, Alemanha); Cercon (Dentsply Ceramco, Estados Unidos); Zirkonzahn (fornecido no Brasil pela empresa Talmax) (KAYATT; NEVES, 2013a).

O crescimento dos estudos sobre os materiais dentários e técnicas CAD/CAM se acentuaram ao longo dos últimos 20 anos. Em 2012 completaram-se 25 anos de experiências com CAD/CAM na prática odontológica dentro dos parâmetros de restauração e próteses dentárias (FASBINDER, 2012).

## **2.2 O conceito de CAD e CAM**

O parâmetro designado para tecnologia assistida por computador é baseado no uso de computadores que servirão para auxiliar na concepção, análise e fabricação de produtos. Esses produtos são elaborados a partir de um sistema de adição, como a prototipagem rápida, ou através de um sistema de subtração - como por controle numérico computadorizado.

O sistema de adição fabrica o objeto através de camadas sucessivas do material escolhido. Já o sistema por subtração utiliza imagens oriundas de um arquivo digital para produzir um objeto por usinagem, removendo mecanicamente o material até atingir a geometria desejada. O processo de subtração através do sistema CAD/CAM é o mais usado na fabricação de *onlays*, *inlays*, coroas fixas, próteses removíveis, próteses sobre implantes e subestruturas para próteses -

representando esse um método atual de projetar e desenvolver trabalhos odontológicos (BIDRA; TAYLOR; AGAR, 2013).

O funcionamento do sistema CAD/CAM na Odontologia é usualmente comparado à tecnologia de fresagem. Mas essa perspectiva é inadequada para o termo. A abreviatura CAD vem do inglês *Computer-Aided Design*, que é a forma mais simples de designar os sistemas computacionais das áreas exatas. Esse sistema oferece a possibilidade de construir objetos planos ou tridimensionais e fazer a relação desses com outras entidades. O CAM tem como descrição *Computer-Aided Manufacturing*, e é o responsável pela produção da peça. O sistema CAM utiliza os dados provenientes do sistema CAD, que transfere as coordenadas para as máquinas de Comando-Numérico-Computadorizado que usinam a peça.

O desenvolvimento do projeto e a graficação através dos *softwares* que subsidiam a proposta do trabalho em questão, é a fase CAD, ou seja, Desenho Assistido por Computador. CAM significa Fabricação Auxiliada por Computador, etapa que abrange as questões de fabricação das peças, sendo que as Máquinas Controladas Numericamente (CNC) oferecem maior precisão (KAYATT et al., 2013b).

Segundo os autores os sistemas CAD/CAM são compostos por três componentes distintos:

- Uma ferramenta de digitalização ou escâner responsável pela transformação da geometria do preparo numa versão digital que poderá ser processada por computador;
- *Software* que processa os dados e, de acordo com a situação, utiliza o conjunto de dados para o produto ser confeccionado;
- A tecnologia de produção, que converte os dados para o processamento da peça.

Podemos classificar o sistema CAD/CAM de acordo com a localização de seus componentes. Pode ter três disponibilidades:

- Produção *Chairside*: Nessa situação, os elementos CAD/CAM estão situados no consultório odontológico. Os trabalhos realizados no passado em laboratório agora são executados dentro do consultório. Utiliza-se uma câmera intraoral como sistema de digitalização, agilizando produção da peça na mesma sessão.

– Produção em laboratório: A atuação acontece entre o dentista e o laboratório de prótese. A impressão é enviada ao protético, que confecciona um modelo principal. Esse é escaneado e processado através do *software*. Os dados capturados são utilizados para projetar a peça final, que é fresada também no laboratório.

– Produção centralizada: Nessa situação temos a confecção da peça efetuada por um centro de produção do próprio fabricante. O modelo é escaneado e o envio da imagem acontece através da *Internet* a uma central de fresagem da mesma empresa. Os dados fornecidos são utilizados para elaborar o trabalho protético que, quando efetuado, é enviado ao cirurgião dentista (BEUER; SCHWEIGER; EDELHOFF., 2008).

Os sistemas CAD/CAM também podem ser divididos em fechados ou abertos. Com o desenvolvimento tecnológico, tivemos uma grande transição do sistema fechado para o aberto. No passado, a digitalização, a concepção e a fabricação eram fechadas, ou seja, apenas equipamentos e insumos da mesma empresa poderiam ser usados entre si. O sistema aberto propõe a interação entre os programas. Oferecendo a comercialização de cada parte do sistema CAD/CAM separadamente cria-se uma flexibilidade muito maior: os dados coletados de uma fonte poderão ser combinados com um *software* apropriado para posterior fabricação do objeto (NOORT, 2012).

Os sistemas CAD/CAM podem ser definidos como um padrão integrado, pois usufruem de diversificadas etapas para a elaboração de um trabalho de qualidade. A funcionalidade e a estética são bases para instituir a tecnologia CAD/CAM nos padrões atuais, considerando um aperfeiçoamento na execução de procedimentos restauradores através de um sistema todo informatizado (CORREIA et al., 2006).

### **2.3 Digitalização do preparo**

A necessidade de modelos de gesso é essencial no cotidiano do cirurgião dentista, principalmente na ortodontia e em procedimentos restauradores. Com o surgimento da digitalização de modelos de gesso e/ou escaneamento intraoral, agilizou-se o trabalho odontológico. Isso evita o desconforto do paciente, proporciona uma comunicação adequada com o laboratório e ainda reduz o espaço necessário para o arquivamento dos modelos produzidos.

Com o advento da tecnologia CAD/CAM, os dados processados pelos escaneamentos são transmitidos a um *software* que faz o planejamento do trabalho e, posteriormente, produz a peça através de blocos cerâmicos. Esses procedimentos são realizados sem a existência de uma cópia física dos arcos dentários (POLIDO, 2010).

A primeira impressão digital intraoral utilizando uma restauração protética foi produzida em 1985. O uso de escâneres de laboratório e escâneres intraorais, em particular, ganhou relevância nos últimos anos principalmente por seu uso facilitar o fluxo de trabalho e evitar imprecisões ligadas ao método convencional de moldagem (BOEDDINGHAUS et al., 2015).

O profissional poderá escolher entre dois métodos para obtenção do modelo digital: por impressão óptica (através de um escâner intraoral) ou impressão convencional, quando se faz a confecção do modelo de gesso, e logo após é realizada a sua digitalização (escâner extraoral) (IRELAND et al., 2008).

### **2.3.1 CAD Indireto**

Segundo Kayatt et al. (2013b), a função CAD tem como etapas o escaneamento do preparo e, posteriormente, o seu planejamento em um *software*. Os sistemas CAD se diferenciam entre si pelo tipo de escâner e pelas características do *software*. O CAD Indireto é aquele utilizado especificamente em laboratório. Existem atualmente no mercado diversificados sistemas de CAD Indireto. Alguns deles:

- InEos Blue e InEos X5 - da marca alemã Sirona;
- ARCTICA® Scan - do Sistema ARCTICA®, da marca KaVo Dental, de origem alemã;
- Lava Scan ST Dental System - do Sistema Lava, da marca 3M ESPE, dos Estados Unidos;
- Zirkonzahn® - da marca Zirkonzahn®, de origem italiana.

De um modo geral, o sistema CAD Indireto se utiliza da impressão convencional, que realiza a moldagem do preparo do modo tradicional, através de materiais de moldagem e modelagem de gesso, para obter um modelo. Após, esse modelo de gesso é submetido a um processo de digitalização com auxílio de um escâner - que poderá ser mecânico ou óptico, variando de acordo com o sistema

CAD/CAM utilizado.

Através de um contato tátil do escâner mecânico, uma esfera de rubi contata o modelo, copiando a geometria do gesso. Os dados fornecidos são enviados diretamente a um *software*. Esse tipo de escâner oferece ao laboratório grande precisão, porém o tempo de digitalização é maior do que dos demais escâneres ópticos.

A utilização de feixes de luz ou *laser* é característica do escâner óptico, em que sensores capturam o reflexo desses feixes na superfície do modelo. Essas informações são recebidas por um *software* que produzirá o modelo digital.

O sistema permite ainda a digitalização do arco antagonista, o que possibilita um registro digital da mordida para que a oclusão virtual seja efetuada. Essa ferramenta é disponibilizada pelo próprio programa de computador durante a execução do procedimento restaurador virtual (HILGERT et al., 2009).

#### **2.3.1.1 InEos X5**

O atual escâner extraoral InEos X5 da marca Sirona contempla um conjunto de funções que abrange diversificadas indicações juntamente com um preço mais acessível da máquina. Ele foi disponibilizado em maio de 2013 totalizando o preço de EUR 19.990 que incluem o computador e o *software* InLab.

O escaneamento pode ser realizado de forma manual ou automática, capturando imagens parciais do modelo de gesso ou totais. Através do escaneamento o protético tem um aumento na sua flexibilidade perante ao fluxo dos seus trabalhos (SIRONA, 2015).

Figura 1- Escâner InEos X5 da marca Sirona

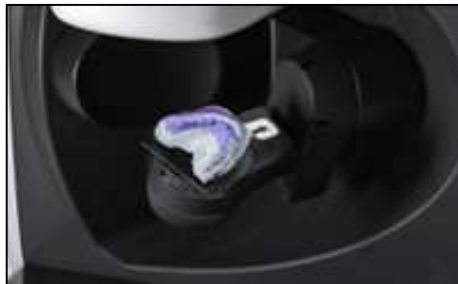


Fonte: Sirona, 2015

Dentre suas vantagens estão a redução no tempo de trabalho em tarefas extensas, o que diminui as etapas exigidas pelo trabalho do protético. Os dados armazenados são otimizados e o cálculo para a produção da peça é acelerado.

Em relação a câmera de captura: esta oferece benefícios maiores que seu antecessor InEos Bluecam. A velocidade de rastreamento é muito superior. A câmera permite escanear de quatro a cinco dentes ou uma mandíbula inteira em menos de um minuto (SIRONA, 2015).

Figura 2 - Escaneamento utilizando escâner InEos X5



Fonte: Sirona, 2015.

A implantação do inovador sistema óptico permitiu aprimorar a precisão, garantindo, desta forma, o foco durante a captura automática com alta qualidade, essencial para procedimentos que exijam detalhes precisos, tais como aqueles efetuados na área da Implantodontia.

O InEos X5 é constituído de cinco eixos que incluem braços de rotação e planejamento inteligente de digitalização. A captura de imagens acontece para todas as indicações de forma automática. Aos novos usuários desse escâner, a facilidade

operacional é sua característica - portanto, não há a necessidade de um treinamento significativo. Sua área de desenvolvimento é ampla, facilitando o uso de diversificadas articulações do modelo, bem como o seu rápido acesso.

De uma forma geral, os benefícios agregados à essa ferramenta incluem, principalmente, o sistema automatizado que permite que, em uma única operação, se tenha a máxima efetividade no desempenho da digitalização oriunda da opção do aumento da varredura manual. Agregando ainda à máquina temos a exportação de dados na formatação STL aberto, permitindo o processamento de dados no terceiro sistema CAD/CAM (SIRONA, 2015).

### 2.3.1.2 InEos Blue

InEos Blue é um escâner laboratorial fabricado pela marca alemã Sirona®. Possui tecnologia através da luz azul, um feixe de luz de ondas curtas, que proporciona precisão, rapidez e controle durante o escaneamento do modelo de gesso (SIRONA, 2015).

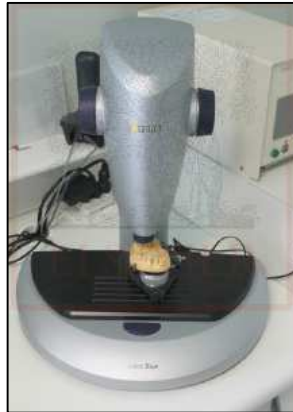
Figura 3 - Escâner InEos Blue da empresa Sirona



Fonte: Kayatt et al, 2013.

O controle e a flexibilidade nesse tipo de escâner são definidos pelo profissional, que determina as áreas específicas do modelo que pretende utilizar em seu trabalho durante o processo de digitalização (SIRONA, 2015).

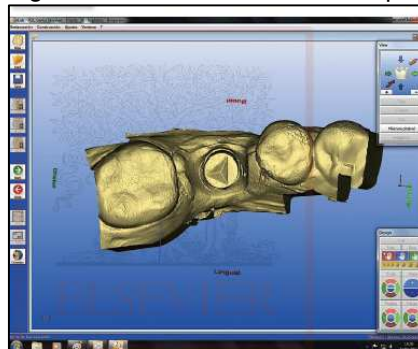
Figura 4 - Escaneamento de modelo de gesso com Escâner InEos Blue



Fonte: Kayatt et al, 2013.

A precisão e a confiabilidade no escaneamento, se devem ao fato da luz azul oriunda da câmera Bluecam possuir a característica de ter um feixe de luz com uma onda de curto comprimento, o que proporciona imagens de alta precisão. A reprodução confiável das margens do preparo e dos sulcos e fissuras é efetuada garantindo um ajuste perfeito. A visualização do local onde a luz do escâner está incidindo indica exatamente a área do modelo que está sendo capturada naquele momento (SIRONA, 2015).

Figura 5 - Imagem virtual do escaneamento pelo InEos Blue



Fonte: Kayatt et al, 2013.

A rapidez e eficiência são consideradas características do InEos Blue que oferece um tempo de captura de imagem rápido e eficiente - mesmo frente a preparos complexos -, oferecendo vantagem nesse requisito fundamental perante à sua viabilidade clínica.

Esse tipo de escâner foi o pioneiro na exportação de dados digitalizados, em formato STL, para uma máquina fresadora terceirizada. Além disso, o InEos Blue



utiliza a versão do *software InLab 3D* e a fresadora InLab MC XL, o que permite que usufrua dos benefícios que o programa e a fresadora oferecem.

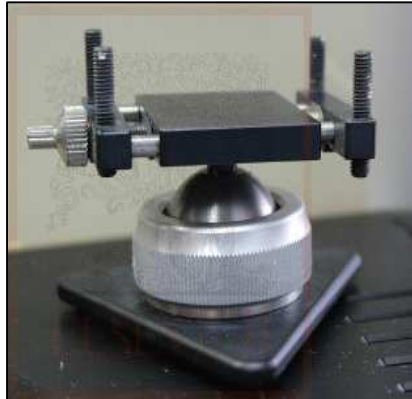
A mesa de apoio presente no escâner permite manipular o modelo de forma manual sob a lente da câmera. No modo automático, a exposição é disparada de acordo com a movimentação do modelo (SIRONA, 2015).

