

**FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

**Avanços em cirurgia guiada e no planejamento virtual**

**BELO HORIZONTE**

**2015**

**VINICIUS SILVEIRA NOGUEIRA REIS**

**Avanços em cirurgia guiada e no planejamento virtual**

Monografia apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do grau de especialista em Implantodontia.

Orientador: Prof.Dr. Leonardo de Castro Martins

**Faculdade de Odontologia – UFMG**

**Belo Horizonte**

**2015**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, por me acompanhar ao longo da caminhada.

Aos meus amados pais, Maurício e Júnia, pelo apoio e incentivo.

À minha namorada Izabella pela compreensão frente aos momentos ausente.

Aos professores pelos ensinamentos.

A todos os funcionários que tanto contribuem para o andamento do curso Rosa, Geralda e Vanessa.

Aos colegas do curso de especialização pela amizade.

Aos pacientes pela paciência e confiança.

*“Seja você quem for, seja qual for a posição social que você tenha na vida, a mais alta ou a mais baixa, tenha sempre como meta muita força, muita determinação e sempre faça tudo com muito amor e com muita fé em Deus, que um dia você chega lá. De alguma maneira você chega lá.”*

Ayrton Senna

## RESUMO

Hoje em dia, encontra-se disponível uma literatura crescente sobre implantodontia assistida por computador. Os estudos relatam a respeito da precisão no posicionamento dos implantes, comparando as posições planejadas virtualmente com as posições reais obtidas e demonstrando os resultados clínicos das diferentes técnicas. Como muitas dessas técnicas já estão disponíveis na prática clínica ou encontram-se no caminho de se firmar como opções de tratamento rotineiras, é de grande importância analisar os diferentes sistemas atualmente disponíveis, discutindo as possibilidades e limitações da implantodontia assistida por computador e suas aplicações clínicas. Dessa forma, o objetivo desse estudo foi avaliar a literatura científica com relação à precisão, efetividade e ao desempenho clínico de diferentes aplicações de tecnologia de informática na implantodontia, procurando entender os diferentes sistemas tecnológicos utilizados e avaliar as diferentes técnicas de cirurgias assistidas estáticas e dinâmicas.

**Palavras-chave:** tecnologias assistidas por computador; implantodontia.

## **ABSTRACT**

Nowadays, there is an increasing literature available on computer-assisted implant. Studies report regarding the accuracy in the positioning of implants, comparing the positions planned virtually with the actual positions obtained and demonstrating the clinical results of techniques. As many of these techniques are now available in clinical practice or are on the way to establish itself as routine treatment options, it is important to analyze the different systems available today, discussing the possibilities and limitations of assisted implant computer and its clinical applications. Thus, the aim of this study was to evaluate the scientific literature as to the accuracy, effectiveness and clinical performance of different information technology applications in implantology, trying to understand the different technological systems used and evaluate the different static and dynamic assisted surgery techniques.

**Keywords:** computer-assisted implant technology, implant systems.

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

DTM – Disfunção Temporomandibular

FC – Feixe cônico

MDF – Modelagem por Deposição Fundida

MJM – Modelagem por Jato Múltiplo

SLS – Sinterização Seletiva a Laser

TC – Tomografia computadorizada

UV – Ultravioleta

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Unidades Hounsfield/Tecido .....	27
Tabela 2- Comparação entre a TC tradicional e TC de feixe cônico .....	29



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: (A) Guia radiográfico com dentes radiopacos; (B) Guia radiográfico com marcações de gutta-percha. Fonte: VERCRUYSSSEN *et al.*, 2014.....32
- Figura 2: Exemplo de protocolo de duplo escaneamento. Fonte: VERCRUYSSSEN *et al.*, 2014 .....33
- Figura 3: (A) Exemplo de modelo tridimensional em software de planejamento para estruturas ósseas; (B) Exemplo de um modelo tridimensional integrado e guia radiográfico em software de planejamento. Fonte: VERCRUYSSSEN *et al.*, 2014.....33
- Figura 4: Paciente com guia radiográfico e índice posicionados na boca. Fonte: VERCRUYSSSEN *et al.*, 2014. ....34
- Figura 5: (A) Guia final com suportes que são manualmente removíveis; (B) Guia cirúrgico completamente desenvolvido. Fonte: VERCRUYSSSEN *et al.*, 2014. ....35
- Figura 6: Chave de broca com a broca chave na guia, de forma que esta se move através da chave. Fonte: VERCRUYSSSEN *et al.*, 2014. ....35
- Figura 7: A chave de broca colocada na manga de guia para guiar a broca. Fonte: VERCRUYSSSEN *et al.*, 2014. ....36
- Figura 8: (A) A prótese de estudo é criada sobre um modelo de diagnóstico, o qual representa a prótese restauradora final; (B) Duplicação da prótese-estudo em resina acrílica. O Cubo-X é ligado a prótese de escaneamento, de modo que quando a prótese vai à boca, o cubo fica fora e em frente aos lábios; (C) Software de planejamento de implantes em uma visão tridimensional e em três planos: axial, tangencial e perpendicular; (D) A prótese de digitalização está firmemente ligada à uma furadeira, colocando a resina sobre um dispositivo e passando por duas hastes metálicas através os dois tubos de titânio; (E) A prótese de digitalização é perfurada de acordo com a posição do implante planejada por uma máquina de perfuração; (F)

