

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
ODONTOLÓGICAS**

**Leandro José Corrêa Harb**

**AVALIAÇÃO DA ZONA DE RISCO DA RAIZ MESIAL DE MOLARES  
INFERIORES ATRAVÉS DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA  
MULTISLICE COM BAIXA DOSE DE RADIAÇÃO**

**Santa Maria, RS  
2016**

**Leandro José Corrêa Harb**

**AVALIAÇÃO DA ZONA DE RISCO DA RAIZ MESIAL DE MOLARES INFERIORES  
ATRAVÉS DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA MULTISLICE COM BAIXA  
DOSE DE RADIAÇÃO**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, Área de Concentração em Odontologia, Ênfase em Endodontia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Doutor em Ciências Odontológicas**.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alexandre Souza Bier

Santa Maria, RS

2016

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Harb, Leandro José Corrêa  
Avaliação da zona de risco da raiz mesial de molares inferiores através de tomografia computadorizada multislice com baixa dose de radiação / Leandro José Corrêa Harb.-2016.  
44 p.; 30cm

Orientador: Carlos Alexandre Souza Bier  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, RS, 2016


1. Tomografia computadorizada multislice 2. Baixa dose de radiação 3. Imagem tridimensional 4. Tomografia computadorizada multidetector 5. Dente molar inferior  
I. Bier, Carlos Alexandre Souza II. Título.

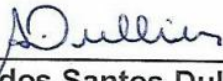
Leandro José Corrêa Harb

**AVALIAÇÃO DA ZONA DE RISCO DA RAIZ MESIAL DE MOLARES INFERIORES  
ATRAVÉS DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA MULTISLICE COM BAIXA  
DOSE DE RADIAÇÃO**

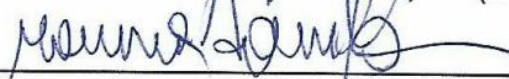
Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, Área de Concentração em Odontologia, Ênfase em Endodontia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Doutor em Ciências Odontológicas**.

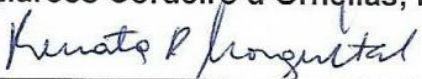
**Aprovado em 30 de abril de 2016:**

  
\_\_\_\_\_  
**Carlos Alexandre Souza Bier, Dr. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)

  
\_\_\_\_\_  
**Angela Isabel dos Santos Dullius, Dra. (UFSM)**

  
\_\_\_\_\_  
**Eduardo Antunes Bortoluzzi, Dr. (UFSC)**

  
\_\_\_\_\_  
**Marcos Cordeiro d'Ornellas, Dr. (UFSM)**

  
\_\_\_\_\_  
**Renata Dornelles Morgental, Dra. (UFPEL)**

Santa Maria, RS  
2016

## AGRADECIMENTOS

*Inicialmente agradeço a Deus, o responsável pela existência de todos e de tudo, proporcionando saúde a todos em seguir suas próprias caminhadas.*

*Este trabalho foi realizado com a colaboração de várias pessoas, que dedicaram algum momento de seu tempo para isto. Agradeço a todos aqueles que contribuíram de alguma forma para a finalização deste trabalho, e em especial agradeço:*

*- aos meus Pais, meus exemplos à formação de minha personalidade! Apesar da falta terrena de minha Mãe, tenho certeza que está sempre ao meu lado! A ti Pai, obrigado por ser esta pessoa correta, sincera e principalmente com muita força interior para enfrentar o que a vida lhe ofereceu. Amo vocês! Não poderia deixar de agradecer a Lucy, pelo convívio com meu Pai por muitos anos, sempre se dedicando a ele com muito carinho e amor, e que tenho certeza, torce pelo meu sucesso.*

*- às minhas Filhas, Laís, Lara, Larissa e Letícia (enteada), pelo apoio dado nestes anos de minha dedicação ao curso de pós-graduação; obrigado pela colaboração de todas e torcida na finalização deste trabalho! Amo vocês!*