Figura 6 - Escaneamento do modelo de gesso com InEos Blue



Fonte: Kayatt et al, 2013.

Figura 7 - Mesa de apoio do escâner InEos Blue



Fonte: Kayatt et al, 2013.

O InEos Blue possui uma gama completa de indicações que proporcionam vantagens significativas relacionadas à sua produtividade. Dentre as indicações do seu uso estão:

- *Inlays*;
- *Onlays*;
- Coroas parciais;
- Coroas *veneers*;

- Coroas provisórias;
- Próteses parciais removíveis com até quatro elementos;
- Estruturas de pontes com até 12 elementos;
- *Abutments*.

Segue abaixo, alguns dados técnicos do escâner InEos Blue.

Quadro 1- Informações técnicas do escâner InEos Blue

Dimensões	420 x 452 x 283 mm
Peso	8 kg
Voltagem	100 V – 230 V
Frequência	50/60 Hz
Porta de comunicação	USB 2.0

Fonte: Sirona, 2015.

### 2.3.1.3 KaVo ARCTICA® Scan

O escâner da linha ARCTICA®, produzido pela empresa KaVo, oferece digitalização através de um feixe de luz, o que proporciona o mapeamento de áreas críticas do modelo, com tempo de trabalho eficiente e qualidade que atinge a máxima precisão (KAVO, 2015).

Figura 8 - Escâner ARCTICA® Scan, da empresa KaVo



Fonte: KaVo, 2015.

O display do escâner integrado à máquina permite a visualização da região que

está sendo escaneada. Além disso, o modelo de gesso não necessita aplicação de um pó específico para a sua digitalização, devido ao ajuste manual, o qual possibilita angular a peça em conjunto com a mesa rotativa automática.

Em relação ao tempo de trabalho do escâner, a digitalização, por exemplo, de uma coroa, leva em torno de um minuto, enquanto que, para uma prótese parcial fixa, o tempo de escaneamento é de aproximadamente de três minutos.

Dentre os benefícios citados pela empresa KaVo estão:

- Precisão, devido ao direcionamento do feixe de luz;
- Simplicidade no manuseio do equipamento;
- Segurança da digitalização, em função do posicionamento adequado do modelo de gesso;
- Rapidez de execução, resultante de uma configuração simples;
- Flexibilidade, permitindo a exportação dos dados STL armazenados, para qualquer *software* CAD aberto.

O Scan ARCTICA® é indicada para:

- Coroas;
- Facetas;
- Próteses fixas;
- Estruturas de próteses anatomicamente reduzidas;
- *Inlays*;
- Próteses adesivas (*Maryland*);
- Coroas prensadas;
- Pilares de implantes;
- Coroas telescópicas;
- Ceroplastias.

O sistema ARCTICA® foi desenvolvido em 2013 com o objetivo de aperfeiçoar o antigo sistema EVEREST®, também desenvolvido pela KaVo. Em 2014, o sistema foi regularizado, e, em 2015, o mesmo começou a ser comercializado no Brasil.

Atualmente, são quatro sistemas em operação no Brasil. Porém, sua comercialização está paralisada devido a alterações que estão sendo elaboradas no sistema, tais como a implantação do escâner intraoral, que está previsto ser lançado em 2016 (KAVO, 2015).

### 2.3.1.4 Lava Scan ST

O Lava Scan ST, comercializado pela empresa 3M, é uma ferramenta óptica controlada por um computador que captura imagens dos modelos de gesso em diversificados ângulos, resultando em uma imagem detalhada e precisa da estrutura escaneada (3M ESPE, 2015).

Figura 9 - Escâner Lava Scan ST, da empresa 3M ESPE



Fonte: 3M ESPE, 2015.

Esse escâner possui variados benefícios destacados pela empresa:

- Leitura óptica;
- Parâmetros ajustáveis;
- Processo CAD/CAM robusto e confiável;
- Agilidade no escaneamento.

As dimensões do equipamento são:

Quadro 2 - Dimensões do escâner Lava Scan ST

Largura	545 mm
Profundidade	465 mm
Altura	800 mm
Peso	45kg
Voltagem	100 – 240
Frequência	50 - 60 Hertz
Força	250 Watts

Fonte: 3M ESPE, 2015.

A empresa afirma que os laboratórios que adquirem esse escâner se transformam em centros de escaneamento, e podem prestar serviços a outros laboratórios e dentistas (3M ESPE, 2015).

### 2.3.1.5 Scanner S600 ARTI

O escâner óptico ofertado pela marca italiana Zirkonzahn® é composto por bandas de luz automática e incluem o *software* de escaneamento (ZIRKONZAHN, 2015).

Figura 10 - Escâner S600 ARTI, da empresa Zirkonzahn®



Fonte: Zirkonzahn, 2015.

Dentre as vantagens citadas pela marca estão:

- Câmera dupla;
- Mecanismos de precisão, devido aos eixos;
- Ausência de correias;
- Câmeras e suportes ajustáveis para articuladores.

O apontador de laser garante fácil adaptação do modelo, enquanto a base giratória de 360°, sendo inclinável em até 100°, permite detectar todas as regiões do objeto (ZIRKONZAHN, 2015).

Figura 11- Mesa giratória do escâner S600 ARTI



Fonte: Zirkonzahn, 2015.

O escâner tem um amplo campo de trabalho, realizando a digitalização de todo o arco dentário sem a necessidade de duas imagens individuais.

Abaixo, seguem as especificações técnicas do escâner S600 ARTI

Quadro 3 - Informações técnicas do escâner S600 ARTI

Peso	68 kg
Comprimento	477 mm
Altura	693 mm
Profundidade	530 mm
Revestimento de vidro	Vidro Securit endurecido UNI ISSO 12150
Eixos de processamento	2
Capacidade energética	200 Watts
Voltagem	230 V (115 V)
Entrada de energia	0,9 A (1,9 A)

Fonte: Zirkonzahn, 2015.

No quadro abaixo, as principais características dos equipamentos de digitalização laboratorial abordados neste trabalho.

Quadro 4 – Diversidade de equipamentos de digitalização laboratorial

<b>Escâner Laboratorial</b>	<b>Empresa</b>	<b>Princípio de trabalho</b>	<b>Fonte de luz</b>	<b>Tipo de imagem</b>	<b>Permite desenhar coroas</b>	<b>Permite desenhar estruturas</b>
InEos Blue InEos X5	Sirona	Escâner óptico	Luz azul visível	Imagens múltiplas	Sim	Sim
Arctica® Scan	KaVo	Escâner óptico	Feixe de luz	Informação não obtida	Sim	Sim
Lava ST Scan	3M ESPE	Escâner óptico	Luz azul pulsante visível	Vídeo	Não	Não
S600 ARTI	Zirkonzahn®	Escâner óptico	Feixe de luz	Informação não obtida	Sim	Sim

Fonte: Kayatt et al 2014; KaVo, 2015.

### 2.3.2 CAD Direto

O CAD Direto (também chamado de CAD de consultório ou intraoral) tem como foco a digitalização do preparo diretamente em boca sem a necessidade de procedimentos de moldagem. Esse exemplo de sistema existe desde 1980 com a instituição do sistema CEREC®. Atualmente o escaneamento tem grande precisão e detalhamento na captura de imagens. No mercado estão disponíveis diversas marcas comerciais de CAD Direto. Elas se diferenciam em aspectos como potência da câmera intraoral, que gera arquivos diversos passíveis de serem utilizados em variados *softwares*; possibilidades de execuções a partir de um mesmo programa de computador; e a probabilidade de realizar trabalhos com a interação de outros equipamentos CAM (POTICNY 2010; KAYATT et al., 2013c).

Alguns sistemas CAD Direto disponíveis:

- CEREC Bluecam e o CEREC OminiCam - da marca Sirona Dental Systems GmbH, da Alemanha;
- LAVA C.O.S - da marca 3M ESPE, com origem dos Estados Unidos.

O principal benefício do uso do CAD Direto é a ausência do procedimento de moldagem do paciente. Após os passos para a preparação do elemento dentário, o escâner intraoral é direcionado sobre o local e as imagens são obtidas através de uma impressão óptica. Os dados coletados a partir dessas imagens são enviados a um *software* para elaboração do modelo digital (HILGERT et al., 2009).

Apesar do conforto oferecido pela digitalização dos escâneres intraorais, a presença de sangue e saliva durante o procedimento pode levar à falha da técnica, já que se tratam também de escâneres ópticos: esses capturam apenas imagens perfeitamente visíveis. A região subgingival do remanescente dentário, onde normalmente fica situado o término do preparo, pode ficar comprometida na presença de tais fatores, embora alguns estudos clínicos comprovem que essas implicações são raras (BOEDDINGHAUS et al., 2015).

#### 2.3.2.1 CEREC Bluecam

O escâner intraoral CEREC Bluecam foi desenvolvido pela empresa Sirona e faz parte do sistema CEREC. Segundo a empresa, esse escâner possui um

manuseio simples e eficiente. A tecnologia Bluecam oferece a captura de imagens de maneira ágil com o auxílio de pó específico para a digitalização.

Os benefícios citados pela marca Sirona são:

- Precisão alta, com comprovação clínica;
- Operação fácil;
- Aquisição de imagens com rapidez.

Figura 12 - Escâner CEREC Bluecam, da empresa Sirona



Fonte: Sirona, 2015.

O escâner intraoral conta com uma captura automática, que fornece variadas imagens individuais que, na sequência, são geradas em alta resolução a fim de criar um modelo virtual 3D.

A capacidade da câmera de detectar o foco da imagem, e o curto tempo de trabalho oferecem precisão, e evitam falhas de digitalização durante o processo de captura. A imagem apenas é armazenada quando a câmera estiver absolutamente imóvel, garantindo dessa forma a qualidade do escaneamento (SIRONA, 2015).

Figura 13 - Escaneamento com CEREC Bluecam



Fonte: Sirona, 2015.



O campo de visão da digitalização é grande, e o design em forma de prisma, do escâner, possibilita que o feixe de luz proveniente dele incida de forma paralela, fornecendo assim uma imagem mais fiel (SIRONA, 2015).

Figura 14 - Escâner CEREC Bluecam



Fonte: Sirona, 2015.

Um pré-requisito para adequada qualidade de imagem desse escâner é a necessidade do uso de um revestimento em pó ultrafino sobre o dente e superfícies a serem escaneadas. A empresa oferece, o CEREC Optispray para essa função, o produto possui propriedades que facilitam o momento de escaneamento.

O CEREC Bluecam pode ser posicionado diretamente sobre o dente em questão ou levemente afastado do mesmo. Em ambos os casos os feixes de luz do escâner são emitidos de forma paralela à superfície do dente, garantindo também profundidade do campo e qualidade na captura da imagem. Essas propriedades de precisão se dão devido à utilização de uma onda de luz azul que possui um comprimento de onda curto.

Algumas propriedades do escâner CEREC Bluecam citadas pelo fabricante:

Quadro 5 - Informações técnicas do escâner CEREC Bluecam

Técnica	Aquisição de imagens individuais: realização de uma combinação de imagens individuais para compor o molde 3D.
Área de aplicação	Dente individual, quadrante ou maxila integral.
Dimensões	Comprimento: 206 mm Comprimento da ponta da câmera: 86 mm Altura e largura da ponta: 22 x 17 mm
Peso	270 g
Profundidade do campo	A câmera pode ser colocada diretamente sobre o dente.
Dados abertos	Apresenta.
Sem encargos pelo uso do Sirona Connect (transmissão dos dados da impressão a um laboratório externo)	Apresenta.
Pode ser combinada com unidade fresadora	Sim.
Modo de demonstração do paciente	Não.
Escaneamento 3D em cores	Não.
Necessidade de camada de pó	Sim.
Vantagens	Alta precisão; Fácil manuseio; Aquisição rápida da imagem.

Fonte: Sirona, 2015.

### 2.3.2.2 CEREC Omnicam

Em 2013, a marca Sirona trouxe ao Brasil um novo escâner intraoral: o CEREC Omnicam. As principais características dessa nova ferramenta são a praticidade e comodidade (SIRONA, 2015).

Figura 15 - Escâner CEREC Omnicam, da empresa Sirona



Fonte: Sirona, 2015.

O modelo desenvolvido com design ergonômico e fino promove a adaptação adequada à mão do profissional, facilitando o momento da digitalização, pois permite o direcionamento da luz em diferentes ângulos e localização. Essa amplitude de movimento proporciona a digitalização tanto da maxila como da mandíbula sem alterar a posição do paciente na cadeira odontológica.

As imagens capturadas pela câmera possuem a coloração natural da região onde está sendo digitalizada, facilitando, dessa forma, a diferenciação das margens do preparo e do tecido gengival. As variadas superfícies digitalizadas são evidenciadas na sua coloração natural e permitem inclusive a distinção entre os materiais restauradores que poderão estar presentes, como amálgama, ouro ou compósitos.

Uma das vantagens desse novo escâner é que o escaneamento não necessita da utilização prévia do pó. Assim, economiza-se uma etapa a mais no processamento e garantem-se a comodidade e o conforto do paciente. A digitalização acontece posicionando a câmera próxima a área desejada e a captura da imagem ocorre automaticamente.

Figura 16 - Escaneamento com CEREC Omnicam



Fonte: Sirona, 2015.

A captura de imagens vai sendo efetuada conforme a câmera se aproxima da região a qual irá ser digitalizada, em um único processo. Os dados emitidos por essa captura são processados e gera-se um modelo 3D (SIRONA, 2015).

Figura 17 - Digitalização com CEREC Omnicam



Fonte: Sirona, 2015.

Com essa tecnologia, o profissional pode usufruir da qualidade de imagem digitalizada para aconselhar o paciente e mostrar diretamente a situação em que se encontra e a proposta de trabalho a ser desenvolvida. Podem ser gravados, além das imagens, vídeos, facilitando o entendimento dos pacientes frente aos procedimentos odontológicos que serão executados.

Abaixo, informações técnicas sobre o escâner CEREC Omnicam:

Quadro 6 - Informações técnicas sobre o escâner CEREC Omnicam

Técnica	Imagens coloridas contínuas: a aquisição de dados contínua gera um molde 3D.
Área de aplicação	Dente individual, quadrante, maxila integral. A isenção de pó é tanto mais vantajosa quanto maior for a área de escaneamento.
Dimensões	Comprimento total: 228 mm Comprimento do cabo: 108 mm Altura e largura da ponta: 16 mm
Peso	313 g
Profundidade de campo	A câmera é movida entre 0 – 15 mm sobre a superfície do dente.
Dados abertos	Sim.
Sem encargos pelo uso do Sirona Connect: (transmissão dos dados da impressão a um laboratório externo)	Sim.
Pode ser combinada com uma unidade fresadora	Sim.
Modo de aconselhamento do paciente	Sim.
Escaneamento 3D em cores	Sim.
Necessidade de camada de pó	Não.
Vantagens	Escaneamento isento de pó; Imagens 3D precisas e em cor natural.