Para o procedimento cirúrgico o cubo é removido e a prótese de digitalização torna-se o guia cirúrgico; (G) Para os pacientes totalmente desdentados, o guia é fixado no osso com parafusos de fixação para evitar o movimento da guia; (H) A perfuração é realizada usando chaves de broca subsequentes e com diâmetro crescente. Fonte: VERCRUYSSSEN *et al.*, 2014. ....38

Figura 9: Sistema de navegação cirúrgico de orientação dinâmica. (A) Workstation, interface gráfica do usuário e câmera estereoscópica; (B) Broca cirúrgica com acompanhamento dos demais elementos; (C) referencial dinâmico montado numa dentadura. Fonte: VERCRUYSSSEN *et al.*, 2014. ....40

Figura 10: Imagem de inscrição do paciente. (A) Registo marcador de osso; (B) Quadro de registo externo. Fonte: VERCRUYSSSEN *et al.*, 2014.....42

Figura 11: Orientação dinâmica. (A) Simulando cirurgia de implante em um manequim. Para orientação, o cirurgião tem de olhar para o sistema de navegação; (B) Vista indicando a localização, angulações e profundidade de perfuração; (C) Broca cirúrgica rastreada dinamicamente pela movimentação da mão. Fonte: VERCRUYSSSEN *et al.*, 2014. ....43

Figura 12: Plataforma para registo e navegação. Fonte: VERCRUYSSSEN *et al.*, 2014. ....45

Figura 13: Método 1: (A) posicionamento direto dos tubos sobre os modelos de gesso (B) fixação a um guia pré-fabricado. Fonte: VERCRUYSSSEN *et al.*, 2014.....46

Figura 14: Método 2: (A) posicionamento indireto dos tubos sobre os modelos de gesso (B) fixação ao guia. Fonte: VERCRUYSSSEN *et al.*, 2014.....46

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
2.1 Objetivo Geral .....	14
2.2 Objetivos Específicos .....	14
<b>3 MÉTODOS</b> .....	<b>15</b>
<b>4 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>16</b>
<b>4.1 Tomografias</b> .....	<b>16</b>
4.1.1 Aspectos históricos .....	16
4.1.2 A evolução da tomografia computadorizada na Odontologia .....	19
<b>4.2 Prototipagem</b> .....	<b>22</b>
4.2.1 Tecnologias de prototipagem .....	24
4.2.2 Estereolitografia .....	25
4.2.3 3D Printing .....	25
4.2.4 Sinterização seletiva a laser (SLS) .....	26
4.2.5 Modelagem por Deposição fundida (MDF) .....	27
4.2.6 Modelagem por jato múltiplo (MJM) .....	28
4.2.7 PolyJet .....	28
<b>4.3 O Sistema CAD/CAM</b> .....	<b>29</b>
<b>4.4 Softwares/Hardwares</b> .....	<b>30</b>
<b>4.5 Cirurgias Guiadas em Implantodontia</b> .....	<b>30</b>
4.5.1 Guias Cirúrgicos Estáticos .....	31
4.5.1.1 Guias produzidos por estereolitografia .....	32
4.5.1.2 Técnicas de Laboratório .....	37
4.5.2 Técnicas Dinâmicas ou Sistemas de Navegação .....	39
4.5.2.1 Tecnologia de Rastreamento .....	39
4.5.2.2 Registro paciente-imagem .....	40
4.5.2.3 Navegação Cirúrgica .....	43
4.5.2.4 Fabricação de guia cirúrgico usando sistema de navegação .....	44
<b>4.6 Indicações e Propósitos da Cirurgia Auxiliada por Computador</b> .....	<b>46</b>
<b>4.7 Evidências Científicas</b> .....	<b>47</b>
4.7.1 Técnicas dinâmicas .....	47
4.7.2 Técnicas estáticas .....	48
<b>5 DISCUSSÃO</b> .....	<b>53</b>
5.1 Tomografia Computadorizada .....	53
5.2 Prototipagem Rápida .....	53
5.3 Técnicas Dinâmicas .....	53
5.4 Técnicas Estáticas .....	54
5.5 Técnicas Estáticas Versus Técnicas Dinâmicas .....	56
<b>6. CONCLUSÃO</b> .....	<b>58</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>59</b>