*- à minha Esposa Cristiane, que pela sua sinceridade, otimismo e cumplicidade, além de seu senso de organização, sempre me incentiva em qualquer momento de insegurança ou ansiedade que possa existir. E pela compreensão e paciência durante a “nossa gravidez” da Larissa, bem como no primeiro ano de sua vida, onde estive em alguns momentos ausente nas obrigações domiciliares em virtude da elaboração desta Tese. Amo você!*

*- aos Familiares de minha esposa, “Neca”, Tios “Pança” e “Nenê”, Loan e Mahê e família, bem como meu Irmão Claudio e sua família, pela torcida!*

*- aos amigos Réges e Neida, pelo carinho e torcida pelo meu sucesso; sei da sinceridade de suas amizades!*

*- ao colega de Departamento desta Universidade, hoje aposentado, Sabú, responsável também por este momento. Sempre me incentivou no ingresso ao doutorado. Um dos colegas que assumiram meus encargos didáticos durante meu afastamento parcial na UFSM. Sempre um ombro amigo nos momentos difíceis; sei de sua alegria neste momento. Obrigado!*

- ao colega de Departamento desta Universidade, Dorival, que da mesma forma ficou com outros encargos didáticos durante meu afastamento parcial na UFSM. Obrigado por seus conselhos durante essa minha etapa profissional!

- ao meu orientador, Carlos Bier, por aceitar me orientar e compartilhar seus conhecimentos comigo, contribuindo no meu crescimento profissional!

- à mestre e cirurgiã-dentista, Flávia Marchezan, pela sua disponibilidade quando solicitada na colaboração deste trabalho, mesmo durante a sua finalização de seu mestrado!

- à colega desta Universidade e grande colaboradora deste trabalho, Márcia Schmitz, sempre sincera e objetiva nas suas colocações e disponível em contribuir de forma pertinente com seu conhecimento específico da área. Meu muito obrigado!

- à colega desta Universidade Ângela Dullius, por sua colaboração nas análises estatísticas deste trabalho!

- ao colega desta Universidade Gustavo Dotto, pelas colocações específicas para qualificar mais este trabalho!

- à colega desta Universidade Roselaine Pozzobon, pelo apoio dado logo no início desta caminhada no curso de pós-graduação!

- à colega desta Universidade Katia Braun, pelas palavras de otimismo e colaboração com suas sugestões neste trabalho!

- ao Programa de Pós-graduação em Ciências odontológicas da UFSM, em oferecer um curso com qualidade e gratuito, representado pelos professores, colegas e secretaria. Aos professores pelas suas disponibilidades e competências, sempre incentivando seus alunos a crescerem culturalmente. Aos meus colegas, pela amizade, convívio e troca de conhecimentos. À colega Catina, pela revisão detalhada desta tese para a formatação na MDT/UFSM. À secretaria, representada pela Jéssica, sempre ágil nas suas atribuições.

- ao Departamento de Morfologia desta Universidade, onde ministro meus encargos didáticos, representado aqui pela sua chefia e seu colegiado, bem como pelo grupo de professores da anatomia humana, que permitiram a realização deste doutorado.

Enfim, a todos aqueles que fazem parte de meu convívio, e que de alguma forma ajudaram como puderam.

Muito obrigado a todos!

## RESUMO

# AVALIAÇÃO DA ZONA DE RISCO DA RAIZ MESIAL DE MOLARES INFERIORES ATRAVÉS DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA MULTISLICE COM BAIXA DOSE DE RADIAÇÃO