Fonte: Sirona, 2015.

### 2.3.2.3 The Lava™ Chairside Oral Scanner C.O.S

O escâner intraoral do Sistema Lava™, da empresa 3M ESPE, possui uma

tecnologia de designer avançado e com um processamento de imagem rápido e eficaz.

A câmera é composta por um sistema complexo de múltiplas lentes e células de LED azuis que capturam variadas imagens em poucos segundos. A ponta da câmera possui apenas 13,2 mm, permitindo que o profissional guie a câmera livremente na cavidade oral (3M ESPE, 2015).

Figura 18 - Escâner Lava™ *Chairside Oral Scanner C.O.S*



Fonte: 3M ESPE, 2015.

O modelo 3D é produzido através da digitalização de diversificadas imagens, que são armazenadas e calculadas, formando, então, o modelo virtual em tempo real.

A empresa relata que seu escâner intraoral exibe as imagens no monitor, de forma simultânea, enquanto estão sendo digitalizadas. Dessa forma, permite ao profissional monitorar o seu escaneamento de forma imediata, avaliando se as informações obtidas são suficientes e completas para a necessidade do seu tratamento (3M ESPE, 2015).

Figura 19 - Escâner Lava™ *Chairside Oral Scanner C.O.S* e computador



Fonte: 3M ESPE, 2015.

Atualmente, o sistema Lava™ trabalha no Brasil apenas com a comercialização de blocos de nanocerâmica Lava Ultimate, não fornecendo mais os equipamentos CAD/CAM, como escâner e fresadora. A importância desse escâner para o presente estudo é a sua inclusão em grandes e variadas pesquisas a respeito dos sistemas CAD/CAM na atualidade (3M ESPE, 2015).

No quadro abaixo, características sobre os equipamentos de digitalização para consultório abordados neste trabalho.

Quadro 7 – Diversidade de equipamentos de digitalização para consultório

<b>Escâner Intraoral</b>	<b>Empresa</b>	<b>Princípio de trabalho</b>	<b>Fonte de luz</b>	<b>Tipo de imagem</b>	<b>Uso de spray</b>	<b>Permite desenhar coroas</b>	<b>Permite desenhar estruturas</b>
CEREC Bluecam	Sirona	Feixe de luz	Luz azul visível	Imagens múltiplas	Sim	Sim	Sim
CEREC Omnicam	Sirona	Feixe de luz	Luz visível	Imagens múltiplas e vídeos	Não	Sim	Sim
Lava C.O.S	3M ESPE	Feixe de luz	Luz azul pulsante visível	Vídeo	Sim	Não	Não

Fonte: Kayatt, 2014.

### 2.3.3 Estudos Comparativos dos Escâneres

O estudo de Boeddinghaus e colaboradores (2015) comparou a precisão de restaurações dentárias oriundas de digitalizações efetuadas com diferentes sistemas de escâneres intraorais. Dentre os utilizados na pesquisa estavam o CEREC AC Omnicam (Sirona), 3M Lava True Definition e Heraeus Cara TRIOS.

Apesar das limitações da pesquisa sobre o assunto, os autores concluíram que os *copings* em zircônia para as restaurações dos dentes utilizados para a pesquisa e digitalizados por escâneres intraorais e por impressões convencionais com digitalizações em laboratório, apresentaram como resultado, com exceção do escâner CEREC AC Omnicam que possui o diferencial de não necessitar do pó

ultrafino para a realização da digitalização, que, as outras digitalizações puderam ser comparáveis umas às outras no quesito adaptação marginal.

Nedelcu e colaboradores (2014) avaliaram, através de um estudo, a precisão de digitalização de quatro escâneres intraorais e a influência dos diferentes tipos de materiais e suas espessuras utilizadas nos revestimentos dos corpos de teste.

Os corpos de prova foram produzidos por três materiais diferentes: polimetil metacrilato, titânio e zircônia, os quais foram posteriormente escaneados por um escâner óptico industrial. Os modelos foram digitalizados também pelos seguintes escâneres intraorais: 3M Lava C.O.S, Cerec AC/ Bluecam, E4D e iTero.

Os resultados demonstrados na pesquisa evidenciaram que os escâneres 3M Lava C.O.S, Cerec AC/ Bluecam e iTero exibiram padrões semelhantes de imagens em relação ao desvio. O E4D foi o escâner que apresentou maiores desvios.

Guth e colaboradores (2013) elaboraram um estudo que avaliou a digitalização direta e indireta, em restaurações CAD/CAM conforme suas etapas individuais. Foram utilizados escaneamentos a partir do escâner Lava Chairside Oral C.O.S, digitalização de impressões por poliéster e digitalização do modelo de gesso.

A digitalização direta foi a que obteve maior precisão, seguida pela impressão feita em poliéster e, por último, a digitalização indireta. Apesar das limitações desse estudo *in vitro*, o escaneamento direto com o Lava C.O.S apresentou estatisticamente maior precisão quando comparado ao escaneamento convencional - tomada de impressão e digitalização indireta.

Patzelt e colaboradores (2014) elaboraram uma pesquisa *in vitro* para avaliar a eficiência de tempo de alguns escâneres intraorais. O método utilizado incluiu três escâneres intraorais (CEREC AC Bluecam, Lava Chairside Oral Scanner C.O.S e iTero). Foram utilizados, também, três materiais de moldagem convencionais. Os cenários de prova foram um pilar, uma prótese fixa de curto espaço e uma de arco total. A pesquisa aferiu as durações dos procedimentos de acordo com cada cenário proposto, e o contraste disso, com a duração dos procedimentos realizados com os materiais de moldagem.

Os resultados da pesquisa demonstraram que a digitalização intraoral é cerca de 23 minutos mais rápida do que a tomada da moldagem convencional, de acordo com todos os cenários propostos na pesquisa.

O escâner CEREC AC Bluecam se tornou superior aos demais, na questão de menor tempo de trabalho, para os cenários de pilar único e para prótese fixa de

curto espaço. Enquanto isso, o escâner Lava C.O.S foi o mais rápido para a digitalização de arco total.

Os autores da pesquisa concluem que a digitalização intraoral oferecerá um menor de tempo de trabalho ao profissional, proporcionando, com isso, benefícios ao seu estabelecimento. A eficiência na redução do tempo de trabalho, através de escâneres intraorais, é superior quando comparada ao método tradicional de moldagem.

Meer e colaboradores (2012) realizaram um estudo que comparou a acurácia de três escâneres intraorais. Um modelo de gesso foi desenvolvido para ser digitalizado, e os escâneres utilizados foram CEREC (Sirona), iTero (Cadent) e o Lava C.O.S (3M). Foram avaliados na pesquisa erros de angulação e de distância entre os escâneres. No teste, o Lava C.O.S obteve uma alta precisão de escaneamento, com erros menores e resultados mais consistentes quando relacionado aos outros escâneres.

Clinicamente, o estudo mostra que, na digitalização de situações que envolvam implantes, onde a necessidade de um escaneamento preciso é essencial, a opção do escâner Lava C.O.S, ofertará o melhor desempenho no quesito precisão no protocolo de digitalização.

Abdel-Azim e colaboradores (2015) compararam *in vitro* a discrepância da adaptação marginal presente em coroas de dissilicato de lítio, fabricadas através do sistema CAD/CAM com a utilização da moldagem convencional, e de duas técnicas de moldagens digitais.

Um elemento dentário foi preparado para receber uma coroa cerâmica. Foram, então, feitas impressões convencionais (polivinilsiloxano) e digitais, com os escâneres Lava C.O.S (3M) e iTero. As coroas foram produzidas pela tecnologia CAD/CAM utilizando dissilicato de lítio (E.max CAD).

O resultado da pesquisa confirmou que as medições médias de adaptação marginal foram maiores nas impressões convencionais do que nas impressões digitais, embora essa diferença não tenha atingido dados de significância estatística. A pesquisa ainda apontou que, entre os escâneres Lava C.O.S e iTero, pouca ou nenhuma diferença significativa de adaptação marginal foi encontrada.

Concluindo: Não houve diferença significativa entre a impressão convencional e a impressão digital em relação à adaptação marginal das coroas de dissilicato de lítio produzidas. Não se obteve contestação entre os escâneres estudados, em



relação à adaptação das coroas confeccionadas. As coroas foram efetuadas apresentando um ajuste marginal clínico satisfatório.

## 2.4 Planejamento da restauração

O sistema CAD/CAM oferece a possibilidade de confecção de *inlays*, *onlays*, coroas unitárias, infra-estruturas, *abutments* para implantes, restaurações provisórias, dentre outros. Essas peças são confeccionadas mediante um planejamento elaborado através de um *software* (HILGERT et al., 2009).

Após a digitalização do preparo, os dados obtidos são enviados a esse *software* que permite ao profissional desenhar a peça em questão a partir de ferramentas específicas do próprio programa. Por conta disso, o profissional habilitado para essa função deve ter certos conhecimentos de informática (CORREIA et al., 2006).

Esse *software* poderá vir unido ao escâner de fábrica ou pode ser conectado através de uma porta USB, adquirida posteriormente. Atualmente existem diversos gêneros de *softwares*, aprimorados continuamente.

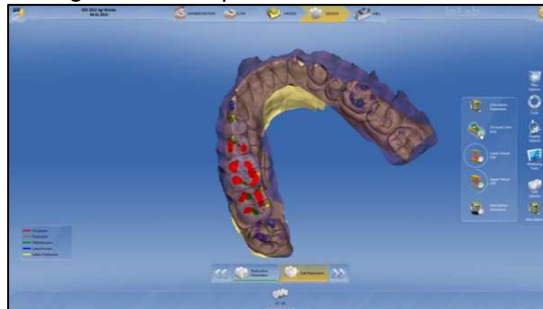
Com a obtenção do modelo digital após o escaneamento, o programa permite delimitar o término cervical, realizar o troquelamento e permitir a exposição da área a ser trabalhada. Outros *softwares* possibilitam ainda desenhar a peça propriamente dita. O desenho de coroas é originado por uma base de dados presente no programa, que disponibiliza ainda ferramentas de ajuste para o operador poder alterar a peça, se desejar, personalizando o trabalho. Esses programas são bastante ágeis, permitindo que o planejamento da restauração seja concretizado em alguns minutos (ALMASRI et al., 2011).

Portanto, a função do *software* é oferecer, além de agilidade no processo de planejamento, a facilidade de execução. Os programas para consultório utilizados para confecção de *inlays*, *onlays* e coroas devem oferecer praticidade e simplicidade de execução ao cirurgião dentista. Para o laboratório, por sua vez, o programa deverá abranger possibilidades restauradoras distintas para situações clínicas diferenciadas (HILGERT et al., 2009).

### 2.4.1 Software InLab SW 4.2

A empresa Sirona disponibiliza aos usuários do sistema CAD/CAM o *software* InLab SW 4.2, que administra o procedimento de fabricação, oferecendo diversificados benefícios (SIRONA, 2015).

Figura 20 - Imagem virtual apresentada no *software* InLab SW 4.2



Fonte: Sirona, 2015.

O programa foi desenvolvido com o intuito de atuar desde o processo de digitalização e a transferência de imagem para o computador, até a modelagem e processamento da peça em questão. O sistema oferece um articulador virtual, incluindo uma proposta biogênica inicial, o que proporciona o planejamento de restaurações anatomicamente adequadas e personalizadas ao paciente. A rapidez e agilidade do *software* modelam de maneira fácil e confiável pilares, próteses protocolo ou *overdenture* e próteses fixas (SIRONA, 2015).

O sistema do programa executa quatro funções principais:

- Escanear: leitura da aquisição da imagem.

Figura 21 - Aquisição da imagem



Fonte: Sirona, 2015.

- Desenhar: delimita o preparo da margem do preparo. Possui, ainda, a

função de um sistema que busca a margem real do preparo, e permite mover o modelo 3D em diferentes direções.

Figura 22 - Delimitação da margem do preparo



Fonte: Sirona, 2015.

- Finalizar: propõe um modelo biogênico inicial com contatos oclusais de forma automática no programa.

Figura 23 - Verificação da oclusão



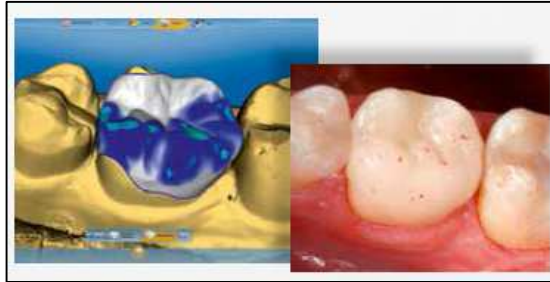
Fonte: Sirona, 2015.

- Fresar: a restauração no bloco é visualizada virtualmente antes da fresagem, possibilitando a escolha da melhor posição de processamento para otimizar o *design* da cor (SIRONA, 2015).

A empresa cita possibilidades inerentes a esse *software*, tais como:

- CEREC Biogênico: desenvolve as questões oclusais da restauração, pois analisa as informações armazenadas pela própria dentição do paciente.

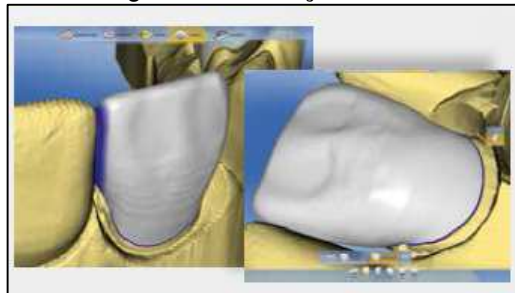
Figura 24 - Contatos oclusais digital à esquerda, e, à direita, prótese cimentada



Fonte: Sirona, 2015.

- Variação incisal: permite restaurações esteticamente naturais, principalmente nos dentes anteriores. Nesse caso, a opção promove o refinamento das macroestruturas.

Figura 25 - Variação incisal



Fonte: Sirona, 2015.

- *Smile Design*: processamento de fotos digitais em 2D do paciente são salvas no *software* onde são unidas aos dados de criação em 3D. Dessa forma, tem-se se uma ferramenta onde o paciente visualiza o resultado final;

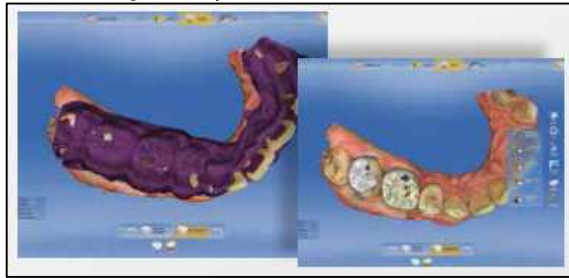
Figura 26 - Processamento de fotos digitais



Fonte: Sirona, 2015.

- Articulador virtual: possibilita delimitar os pontos de contato estáticos, superfícies de contato dinâmicas e, ainda, oferece a vantagem de ajustar uma oclusão funcional adequada.

Figura 27 - Delimitação de pontos de contato estáticos e dinâmicos



Fonte: Sirona, 2015.

- Implantes feitos em consultório: o *scanbody* é digitalizado diretamente na boca do paciente e o *software* elabora virtualmente as coroas com parafusos ou pontes personalizadas para o caso (SIRONA, 2015).

Figura 28 - Imagem 3D do *scanbody*



Fonte: Sirona, 2015.

#### 2.4.2 Software KaVo multiCAD®

O sistema CAD/CAM KaVo ARCTICA® oferece como *software* o KaVo multiCAD®, que garante versatilidade e rapidez. O pacote do programa permite a atuação tanto de profissionais experientes quanto de iniciantes, pois possui um menu de navegação de fácil entendimento e plenamente intuitivo (KAVO, 2015).

Figura 29 - Imagem digitalizada no *software* multiCAD®, da empresa KaVo

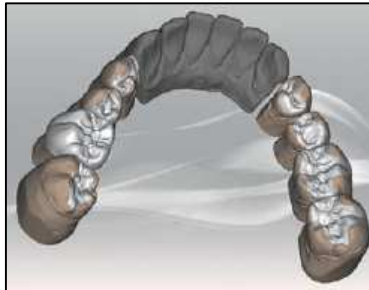


Fonte: KaVo, 2015.

A presença de uma base de dados pré-existent permite criar os projetos com facilidade e segurança. As propostas sugeridas poderão ser alteradas de acordo com a necessidade de cada paciente e com o quê o profissional busca para aquele trabalho.

O programa é compatível com os dados STL de escâneres abertos comercializados atualmente. O *software* elabora variados tipos de restaurações como coroas, facetas, pontes diversas e *inlays*. A visualização da imagem é de acordo com cada arcada (KAVO, 2015).

Figura 30 - Restaurações elaboradas pelo *software* multiCAD®



Fonte: Kavo, 2015.

Dentre as características citadas pelo fabricante estão:

- Apoio confiável: garante que as operações sejam bem definidas e realizadas automaticamente, como: reconhecimento de margens do preparo, definição de eixo de inserção da prótese, *design* do interior da restauração, posicionamento dos dentes de acordo com a base de dados do programa, ajuste do arco antagonista e, ainda, desenvolvimento de conectores;
- Pós-processamento sem despesa adicional: a alteração de projetos é facilitada sem operações de larga escala;
- Armazenamento de dados após a execução do projeto para iniciar o processo de usinagem;
- Pode ser utilizado por um parceiro de laboratório que dispõe do ARCTICA® Engine para a produção da peça através da simples transferência de dados (KAVO, 2015).

### 2.4.3 Lava™ *Design Software 7*

A empresa Lava™ disponibiliza o *DesignSoftware7*, que tem como proposta oferecer melhores possibilidades do que a versão anterior desse programa. Inclui uma grande variedade de recursos novos relacionados ao *design* e funções (3M ESPE, 2015).

Dentre os benefícios que a empresa cita estão:

- Troca de dados rápida, conveniente e confiável;
- Aumento da produção e rapidez;
- Abrange todos os materiais novos existentes atualmente;
- Utiliza as funções técnicas do Lava™ CNC 500;
- Fornece suporte aos sistemas Lava™ CNC 240.

Figura 31 - Computador com o *Design Software 7* da empresa Lava™



Fonte: 3M ESPE, 2015.

O sistema conta com biblioteca de dados que possibilita projetar o trabalho com diversificadas características e funções personalizadas para cada caso. O *software* é capaz de definir padrões para determinadas indicações, clientes e dentistas, com ajustes específicos para cada caso (3M ESPE, 2015).

### 2.4.4 *Softwares Zirkonzahn®*

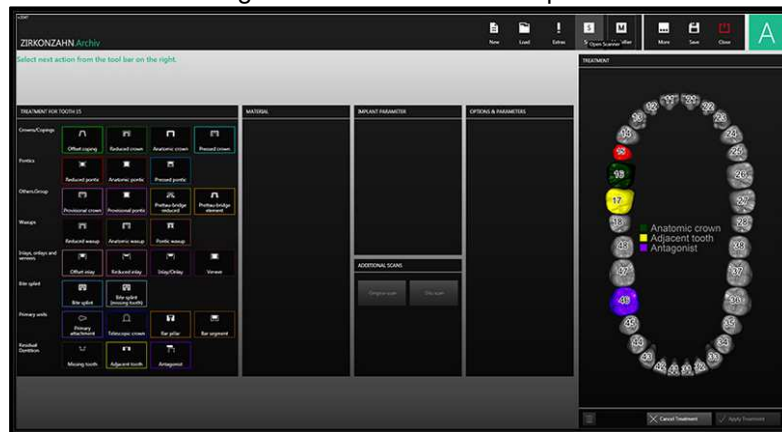
A empresa italiana Zirkonzahn® disponibiliza variados módulos de *softwares* para o planejamento de suas restaurações. Desde a versão básica do sistema, tem a possibilidade de digitalizar, fresar coroas e pontes de forma a reconhecer margens automaticamente, incluindo uma gama de ferramentas que auxiliam a projetar o desenho da restauração dentro dos requisitos do profissional.

A facilidade dos ajustes promove a adequação da cimentação de acordo com a espessura das peças planejadas dentro do sistema. Outra propriedade existente nos *softwares* Zirkozahn® é a possibilidade de posicionar virtualmente a peça a ser usinada dentro do bloco. Essa estratégia permite que a fresagem seja adaptada e calculada de forma manual ou automática.

O fabricante cita os seguintes *softwares* disponíveis em seu *website*:

- Zirkozahn® Arquiv: permite a criação e salvamento dos arquivos e projetos executados. A identificação do cirurgião-dentista, técnico e tipo de trabalho efetuado são armazenados nesse programa. Ainda possui a opção de registrar as fotografias do paciente, que são organizadas dentro do próprio *software*.

Figura 32 - Zirkozahn® Arquiv

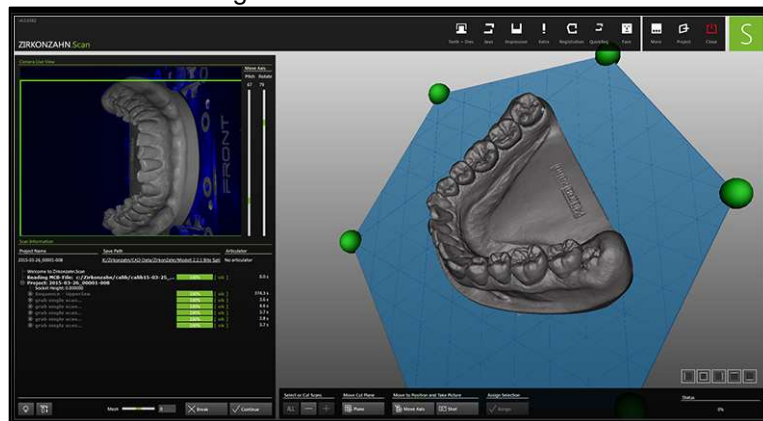


Fonte: Zirkozahn, 2015.

- Zirkozahn® Scan: permite a varredura completa do escaneamento e da oclusão. O programa executa automaticamente a oclusão do paciente, articulando os dois modelos virtualmente. O *software* possui a função de ajuste fino para o articulador virtual posicionar os modelos adequadamente. O articulador permite ainda inserir planos como o de Camper e Frankfurt, e também imagens 2D, 3D e imagens de raio-x do paciente.



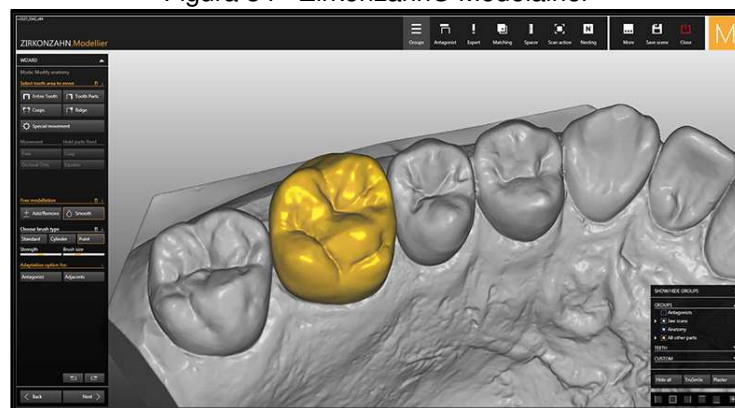
Figura 33 - Zirkozahn® Scan



Fonte: Zirkozahn, 2015.

- Zirkozahn® Modelainer: permite a modelagem de trabalhos mais complexos. Desenvolvido por técnicos em prótese dentária, o programa foi estruturado de forma lógica e inclui ferramentas patenteadas que permitem um trabalho qualificado. Permite a ampliação da biblioteca de dados que incluem implantes, *attachments* e diversificados modelos de morfologia de dentes naturais.

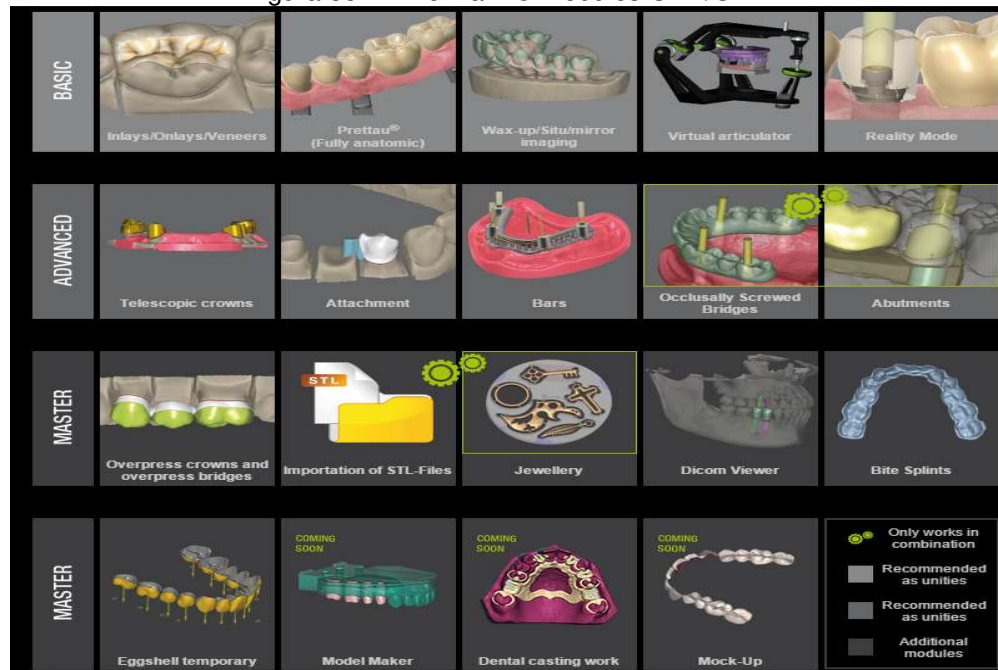
Figura 34 - Zirkozahn® Modelainer



Fonte: Zirkozahn, 2015.

- Zirkozahn® Modules CAD/CAM: esse *software* apresenta uma visão geral dos módulos existentes para a elaboração das restaurações conforme a ilustração fornecida pelo fabricante.

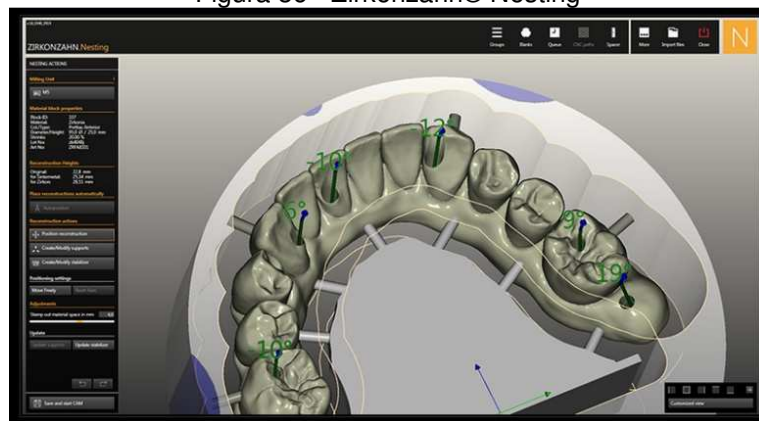
Figura 35 - Zirkozahn® Modules CAD/CAM



Fonte: Zirkozahn, 2015.

- Zirkozahn® Library: é o programa que fornece a base de dados para as restaurações. Os modelos de dentes fornecidos pelo *software* são de morfologia natural e possuem a capacidade de executar o *design* de coroas individuais, pequenas pontes, pontes totalmente anatômicas, dentaduras completas e conjuntos de até 10 dentes naturais que oferecem a naturalidade necessária para cada perfil de paciente.
- Zirkozahn® Nesting: permite a posição ideal da restauração no bloco a ser fresado. A localização dos espaços que não são fresados no bloco é armazenada pelo programa em uma biblioteca. Essa função é muito vantajosa e oferece um trabalho economicamente satisfatório pois beneficia o uso de todo o material adquirido. Cálculos são efetuados pelo próprio programa a fim de acoplar a restauração automaticamente no bloco.

Figura 36 - Zirkozahn® Nesting



Fonte: Zirkozahn, 2015.

- Zirkozahn® CAM: programa complexo, derivado do *software Nesting* que calcula automaticamente os caminhos da fresagem. Ele realiza os cálculos oriundos dos arquivos gerados pelo *software Nesting*, otimizando o uso dos materiais de usinagem.

Figura 37- Zirkozahn® CAM



Fonte: Zirkozahn, 2015.

- Zirkozahn® Fräsen: realiza a última fase da usinagem, inicializando e visualizando o processo de fresagem.

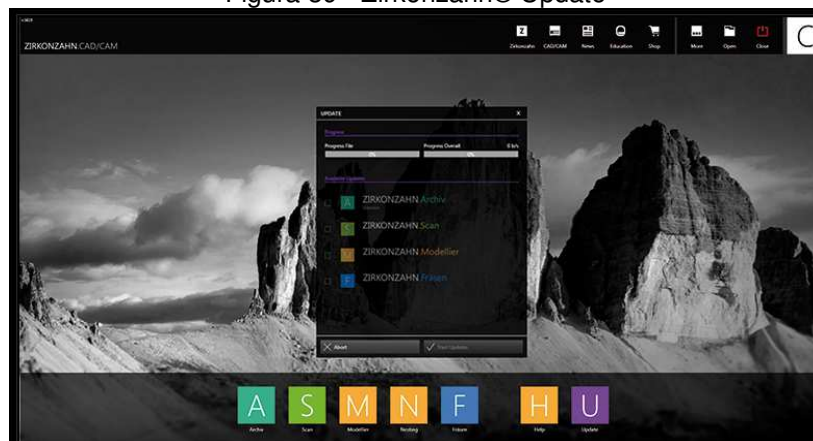
Figura 38 - Zirkonzahn® Fräsen



Fonte: Zirkonzahn, 2015.

- Zirkonzahn® *Update*: programa que realiza as atualizações necessárias dentro dos módulos do sistema CAD/CAM.

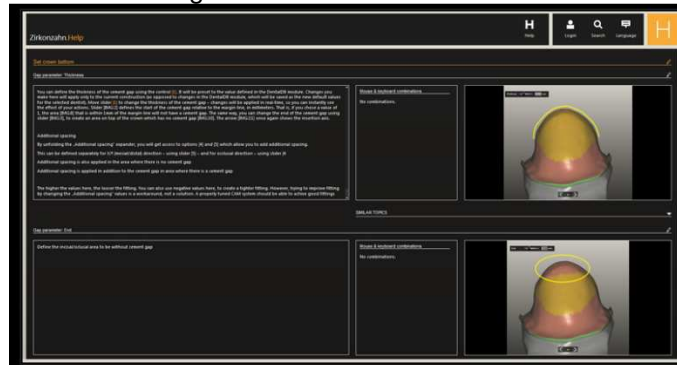
Figura 39 - Zirkonzahn® Update



Fonte: Zirkonzahn, 2015.

- Zirkonzahn® *HELP*: programa que orienta o consumidor com diversificados conselhos e sugestões para o uso do sistema CAD/CAM da empresa. O *software* é composto por imagens, vídeos e instruções que facilitam a compreensão dos programas.

Figura 40 - Zirkonzahn® HELP



Fonte: Zirkonzahn, 2015.

- Zirkonzahn® *MOBILE*: controla o processo de usinagem na própria unidade de fresagem CAD/CAM. O *software* demonstra qual arquivo está sendo usinado, o andamento e o tempo necessário para a fresagem total da peça. O programa oferece a possibilidade de atuar de forma simultânea com várias unidades fresadoras situadas em diferentes localidades (ZIRKONZAHN, 2015).

## 2.5 O CAM

Como já mencionado, conceitualmente CAM refere-se à produção da peça planejada pelo CAD. Portanto, é a manufatura dos procedimentos realizados anteriormente (KAYATT et al., 2013d).

A usinagem da peça é concretizada através de comandos digitais produzidos por computadores, oferecendo, dessa forma, precisão de acordo com os dados captados. Esses códigos é que subsidiam o controle dos eixos da máquina para a fresagem do material. O resultado desse processo é a redução do tempo de programação manual da fresadora, o que evita erros de atuação. Os dados coletados através do escaneamento enviado para o *software* é que orientam a sequência e o tipo de eixo da máquina que serão precisos para a usinagem da peça com fidelidade. Quanto maior o número de eixos de uma fresadora, maior o seu custo. Mas a sua precisão de usinagem será superior a das que possuem um menor número de eixos (BERNARDES et al., 2012).

Segundo Kayatt et al. (2013d), a produção da peça pode ser efetuada por um dos três equipamentos com sistema CAD/CAM:

- Equipamento para consultório (CEREC);
- Equipamento para grandes laboratórios (Lava - 3M ESPE, Zirkonzahn®);
- Centrais de usinagem (Nobel - PROCERA).

A confecção em si da peça pode ser efetuado de duas formas: pelo processo de subtração, que é o mais encontrado no mercado atualmente, ou pelo processo de adição, com a elaboração de uma peça 3D através da deposição de material camada por camada (NOORT, 2012).

Abaixo algumas das fresadoras disponibilizadas e que serão abordadas no presente trabalho:

- InLab MC XL - Sirona Dental System;
- LAVA™ CNC 500 Milling System - by 3M ESPE;
- KaVo ARCTICA® Engine;
- Sistema Zirkonzahn®.

### **2.5.1 InLab MC XL**

A empresa Sirona disponibiliza a unidade fresadora InLab MC XL para laboratório. Suas características são voltadas à alta precisão e à velocidade de fresagem. A precisão informada pela marca indica o valor em torno de 25 micrômetros. Os benefícios citados pelo fabricante incluem:

- Fresagem de uma ampla gama de materiais, tais como: óxido de zircônio, resina, cerâmicas de silicato e metal;
- Alta velocidade durante o processamento da peça. Exemplificando, uma peça de zircônia de quatro unidades é fresada em torno de 40 minutos;
- Possui quatro motores de moagem, o que garante a flexibilidade na seleção das brocas de acordo com o material proposto;
- Possui fresagem e esmerilhamento, oferecendo, assim, alta precisão sob qualquer material e indicação (SIRONA, 2015).

Figura 41 - Fresadora InLab MC XL, da marca Sirona



Fonte: Sirona, 2015.

### 2.5.2 InLab MC X5

Em 2014, a empresa Sirona lançou a fresadora InLab MC X5 para laboratórios de prótese dentária. Essa fresadora tem o intuito de abranger diferentes tipos de materiais comercializados atualmente beneficiando os processos estéticos.

Segundo o fabricante, a máquina pode fresar óxido de zircônia, polímeros, compósitos, cera, cerâmica vítrea, cerâmica híbrida e também, metais. Dessa forma, o profissional pode optar por diferentes materiais para o seu trabalho.

As indicações citadas para seu uso são:

- Próteses parciais fixas;
- Coroas totais;
- *Onlays*;
- *Inlays*;
- Facetas;
- Próteses parciais adesivas;
- Estruturas;
- Estruturas de metais (em preparação WIP);
- Estruturas em cera;
- Casquetes;
- Pilares (em preparação WIP);
- Barras;
- *Attachments*.

Uma de suas características é o seu sistema aberto, portanto pode ser utilizada com outros equipamentos CAD/CAM próprios para laboratórios de prótese dentária. Ou seja, poderá ser utilizado por clientes que adquiriram o escâner e o *software* InLab Sirona ou para aqueles que possuem escâneres ou componentes CAD de outras empresas. (SIRONA, 2015).

Figura 42 - Fresadora InLab MC X5



Fonte: Sirona, 2015.

Os dados STL são enviados para o *software* CAM desenvolvido especialmente para o InLab MC X5. Essa fresadora ainda é recomendada pela Sirona para fazer um conjunto com o escâner InEos X5 e o *software* InLab.

A fresadora é composta por cinco eixos trabalhando o seu processamento com água ou a seco. Essa mudança no tipo de processamento é completamente automática (SIRONA, 2015).

Figura 43 - Demonstração dos eixos da fresadora InLab MC X5



Fonte: Sirona, 2015.

A fresagem dos blocos pode acontecer com até seis blocos de materiais diferentes, ao mesmo tempo, otimizando, dessa forma, a função da seleção de materiais.



A limpeza e manutenção da máquina são garantidas pela alta qualidade e *design* funcional da câmara da unidade laboratorial. O fabricante relata um ótimo custo benefício, na aquisição deste equipamento, pois, trata-se de uma tecnologia flexível tornando-o um investimento rentável para o consumidor (SIRONA, 2015).

### 2.5.3 Lava™ CNC 500 Milling System

O sistema de fresagem da empresa 3M ESPE é o Lava™ CNC Milling System, que possui a característica de trabalhar com três a cinco eixos e tem a proposta de operar por cerca de 76 horas consecutivas utilizando diversificados materiais (3M ESPE, 2015).

Figura 44 - Fresadora Lava™ CNC 500 Milling System



Fonte: Kayatt et al, 2013.

Para os laboratórios, a utilização de cinco eixos garante a usinagem de estruturas como pilares. Com três eixos, a fresagem é convencional, não usinando metais.

A quantidade de peças a serem fresadas por essa ferramenta inclui até 21 quadros, onde, em cada um deles, pode-se usinar 10 peças. O sistema contempla ainda a possibilidade de armazenar cerca de 500 peças, independentemente do tipo de bloco que está sendo fresado e sem interromper o trabalho da máquina (3M ESPE, 2015).

Figura 45 - Bloco de zircônia fresado com variadas peças



Fonte: Kayatt et al, 2013.

O centro de controle do Lava™ 500 Milling System possui uma tela *touch screen* que oferece um acesso fácil à informação conforme o operador toca nos ícones da tela para o processamento de fresagem.

O sistema de cinco eixos inclui as seguintes indicações:

- Coroas unitárias;
- Pontes com três, quatro, cinco ou seis elementos;
- Infraestruturas curvas ou não de até 48 mm;
- *Inlay*;
- *Onlay*;
- Pilares de implantes.

Abaixo, informações técnicas sobre a fresadora:

Quadro 8 - Informações técnicas da fresadora Lava™ CNC 500 Milling System

Tensão de alimentação	200 – 240 V AC
Frequência de alimentação	50 – 60 Hz
Dimensões	Largura: 1.090 mm Altura: 1.960 mm Profundidade: 840 mm Altura de trabalho: 1.063 mm
Peso	620 kg
Condições ambientais	Temperatura: 18 – 25° Umidade relativa do ar: máximo 90%
Ruído	65 Db

Fonte: 3M ESPE, 2015.

O fabricante indica os variados tipos de materiais que a fresadora poderá usinar: ampla variedade de zircônias e também uma resina reforçada com zircônia, muito resistente, intitulada Lava™ *Ultimate Restorative* (3M ESPE, 2015).

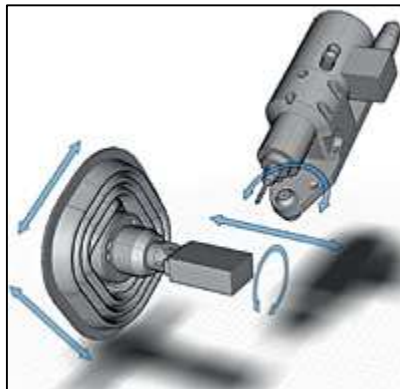
### 2.5.4 KaVo ARCTICA® Engine

A empresa KaVo tem o Sistema ARCTICA®, que contempla a fresadora ARCTICA® Engine. Entre os benefícios citados apontados pelo fabricante estão:

- Flexibilidade: permite a compatibilidade com diversos escâneres do mercado;
- Precisão e fácil manuseio: oferecem qualidade excelente e normalmente sem retoques;
- Segurança de investimento, em função das variadas aplicações do sistema, juntamente com as amplas indicações ofertadas e a versatilidade dos materiais disponíveis.

A fresadora é composta por cinco eixos simultâneos com uma área de rotação de até 25°. Essa angulação permite que o movimento dos cinco eixos consiga fresar áreas difíceis e rebaixos, garantindo maior precisão e facilidade (KAVO, 2015).

Figura 46 - Sistema de eixos da fresadora ARCTICA® Engine



Fonte: 3M ESPE, 2015.

As brocas e fresas que se acoplam ao sistema têm cerca de 15 variedades, que desempenham funções de usinagem e polimento de acordo com cada tipo de material e projetos. A presença de revestimentos especiais confere um desgaste com durabilidade excelente.

Seu sistema permite maior segurança durante o processamento da peça, visto que, a existência de seis compartimentos permite a troca automática das ferramentas sem a interrupção da produção.

A empresa KaVo relata que a fresadora ARCTICA® Engine é uma das mais compactas existentes no mercado atual. Sua fresagem é efetuada a úmido. Todas as peças da máquina são integradas no próprio aparelho – inclusive a região responsável pela refrigeração, que ocupa sete litros de água (KAVO, 2015).

Figura 47- Fresadora ARCTICA® Engine, da empresa KaVo



Fonte: KaVo, 2015.

O local de abertura da máquina para a colocação da peça é amplo, facilitando o acesso e o posicionamento do bloco da melhor maneira possível.

Abaixo, informações técnicas da fresadora de acordo com a empresa KaVo:

Quadro 9 - Informações técnicas da fresadora ARCTICA® Engine

Dimensões	Largura: 773 mm Altura: 590 mm Comprimento: 584 mm
Profundidade útil	524 mm
Peso	97 kg
Conexão de ar comprimido	6 bar (+/- 0.5 bar), 40 NL/min
Tensão	100 – 240 V a 50/60 Hz
dB (A)	69 (medido com usinagem de peça de titânio com uma distância de 1 m).

Fonte: 3M ESPE, 2015.

### 2.5.5 Fresadoras Zirkonzahn®

A marca italiana Zirkonzahn® conta com uma linha ampla que engloba o sistema CAD/CAM. A mais nova fresadora é a M6 *Wet Heavy Metal*. Essa unidade de fresagem conta com 5+1 eixos simultâneos que são controlados por um computador que inclui oito trocadores de brocas e fresas e três trocadores de blocos. Seu processamento é refrigerado com água e permite a usinagem de metais como titânio e cromo-cobalto (ZIRKONZAHN, 2015)

Figura 48 - Fresadora Zirkozahn®



Fonte: Zirkozahn, 2015.

A fresadora M6 *Wet Heavy Metal* possui propriedades as quais permitem a usinagem de variados materiais, dentre eles zircônia, resina, cera, madeira, metal sinterizado, cromo-cobalto, titânio, vidro-cerâmica, blocos de titânio *abutment* pré-fabricados, blocos de pontes pré-fabricadas e alguns compósitos.

Abaixo, informações técnicas do equipamento:

Quadro 10 - Informações técnicas da fresadora M6 *Wet Heavy Metal*

Dimensões	Altura: 690 mm Largura: 1.150 mm Profundidade: 610 mm
Peso	210 kg
Eixos de processamento	5+1
Capacidade de potência	600 W
Tensão de Operação	230 V
Diâmetro de bloco	95 mm

Fonte: Zirkozahn, 2015.

Existe também no mercado a fresadora M5 *Heavy* também da Zirkozahn®. Essa unidade fresadora é controlada por um computador e possui 5+1 eixos de unidade de fresagem. A fresadora possui um trocador automático que permite cerca de 16 alterações de ferramentas diferentes (ZIRKONZAHN, 2015).

Figura 49 - Fresadora M5 *Heavy*

Fonte: Zirkonzahn, 2015.

Os materiais indicados para essa fresadora são indicados zircônia, resina, cera, madeira, metal sinterizado, cromo-cobalto, titânio, vidro-cerâmica, blocos de titânio *abutment* pré-fabricados, blocos de pontes pré-fabricadas e alguns compósitos.

Abaixo, informações técnicas da máquina fornecidas pelo fabricante:

Quadro 11 - Informações técnicas da fresadora M5 *Heavy*

Dimensões	Altura: 690 mm Largura: 1.232 mm Profundidade: 530 mm
Peso	210 kg
Eixos de processamento	5+1
Capacidade de potência	600 Watts
Tensão de operação	230 V
Diâmetro do bloco	95 mm

Fonte: Zirkonzahn, 2015.

A fresadora M4 caracteriza-se pelo sistema de fresagem com 5+1 eixos controlados via computador. Possui um trocador de ferramentas de 32 postos. A usinagem acontece de forma refrigerada, com a utilização de água.

Os materiais fresados por essa máquina são: zircônia, resina, cera, madeira, metal sinterizado, cromo-cobalto, titânio, vidro-cerâmica, blocos de titânio *abutment* pré-fabricados, blocos de pontes pré-fabricadas e alguns compósitos.

Sua área de fresagem contempla um espaço de 385 x 159 mm, desenvolvidos principalmente para a execução em grandes quantidades de modelos, como até 20 arcadas dentárias (ZIRKONZAHN, 2015).

Figura 50 - Fresadora M4



Fonte: Zirkonzahn, 2015.

Informações técnicas fornecidas pelo fabricante:

Quadro 12 - Informações técnicas da fresadora M4

Dimensões	Altura: 690 mm Largura: 1.150 Mm Profundidade: 665 mm
Peso	280 kg
Eixos de processamento	5+1
Capacidade de potência	1500 Watts
Tensão de operação	230 V
Diâmetro do bloco	95 mm

Fonte: Zirkonzahn, 2015.

Seguindo a linha do sistema CAD/CAM, a empresa oferece a fresadora M3 com ampla variedade de quantidade de eixos de processamento: 3+1 eixos, 4+1 eixos ou 5+1 eixos. Os materiais fresados por essa máquina incluem zircônia, resina, cera, madeira e metal sinterizado (ZIRKONZAHN, 2015).

Figura 51 - Fresadora M3



Fonte: Zirkonzahn, 2015.

Informações técnicas da fresadora M3, segundo a Zirkonzahn®:

Quadro 13 - Informações técnicas da fresadora M3

Dimensões	Altura: 690 mm Largura: 1.020 mm Profundidade: 560 mm
Peso	162 kg
Eixos de processamento	3+1/ 4+1/ 5+1
Capacidade de potência	600 Watts
Tensão de operação	230 V
Diâmetro do bloco	95 mm

Fonte: Zirkonzahn, 2015.

A marca Zirkonzahn® oferece, dentro do sistema CAD/CAM, a linha compacta M1, composta por quatro fresadoras que oferecem soluções práticas, rápidas e precisas.

O objetivo da linha compacta M1 é ocupar pouco espaço clínico. Por isso, possuindo dimensões reduzidas (47,7 x 69,3 x 61,3 cm). Possuem motores ágeis, que levam a um tempo de usinagem curto. Idealmente a linha M1 é combinada com Scanner S600 ARTI, assim como com o *software* Zirkonzahn®, de fácil manuseio.

Dentre as fresadoras que contemplam a linha compacta M1 estão:

- Fresadora M1 *abutment*: possui quatro eixos de processamento controlados por computador e seis trocadores de ferramentas. Essa



máquina tem a capacidade de fresar os seguintes materiais: *abutment* pré-fabricados, blocos de pontes pré-fabricadas e alguns compósitos.

Figura 52 - Fresadora M1 *abutment*



Fonte: Zirkonzahn, 2015.

Informações técnicas da fresadora:

Quadro 14 - Informações técnicas da fresadora M1

Dimensões	Altura: 69 cm Largura: 47,7 cm Profundidade: 61 cm
Peso	105 kg
Eixos de processamento	4
Capacidade de potência	600 W
Tensão de operação	230

Fonte: Zirkonzahn, 2015.

- Fresadora M1 *Soft*: possui 5+1 eixos de processamento controlados por computador e oito trocadores de ferramentas. Essa máquina tem a capacidade de fresar os seguintes materiais: zircônia, resina, cera, madeira e metal sinterizado (ZIRKONZAHN, 2015).

Figura 53 - Fresadora M1 *Soft*

Fonte: Zirkonzahn, 2015.

No quadro, informações técnicas da fresadora:

Quadro 15 - Informações técnicas da fresadora M1 *Soft*

Dimensões	Altura: 690 mm Largura: 477 mm Profundidade: 610 mm
Peso	105 kg
Eixos de processamento	5+1
Capacidade de potência	600 Watts
Tensão de operação	230

Fonte: Zirkonzahn, 2015.

- Fresadora M1 *Wet*: possui 5+1 eixos de processamento controlados por computador e oito trocadores de ferramentas. Essa máquina tem a capacidade de fresar os seguintes materiais: zircônia, resina, cera, madeira, metal sinterizado, cromo-cobalto, titânio, vidro-cerâmica e alguns compósitos (ZIRKONZAHN, 2015).

Figura 54 - Fresadora M1 *Wet*

Fonte: Zirkonzahn, 2015.

No quadro, informações técnicas da fresadora:

Quadro 16 - Informações técnicas da fresadora M1 *Wet*

Dimensões	Altura: 690 mm Largura: 477 mm Profundidade: 610 mm
Peso	105 kg
Eixos de processamento	5+1
Capacidade de potência	600 Watts
Tensão de operação	230

Fonte: Zirkonzahn, 2015.

- Fresadora M1 *Wet Heavy Metal*: possui 5+1 eixos de processamento controlados por computador e seis trocadores de ferramentas. Essa máquina tem a capacidade de fresar os seguintes materiais: zircônia, resina, cera, madeira, metal sinterizado, cromo-cobalto, titânio, vidro-cerâmica, blocos de titânio *abutment* pré-fabricados, blocos de pontes pré-fabricadas e alguns compósitos (ZIRKONZAHN, 2015).

Figura 55 - Fresadora M1 *Wet Heavy Metal*



Fonte: Zirkonzahn, 2015.

No quadro, informações técnicas da fresadora:

Quadro 17 - Informações técnicas sobre a fresadora M1 *Wet Heavy Metal*

Dimensões	Altura: 690 mm Largura: 477 mm
Peso	105 kg
Eixos de processamento	5+1
Capacidade de potência	600 W
Tensão de operação	230 V

Fonte: Zirkonzahn, 2015.

No quadro abaixo, as características principais dos sistemas CAM abordados neste trabalho.

Quadro 18 – Características de diferentes sistemas CAM

Nome do CAM	Empresa	Número de eixos	Estrutura prótese
InLab MC XL	Sirona	4 eixos	Sim
InLab MC X5	Sirona	5 eixos	Sim
Lava™ CNC 500 Milling System	3M ESPE	3 a 5 eixos	Sim
KaVo ARCTICA® Engine	KaVo	5 eixos	Sim
M6 Wet Heavy Metal	Zirkonzahn®	6 eixos	Sim

Fonte: Sirona, 2015; KaVo, 2015; 3M ESPE, 2015; Zirkonzahn, 2015.

## 2.6 Comparação entre as fresadoras

Song e colaboradores (2013) estudaram a precisão marginal de próteses parciais fixas de três elementos de zircônia produzida a partir do sistema CAD/CAM. A pesquisa baseou-se na comparação da adaptação marginal das próteses confeccionadas em zircônia por dois diferentes tipos de sistemas CAD/CAM: Everest (KaVo Dental GmbH, Biberach, Alemanha) e Lava (3M ESPE, Seefeld, Alemanha) e um modelo base confeccionado a partir do sistema tradicional.

O estudo mostrou que a usinagem com o sistema Everest obteve um *gap* marginal menor do que o dos outros grupos comparados. A máquina com melhor desempenho apresentou uma fenda marginal em torno de 60,46  $\mu\text{m}$ . Para o Lava a alteração foi de 78,71  $\mu\text{m}$  e 81,32  $\mu\text{m}$  para a prótese confeccionada a partir do sistema convencional.

Os autores concluíram que o estudo foi avaliado de forma efetiva o desempenho das próteses parciais fixas de três elementos em zircônia com dois diferentes sistemas CAD/CAM, abordando o efeito individual de cada máquina.

Kwon e colaboradores (2013) compararam, através de um estudo, a resistência à fratura de coroas de zircônia produzidas a partir do sistema CAD/CAM de duas empresas: Lava e Digident. Uma máquina universal para ensaios foi utilizada para aferir a resistência à fratura das coroas.

O resultado da pesquisa demonstrou que as coroas confeccionadas através do sistema Lava foi de 59,9 +- 15,6 N, enquanto que o sistema Digident foi de 87 +- 16,0 N. Concluindo, a maior resistência à fratura está vinculada às coroas usinadas pelo sistema Digident.

Foi possível observar, na pesquisa, que as fraturas das coroas elaboradas pelo sistema Lava mostraram fratura completa que incluíam a cerâmica e a infraestrutura, enquanto que as coroas produzidas pelo sistema Digident apresentaram fratura apenas da cerâmica.

Suárez e colaboradores (2015) estudaram vinte próteses fixas posteriores fabricadas em zircônia, que foram submetidas a testes de resistência à fratura e seu modo de falha, produzidas através de dois sistemas CAD/CAM: Lava e Procera.

O resultado da pesquisa evidenciou que a resistência à fratura, dos grupos experimentais não obtiveram diferenças significativas. Algumas alterações relacionadas à fratura do revestimento cerâmico foram avaliadas, onde, o grupo usinado pelo sistema Lava apresentou o maior valor médio de resistência.

O estudo apontou que a fratura acontecia normalmente na região cervical, próxima ao conector. Além disso, ambos os grupos apresentaram fraturas parciais da coroa, com danos na cerâmica antes da fratura do material da estrutura.

## **2.7 Materiais utilizados nos Sistemas CAD/CAM**

Os materiais restauradores para uso indireto através dos sistemas CAD/CAM podem ser divididos em metais, resinas e cerâmicas. Esses são utilizados tanto pela técnica de fresagem quanto pela sinterização a laser ou pela impressão 3D (HILGERT et al., 2010).

Segundo Silva et al. (2013), os principais materiais empregados para usinagem da estrutura protética são blocos pré-fabricados, que poderão ser:

- Cerâmicas odontológicas: Feldspática; Vítrea com alto teor de Leucita; à base de Dissilicato de Lítio; com alto conteúdo de Alumina; à base de Zircônia (totalmente sinterizada ou parcialmente sinterizada);

- Compósitos: Resina Composta;
- Metais: Titânio e Cobalto-Cromo;
- Polímeros: Metacrilato e Polimetilmetacrilato;
- Ceras.

Esses materiais possuem algumas propriedades superiores à tradicional técnica do laboratório. O titânio, por exemplo, é utilizado por ser biocompatível e por sua resistência - mesmo em espessuras muito finas. Peças restauradoras feitas manualmente podem apresentar porosidades que são evitadas com o uso do sistema CAD/CAM. A vantagem desses materiais também está ligada à resistência: a zircônia, por exemplo, tem seu uso limitado, na técnica convencional, por sua rigidez (FEUERSTEIN, 2007; CORREIA et al., 2006).

Com o aperfeiçoamento da tecnologia CAD/CAM nos últimos anos, as restaurações feitas com cerâmica passaram a oferecer um bom desempenho estético e biomecânico. Entre os materiais citados, entretanto, nenhum apresenta propriedades clínicas ideais para sua aplicação generalizada. Porém, pesquisas estão em andamento para instituir materiais que ofereçam resistência, estética, precisão e capacidade de adesão adequada ao remanescente dentário (LI; CHOW; MATINLINNA, 2014).

### **2.7.1 Materiais da empresa Sirona**

Há mais de 28 anos a empresa Sirona desenvolve pesquisas sobre as restaurações cerâmicas produzidas através do sistema CAD/CAM. A expansão na variedade de materiais é o foco da fabricante que tem o objetivo de garantir o acesso dos pacientes a restaurações estéticas de qualidade e naturais. Os materiais produzidos são acoplados ao *software* CAD/CAM, e também, às fresadoras Sirona.

A fabricante informa os seguintes benefícios para os seus materiais CAD/CAM:

- Requisitos de fresagem e precisão dos materiais são de alta performance;
- Cada material possui parâmetros individuais de usinagem;
- Os materiais possuem compatibilidade ilimitada, de acordo com as fresadoras da própria marca;

- Através do programa InLab e Cerec, os materiais são selecionados diretamente.

A Sirona ainda oferece, em conjunto com marcas como: VITA - Zahnfabrik, Ivoclar Vivadent, Merz Dental, Dentsply e 3M ESPE, outros materiais adicionais de alta qualidade para serem utilizados em suas máquinas.

Dentre os materiais comercializados estão os CEREC Blocs - blocos de fresagem constituídos por cerâmica feldspática firmemente estruturada, biocompatível e com a capacidade de mimetizar a coloração natural do esmalte dentário (SIRONA, 2015).

Figura 56 - CEREC Blocs



Fonte: Sirona, 2015.

Os CEREC Blocs possuem uma durabilidade em torno de 90% após 10 anos de uso. Dentre as suas propriedades citadas pelo fabricante estão:

- Resistência ao atrito;
- Translucidez, oferecendo uma estética semelhante à do dente natural;
- Polimento excelente;
- Escala de cores ampla.

Outro material produzido pela Sirona são os blocos CEREC Blocs PC - material policromático utilizado principalmente para coroas de dentes anteriores e posteriores garantindo a naturalidade da restauração (SIRONA, 2015).



Figura 57 - CEREC Blocs PC



Fonte: Sirona, 2015.

Esses blocos possuem três tonalidades de saturações e cores diferentes, permitindo a translucidez e a intensidade de acordo com a necessidade do paciente. A empresa ainda indica esse tipo de bloco para facetas estéticas.

Em relação à escala de cores, as tonalidades Sirona CEREC adicionam a simplicidade do sistema VITA com a diversidade de cores do sistema 3D Master. Os tamanhos disponíveis dos CEREC Blocs são: 8, 10, 12 e 14 e ainda há três opções de saturação: translúcida, média e opaca. Para os CEREC Blocs policromáticos, os tamanhos são 12, 14 e 14/14, com as seguintes tonalidades: S2-PC, S3-PC e S4-PC.

Há, também, materiais de alto desempenho para o sistema InLab, comercialmente chamados de InCoris - coroas, pontes de cerâmica de óxido de zircônio, pilares de implantes personalizados, moldes fresados são produzidos a partir de blocos de polímero (SIRONA, 2015).

Figura 58- Blocos InCoris



Fonte: Sirona, 2015.

A marca Sirona conta ainda com uma linha destinada à Implantodontia,

realidade de fácil aplicação com o auxílio da CEREC Guide e Sirona CBCT. O CEREC Guide permite a instalação de implantes de maneira ágil e precisa em uma só consulta. A compatibilidade desse guia é de acordo com as principais marcas comerciais de implantes, como: Straumann, Biomet 3i, Nobel Biocare, Astra, dentre outros.

Os guias cirúrgicos produzidos pelo sistema CEREC poderão ser utilizados como guias unitários, como sistemas genéricos de encaixe ou como encaixes para sistemas cirúrgicos completos (SIRONA, 2015).

Figura 59 - Guia cirúrgico produzido através do CEREC Guide



Fonte: Sirona, 2015.

### 2.7.2 Materiais utilizados no sistema LAVA™

A marca LAVA™, da 3M ESPE, oferece como material CAD/CAM o *Ultimate CAD/CAM Restorative* - material com nanotecnologia cerâmica que oferece grande precisão nas suas restaurações com rapidez e agilidade.

Esse material é mais resistente que a cerâmica vítrea, resistindo a fissuras quando submetido à fresagem. O polimento adquirido com as restaurações elaboradas com esse material são de alto brilho, naturais e com alta qualidade. Em relação à escala de cores, a disponibilidade é de oito cores e duas opções de translucidez (alta e baixa) (3M ESPE, 2015).

Figura 60 - Blocos Lava™ *Ultimate CAD/CAM Restorative*



Fonte: 3M ESPE, 2015.

O fabricante indica o LAVA™ *Ultimate CAD/CAM Restorative* para restaurações *onlays*, *inlays* e veneers. Com o uso da nanotecnologia esse material possui propriedades como:

- Alta resistência à flexão, o que proporciona durabilidade para as restaurações posteriores;
- Menor desgaste do esmalte do dente antagonista do que a cerâmica vítrea;
- Permanência do polimento de longa duração.

O material ainda possui a flexibilidade de se adequar a outros sistemas CAD/CAM, além dos centros Lava™ *Milling Centers*, tais como: Straumann CARES®, CEREC®, E4D®, IOS Technologies' TS150™, Carestream CS3000, Roland DWX-50 e Roland DWX-4.

No dia 12 de junho de 2015, a 3M ESPE lançou uma nota em seu *website* informando que a indicação da confecção de coroas a partir do sistema Lava™ *Ultimate CAD/CAM Restorative* não estava coerente devido à taxa de insucesso na adesão das mesmas. Dessa forma, não cumpriam os padrões de excelência dos produtos da marca. Porém, a empresa enfatiza que as indicações de *onlay*, *inlay* e de veneers permanece com eficácia e, com novas instruções de uso indicadas no próprio *website* (3M ESPE, 2015).

### 2.7.3 Materiais utilizados no sistema ARCTICA®

O sistema CAD/CAM ARCTICA®, da empresa KaVo, oferece materiais diversificados e de amplo espectro para variadas indicações. A garantia de seis anos e a integração de outros fabricantes de renome poderão ser utilizados por esse sistema.

Os materiais fresados por esse sistema incluem:

- Titânio: com tamanho de 70 x 40 mm e com espessura de 12mm e 16 mm;
- Cerâmica Vítreo Reforçada: com o tamanho de 70 x 40 mm, e com espessura de 20 mm;
- Polimetilmetacrilato: com tamanho de 70 x 40 mm e com espessura de 20 mm;
- Zircônia/ Óxido de Zircônia: com tamanho de 70 x 40 mm e com espessura de 12, 16, 20 e 25 mm.

Um adaptador incluso no sistema permite a usinagem de blocos VITABLOCS.

Figura 61 - Blocos de cerâmica VITABLOCS



Fonte: KaVo, 2015.

As propriedades dos materiais citadas pelo fabricante incluem soluções protéticas individuais que contemplam requisitos estéticos, funcionais e econômicos. A precisão e a qualidade desenvolvidos com esse sistema unem o resultado da qualidade profissional com a excelência do trabalho.

A durabilidade e a estética são questões prioritárias nesses materiais, resultado da colaboração de diversificados fabricantes. De acordo com cada tipo de material e seu respectivo trabalho, o próprio sistema Kavo ARCTICA® define as diferentes espessuras de forma personalizada (KAVO, 2015).

### 2.7.4 Materiais utilizados no sistema Zirkozahn®

O sistema Zirkozahn® abrange diversificadas linhas de materiais fresáveis para CAD/CAM. Segundo o fabricante, são comercializados os seguintes tipos de materiais:

- Prettau® Anterior®: nova zircônia que apresenta a mesma transparência que o dissilicato de lítio. Recomendada para dentes anteriores, possui resistência à fratura em torno de 670 Mpa. É indicada para confecção de coroas unitárias, *inlays*, *onlays*, *veneers* e pontes de, no máximo, três elementos.

Figura 62 - Comparação entre Prettau® Anterior® e Zircônia Prettau®



Fonte: Zirkozahn, 2015.

- Prettau® Zircônia: possui uma alta translucidez, utilizada concomitantemente com uma técnica de coloração especializada que elimina a necessidade da cerâmica de verniz. Indicada para situações de espaço limitado.
- *Anatomic Coloured*: são blocos pré-coloridos comercializados em diferentes tonalidades. Indicado para coroas unitárias, *inlays*, *onlays*, *veneers* e pontes completas. Na escala de cores, possui cerca de 16 tonalidades de cores VITA.

Figura 63 - *Anatomic Coloured A2*



Fonte: Zirkozahn, 2015.

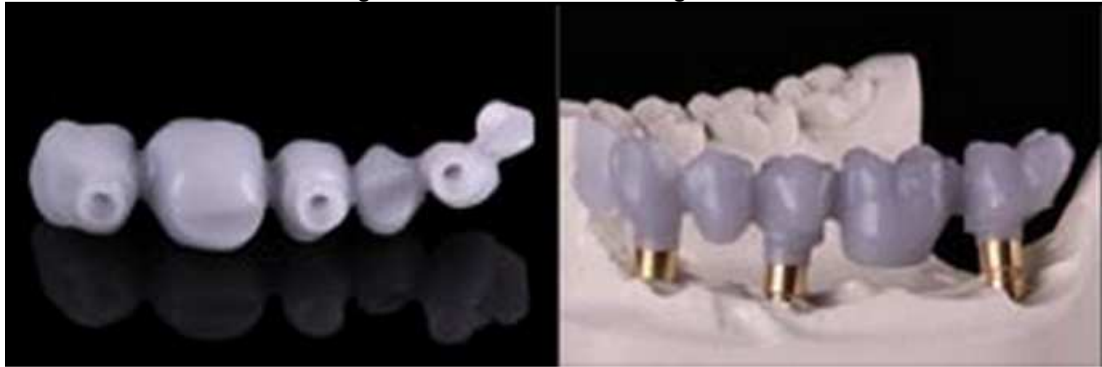
- *Ice Zirkon Translucent*: o óxido de zircônia é o material que possui maior resistência à fratura e à tenacidade existente na atualidade. O oferecido pela empresa possui a resistência de 1.400 Mpa. Permite a confecção de restaurações estéticas de qualidade, garantindo também adaptação e estabilidade.
- *Zirconia Creative*: material de zircônia que permite a fabricação de jóias, como anéis e pingentes. A coloração final é vista após a sinterização. Não é considerado um dispositivo odontológico.
- *Temp Basic*: material plástico flexível com diferentes tonalidades de cores.
- *Temp Premium*: material de resina utilizado para confecção de coroas individuais e pontes de mais elementos, como provisórios, a longo prazo.
- *Temp Premium Flexible*: material plástico flexível que possui qualidades superiores para a confecção de coroas unitárias, pontes com mais elementos e provisórios de maior duração.
- *Tecno Med e Tecno Med Mineral*: resinas de desempenho superior, pois possuem maior resistência e biocompatibilidade. São indicadas para restaurações permanentes, bem como para pacientes que possuem alergias.
- *Burnout*: resina calcinável para metal fundido ou para tecnologia por compressão. Não é um dispositivo odontológico.
- *Try-In*: material plástico para a elaboração do escaneamento e transferência para o programa CAD/CAM.

Figura 64 - *Try-In*

Fonte: Zirkonzahn, 2015.

- Cera: são utilizadas para a usinagem de coroas individuais, pontes de vários elementos e até estruturas de cerâmica prensada. A produção do enceramento diagnóstico é realizada com agilidade e precisão. Além disso, o material, quando queimado, não produz resíduos.

Figura 65 - Enceramento diagnóstico



Fonte: Zirkonzahn, 2015.

- *Sintermetall*: Sinter de metal para estruturas metálicas para recobrimento com cerâmica.
- *Chrom-Cobalt*: material rígido, porém elástico. Utilizado para a confecção de barras e estruturas metálicas que serão recobertas por cerâmica.
- *Titan*: blocos de titânio grau 5, utilizados para Implantodontia na produção personalizada de *abutments* com esse material.
- *Raw-Abutment®*: blocos pré-fabricados para a confecção de pilares individuais de titânio.
- *Titanium bases and accessories*: plataformas novas disponíveis em alturas diferentes, de acordo com o nível gengival desejado para o implante. As bases de titânio são banhadas a ouro, o que aumenta a sua biocompatibilidade. Além disso, o sombreamento dourado reduz a tonalidade acinzentada da restauração (ZIRKONZAHN, 2015).

## 2.8 Benefícios e limitações dos sistemas CAD/CAM

A automatização do planejamento e execução de elementos restauradores através dos sistemas CAD/CAM trouxe a garantia de economia e eficácia perante ao trabalho clínico. O desenvolvimento dos componentes desses sistemas, como

*softwares*, métodos de manufatura e novos conceitos, tiveram como resultado a diminuição dos custos do trabalho protético (FEUERSTEIN, 2007).

Etapas são eliminadas através do uso dos sistemas CAD/CAM, o que permite procedimentos restauradores em até uma sessão. A precisão dos ajustes e a maior durabilidade das peças são vantagens frente à técnica convencional (BEUER; SCHWEIGER; EDELHOFF, 2008).

Para Miyazaki et al. (2011), de uma forma geral pode-se resumir as vantagens dessa técnica em vários tópicos - todos com o objetivo principal de beneficiar o paciente:

- Uso de materiais novos e seguros;
- Trabalho reduzido;
- Potencial de redução de custo do tratamento;
- Controle de qualidade de restaurações;
- Estética agradável;
- Fabricação rápida da peça;
- Durabilidade mecânica;
- Previsibilidade.

Algumas limitações, como o custo, devem ser consideradas quanto ao uso do sistema CAD/CAM. Ele varia de acordo com as condições socioeconômicas de cada país. Em países desenvolvidos, onde a mão de obra tem alto custo, esse empreendimento é utilizado por fornecer redução de gastos com servidores e aumentar a capacidade de produção.

A estética exigida pelos pacientes é alcançada através de uma caracterização extrínseca da peça, dependendo, portanto, de procedimentos laboratoriais convencionais para essa individualização. Essa é outra limitação desses sistemas (HILGERT et al., 2009).



## **3 METODOLOGIA**

### **3.1 Tipo da pesquisa**

Este trabalho se concentrou em uma revisão bibliográfica sobre alguns sistemas CAD/CAM comercializados atualmente.

### **3.2 Seleção de material bibliográfico**

As palavras-chaves utilizadas para a busca de dados nas bases de pesquisa foram: Sistemas CAD/CAM, Sistema CEREC, Restaurações Cerâmicas, CAD/CAM odontologia, Dentistry CAD/CAM, Prosthetic CAD/CAM, *Ceramic Restorations* e *Dental prosthesis*;

Foram selecionados livros e artigos (nacionais e internacionais) publicados no período de 2005 até 2015, além de algumas informações de artigos clássicos a partir do ano de 2000. As publicações utilizadas foram nas línguas portuguesa e inglesa;

As bases de dados utilizadas para aquisição de artigos científicos foram as seguintes: SciELO, PubMed, GoPubMed, LILACS e Periódicos disponíveis no Portal da CAPES;

O uso de *websites* para as pesquisas sobre as diferentes marcas utilizadas neste trabalho foram de grande valia;

A pesquisa utilizou o livro “Aplicação dos sistemas CAD/CAM na odontologia restauradora”, de Fernando Esgaib Kayatt e Flávio Domingues das Neves, o qual foi essencial para a realização desse estudo.

## 4 DISCUSSÃO

Há muito tempo a ciência busca maneiras para suprir as deficiências existentes na clínica diária. Desde então, o avanço tecnológico voltado ao desenvolvimento de restaurações protéticas tem se tornado presente nos estudos científicos com o objetivo de aperfeiçoar as limitações de precisão e qualidade.

Estudos sobre a tecnologia dos sistemas CAD/CAM perpetuam desde 1929, porém, apenas a partir de 1980 é que os mesmos se direcionaram à área odontológica (MIYAZAKI et al., 2009).

Atualmente existem diversos sistemas que, através de métodos diversificados possuem a capacidade de projetar imagens em três dimensões a partir da digitalização de um modelo de gesso ou do próprio preparo dental intraoral. Os materiais dentários utilizados nesses sistemas, juntamente com as máquinas CAD/CAM, obtiveram um crescimento acentuado durante as duas últimas décadas (LIU, 2005; FASBINDER, 2012).

Sabe-se que, conceitualmente, CAD entende-se como a forma mais simples de designar os sistemas computacionais das áreas exatas, enquanto o termo CAM refere-se à produção da manufatura. O processo acontece com a transferência dos dados armazenados pelo CAD ao CAM, que expede os dados à máquina que fresará a peça. (KAYATT et al., 2013a).

*Onlays*, *inlays*, coroas fixas, próteses removíveis, próteses sobre implantes e subestruturas para próteses representam alguma das indicações que os sistemas CAD/CAM podem desenvolver de maneira rápida e precisa através do método de subtração, o mais utilizado para essas finalidades (BIDRA; TAYLOR; AGAR, 2013).

Nesta revisão de literatura alguns sistemas CAD/CAM foram selecionados para realizar comparações entre as diferentes máquinas de marcas comercializadas atualmente. Desta forma, optou-se pela escolha de aparelhos que continham maior divulgação comercial e científica.

Boeddinghaus et al. (2015) pesquisaram a precisão de restaurações dentárias digitalizadas através de dois escâneres intraorais, comparando-os entre si e também com o método convencional de fabricação. Os resultados obtidos equipararam os escâneres CEREC AC Omnicam (Sirona), 3M Lava True Definition e Heraeus Cara TRIOS no quesito adaptação marginal, mas constatou-se que foram superiores quando relacionados ao método tradicional.

Abdel-Azim et al. (2015) comparou a discrepância do *gap* marginal em coroas fabricadas através do sistema CAD/CAM com o uso da moldagem convencional e da digitalização com dois escâneres intraorais - Lava C.O.S e iTero. A pesquisa concluiu que não houve diferença significativa entre as digitalizações e a impressão convencional.

Tae-Jin Song et al. (2013) avaliaram a precisão marginal de próteses fixas de três elementos em zircônia fabricadas por duas marcas diferentes de sistema CAD/CAM- Everest (KaVo Dental GmbH, Biberach, Alemanha) e Lava (3M ESPE, Seefeld, Alemanha) e também um modelo adquirido pelo método convencional. O resultado evidenciou que o sistema Everest apresentou um *gap* marginal menor comparado aos outros grupos.

Nedelcu et al. (2014) afirmaram em seu estudo que os escâneres 3M Lava C.O.S, Cerec AC/ Bluecam e iTero possuem padrões de imagens semelhantes em relação ao desvio, enquanto o escâner E4D foi o que obteve os maiores desvios dentro de um padrão.

Somando aos artigos anteriores, Guth et al. (2013) compararam a digitalização a partir do escâner Lava *Chairside Oral* C.O.S, digitalização de impressões por poliéter e digitalização do modelo de gesso, onde puderam confirmar que o escaneamento direto foi o mais preciso, seguido pela impressão com poliéter e digitalização indireta.

O tempo de digitalização dos escâneres CEREC AC Bluecam, Lava *Chairside Oral Scanner* C.O.S e iTero foram calculados por Patzelt et al. (2014) e comparados a alguns materiais de moldagem. O resultado adquirido com a pesquisa demonstrou que a digitalização intraoral é 23 minutos mais rápida que a moldagem convencional, e o escâner CEREC AC Bluecam foi superior ao menor tempo em relação aos outros escâneres abordados na pesquisa.

Suárez et al. (2015) estudou a resistência à fratura de duas marcas de sistemas CAD/CAM- Lava e Procera. A pesquisa evidenciou que não houveram diferenças significativas entre os grupos mencionados. Em relação às alterações no revestimento da peça fresada, o grupo Lava foi o que adquiriu o maior valor de resistência.

Em relação à resistência à fratura, Taek-Ka Kwon et al. (2013) avaliaram o desempenho de duas empresas que comercializam sistemas CAD/CAM: Lava e Digident. A máquina da marca Digident alcançou melhores resultados referentes à

resistência à fratura do que a coroa confeccionada pelo sistema Lava. As coroas fresadas pelo sistema Lava apresentaram fraturas completas da cerâmica e do núcleo, enquanto que as usinadas pelo sistema Digident à fratura se estendeu apenas na cerâmica.

Baseando-se na revisão de literatura, observa-se que os sistemas CAD/CAM favorecem os procedimentos restauradores principalmente nas questões de precisão e agilidade, reduzindo as consultas em até uma sessão. O ajuste clínico com exatidão e a durabilidade dos materiais utilizados pelos sistemas são algumas das vantagens dessa nova tecnologia, sendo individuais para cada marca comercial (BEUER; SCHWEIGER; EDELHOFF, 2008).

Os autores salientam ainda que algumas limitações são existentes dentro desse sistema. O principal fator de desvantagem deve-se ao empreendimento ser de alto custo e também à questão estética, que em determinadas situações necessita de caracterização extrínseca de forma laboratorial para sua personalização (HILGERT et al., 2009).

Dentre os estudos analisados na literatura, ressalta-se que os sistemas CAD/CAM fornecem benefícios inerentes na execução das reabilitações orais, pois permitem a economia e a eficácia do trabalho do profissional. O seu desenvolvimento contínuo resulta na diminuição dos custos laboratoriais e, sobretudo, na inclusão da tecnologia dentro da área odontológica (FEUERSTEIN, 2007).

## 5 CONCLUSÃO

De acordo com os trabalhos consultados e coletados na revisão de literatura, pode-se concluir que:

- Conforme os estudos, a grande maioria dos autores informa que não há diferenças significativas entre os escâneres intraorais pesquisados. Seus resultados não apresentam interferência na qualidade do trabalho restaurador;

- Há contradições no que diz respeito ao uso dos sistemas CAD/CAM devido a algumas desvantagens. Porém, cada vez mais mostra-se como uma alternativa válida. Estudos mais aprofundados são necessários para uma abrangência clínica viável, pois, como apresentado, o seu alto custo ainda representa um índice relevante nas pesquisas;

- O desenvolvimento acelerado e em larga escala de novas máquinas CAD/CAM pelas indústrias resulta na carência de artigos científicos que comparem as máquinas e os escâneres de laboratório atuais entre si;

- As propriedades das diferentes máquinas são individuais, assim como suas propostas. Portanto, é essencial que o profissional delimite seus objetivos para selecionar o sistema CAD/CAM ideal para o seu empreendimento;

- Os sistemas CAD/CAM possuem muitos pontos positivos e seu uso nos procedimentos já se tornou amplamente utilizado em países desenvolvidos pela evidência clínica e científica de sucesso.

- Apesar do amplo espectro que os sistemas CAD/CAM oferecem é imprescindível, o cuidado adequado perante as técnicas para preparos prótetos, assim como, a adequação do meio oral para um trabalho restaurador satisfatório;

- A ascendência nos estudos sobre os sistemas CAD/CAM e o desenvolvimento constante de novos equipamentos permitem o crescimento da Odontologia na área tecnológica, oferecendo o que há de mais atual para os pacientes, embora que, mais estudos clínicos são necessários para a sua prática diária.

## REFERÊNCIAS

- ABDEL-AZIM, T. et al. Comparison of the marginal fit of lithium disilicate crowns fabricated with CAD/CAM technology by using conventional impressions and two intraoral digital scanners. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, v. 114, n. 4, p. 1- 6, 2015.
- ALMASRI, R. et al. Volumetric Misfit in CAD/CAM and Cast Implant Frameworks: a university laboratory study. *Journal of Prosthodontics*, [S.l.], p. 1-8, 2011.
- BERNARDES, S. R. et al. *Tecnologia CAD/CAM aplicada a prótese dentária e sobre implantes: o que é, como funciona, vantagens e limitações*. Revisão crítica da literatura. [S.l.: s.n.], v. 6, n. 1, 2012.
- BEUER, F.; SCHWEIGER, J.; EDELHOFF, D. Fabricação automatizada de restaurações dentárias. In: BARATIERI, L. N. et al. *Soluções clínicas: fundamentos e técnicas*. Florianópolis: Ed. Ponto, 2008. p. 473-487.
- BIDRA, A. S.; TAYLOR, T. D.; AGAR, J. R. Computer-aided technology for fabricating complete dentures: systematic review of historical background, current status, and future perspectives. *The Journal of Prosthetic dentistry*, [S.l.], v. 109, n. 6, p. 361-366, 2013.
- BOEDDINGHAUS, M. et al. Accuracy of single-tooth restorations based on intraoral digital and conventional impressions in patients. *Clinical Oral Investigations*, [S.l.], 2015.
- CORREIA, A. R. M. et al. CAD-CAM: a informática a serviço da prótese fixa. *Revista Odontológica da UNESP*, v. 35, n. 2, p. 183-189, 2006.
- FASBINDER, Dennis. The CEREC system: 25 years of Chairside CAD/CAM Dentistry. *The Journal of the American Dental Association*, [S.l.], p. 1-3, 2012.
- FEUERSTEIN, Paul. New Changes in CAD/CAM: Part 2 Lab Systems. In: *Inside Dentistry*, [S.l.], v. 3, 2007.
- GÜTH, F. J. et al. Accuracy of digital models obtained by direct and indirect data capturing. *Clinical Oral Investigations*, v. 17, n. 5, p. 1201- 1208, 2013.
- HILGERT, L. A. et al. Odontologia restauradora com sistemas CAD/CAM: o estado atual da arte. Parte 3: materiais restauradores para sistemas CAD/CAM. *Clínica International Journal of Brazilian Dentistry*, [S.l.], v. 6, n. 1, p. 86-96, 2010.
- HILGERT, L. A. et al. Odontologia restauradora com sistemas CAD/CAM: o estado atual da arte. Parte 1 - Princípios de utilização. *Clínica International Journal of Brazilian Dentistry*, [S.l.], v. 5, p. 294-303, 2009.
- IRELAND, A. J. et al. 3D surface imaging in dentistry - what we are looking at. *British Dental Journal*, v. 205, n. 7, p. 387-392, 2008.

KAVO. Informações gerais sobre a marca. Disponível em: <www.kavo.com> Acesso em: 23 set. 2015.

KAYATT, F. E.; NEVES, F. D. das. Contextualização Histórica. In: \_\_\_\_\_. *Aplicação dos sistemas CAD/CAM na odontologia restauradora*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013(a). p. 1-12.

KAYATT, F. E. et al. O CAD Indireto ou CAD de Laboratório. In: KAYATT, Fernando E.; NEVES, Flávio D. das. *Aplicação dos sistemas CAD/CAM na odontologia restauradora*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013(b). p. 73-134.

KAYATT, F. E. et al. O CAD Direto ou CAD de Consultório ou CAD Intraoral. In: KAYATT, Fernando E.; NEVES, Flávio D. das. *Aplicação dos sistemas CAD/CAM na odontologia restauradora*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013(c). p. 135-215.

KAYATT, F. E. et al. O CAM. In: KAYATT, F. E.; NEVES, F. D. das. *Aplicação dos sistemas CAD/CAM na odontologia restauradora*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013(d). p. 217-233.

KWON, T-K. et al. Comparative fracture strenght analysis of Lava and Digident CAD/CAM zirconia ceramic crowns. *The Journal of Advanced Prosthodontics*, v. 5, n. 2, p. 92- 97, 2013.

LI, R. W.; CHOW, T. W.; MATINLINNA, J. P. Ceramic dental biomaterials and CAD/CAM technology: state of the art. *Journal of Prosthodontic Research*, v. 58, n. 4, p. 208-216, 2014.

LIU, Pern-Ru. Panorama of dental CAD/CAM restorative systems. In: *Compendium Continuing Education Dental*, v. 26, n. 7, p. 507-512, 2005.

MEER, J. W. et al. Application of Intra-Oral Dental Scanners in the Digital Workflow of Implantology. *Plos One*, v. 7, n. 8, p. 1- 8, 2012.

MIYAZAKI, T.; HOTTA, Y. CAD/CAM systems available for the fabrication of crown and bridge restorations. 56. suppl. *Australian Dental Journal*, v.1, p. 97-106, 2011.

MIYAZAKI, T. et al. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dental Materials Journal*, v. 28, n. 1, p. 44–56, 2009.

MÖRMANN, Werner. The evolution of the CEREC system. *Journal of the American Dental Association*, v. 137, n. 9, p. 7-13, 2006.

MÖRMANN, Werner. The origin of the Cerec method: a personal review of the first 5 years. *International Journal of Computerized Dentistry*, v. 7, n. 1, p. 11-24, 2004.

MÖRMANN, W. H.; BINDL, A. The Cerec 3 – A quantum leap for computer-aided restorations: Initial clinical results. *Quintessence International*, v. 31, n. 10, p. 699-712, 2000.

NEDELCO, G. R. et al. Scanning accuracy and precision in 4 intraoral scanners: an in vitro comparison based on 3-dimensional analysis. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, v. 112, n. 6, p. 1462-1471, 2014.

NOORT, R. V. The Future of Devices Dental is Digital. *Dental Materials Journal*, v. 28, n. 1, p. 3-12, 2012.

PATZELT M. B. S et al. The time efficiency of intraoral scanners. *The Journal of the American Dental Association*, v. 145, n. 6, p. 542- 551, 2014.

POLIDO, Waldemar Daudt. Moldagens digitais e manuseio de modelos digitais: o futuro da Odontologia. *Dental Press Journal of Orthodontics*, v. 15, n. 15, p. 1-5, 2010.

POTICNY, D. J.; KLIM, J. CAD/CAM in office technology: Innovations after 25 years for predictable, esthetic outcomes, *Journal of the American Dental Association*, v. 141, p. 5s-9s, 2010.

SILVA, J. P. L. et al. Materiais Utilizados nos Sistemas CAD/CAM. In: KAYATT, Fernando E. NEVES, Flávio D. *Aplicação dos sistemas CAD/CAM na odontologia restauradora*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. p. 235-253.

SIRONA. Informações gerais sobre a marca. Disponível em: <<http://www.sirona.com.br>>. Acesso em: 06 mai. 2015.

SUÁREZ, L. C. et al. Fracture resistance and failure mode of posterior fixed dental prosthesis fabricated with two zirconia CAD/CAM systems. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, v. 7, n. 2, p. 250- 253, 2015.

SONG, T-J. et al. Marginal fit of anterior 3-unit fixed partial zircônia restorations using different CAD/CAM systems. *The Journal of Advanced Prosthodontics*, v. 5, n. 3, p. 219- 225, 2013.

ZIRKONZAHN. Informações gerais sobre a marca. Disponível em: <[www.zirkonzahn.com](http://www.zirkonzahn.com)> Acesso em: 23 set. 2015.

3M ESPE. Informações gerais sobre a marca. Disponível em: <[solutions.3m.co.k](http://solutions.3m.co.k)> Acesso em: 25 set. 2015.

3M ESPE. Informações gerais sobre a marca. Disponível em: <[www.3m.com.br](http://www.3m.com.br)> Acesso em: 25 set. 2015.

3M ESPE. Informações gerais sobre a marca. Disponível em:<<http://www.3m.com>> Acesso em: 25 set. 2015.