AUTOR: Leandro José Corrêa Harb  
ORIENTADOR: Carlos Alexandre Souza Bier

A raiz mesial de molares inferiores (MI) da dentição permanente apresenta achatamento méso-distal acentuado e, na região próxima à furca, uma concavidade maior em sua superfície distal, determinando a chamada zona de risco (ZR). Esta é passível de perfuração em forma de rasgo nos preparos endodônticos. Diversas metodologias apresentadas na literatura são utilizadas para medir esta ZR. A tomografia computadorizada *multislice* (TCMS) permite uma avaliação através de reconstruções 3D com doses elevadas de radiação. Até o momento, nenhum estudo analisou a ZR de MI através da TCMS com baixa dose de radiação. Este estudo avaliou, *in vitro*, as menores medidas da ZR da raiz mesial de MI nos níveis 1 a 5 milímetros da furca, com intervalo de 1 milímetro entre eles, utilizando reconstruções 3D obtidas através de TCMS com baixa dose de radiação (protocolo *DentalCT-CTdBem*). Trinta e três MI extraídos de humanos foram usados, escaneados em tomógrafo com posterior aquisição de imagem 3D de cada dente através de software específico, no qual foram realizadas as medidas. As médias das menores medidas em milímetros em cada nível foram (primeiro valor da parede radicular do canal méso-vestibular e o segundo do canal méso-lingual): nível 1 - N1 (0,79 e 0,83), N2 (0,75 e 0,76), N3 (0,72 e 0,73), N4 (0,75 e 0,74) e N5 (0,82 e 0,73). Pelo Teste de Friedman ( $p < 0,003$ ), foi confirmado que houve diferença na espessura radicular entre os 5 níveis somente da parede radicular do canal méso-lingual. Pelo Teste de Wilcoxon, foi confirmado que a mensuração no N1 apresentou significativamente maior medida que nos restantes 4 níveis ( $p < 0,014$ ). Concluiu-se que as reconstruções 3D obtidas através de TCMS com baixa dose de radiação foram adequadas para a aquisição das imagens virtuais, assim como as análises da ZR da raiz mesial de MI, através de programa específico, que foram realizadas de maneira eficiente e automatizada, sem erro de demarcação dos limites dentais mensuráveis, sendo passível para estudos *in vivo* e *in vitro*. Os resultados obtidos neste estudo estão de acordo com a literatura atual.

**Palavras-chave:** Tomografia. Tomografia Computadorizada Multidetector. Imagem Tridimensional. Dente Molar.

## ABSTRACT

# EVALUATION OF DANGER ZONE OF MESIAL ROOT IN MANDIBULAR MOLARS BY MULTISLICE COMPUTED TOMOGRAPHY WITH LOW RADIATION DOSE

AUTHOR: Leandro José Corrêa Harb  
ADVISOR: Carlos Alexandre Souza Bier

The mesial root of Mandibular Molars (MM) of the permanent dentition shows marked mesial-distal flattening and, near to furcation region, a major concavity on its distal surface, determining the so called danger zone (DZ). This is liable to strip perforation on endodontic preparation. Several methodologies reported in literature are used to measure the DZ. The multislice computed tomography (MSCT) allows an evaluation through the 3D reconstruction with high doses of radiations. Until now, no study has analyzed the DZ of MM through the MSCT with low radiation dose. This study evaluated, *in vitro*, the smaller measure of DZ in the mesial root of MI at levels 1 to 5 millimeters of furcation, with an interval of 1 millimeter between them, using 3D reconstructions obtained by MSCT with low radiation dose (DentalCT protocol - CTdBem). Thirty three MM extracted of humans were used, scanned in CT scanner with subsequently acquisition of 3D image of each tooth through specific software, in which the measures were made. The averages of the smallest measures in millimeters in each level were (first value of the root wall of the mesiobuccal canal) and the second mesiolingual canal): level 1 - N1 (0,79 and 0,83), N2 (0,75 and 0,76), N3 (0,72 and 0,73), N4 (0,75 and 0,74) and N5 (0,82 and 0,73). By the Friedman test ( $p < 0.003$ ), it was confirmed significant difference in root thickness between the 5 levels only for the root wall of mesiolingual canal. By Wilcoxon Test, it was confirmed that the measurement at N1 presented significantly thicker measure than in the remainder 4 levels ( $p < 0,014$ ). In conclusion, 3D reconstructions obtained by MSCT with low radiation dose were proper to the acquisition of virtual images, as well as the analysis of DZ in mesial roots of MM, through a specific program, which were carried out in an efficient and automated way, with no error of demarcation of dental measurable limits, being liable to *in vivo* and *in vitro* studies. The results obtained in this study are in accord with the current literature.

**Keywords:** Tomography. Multidetector Computed Tomography. Three-dimensional Imaging. Molar.



## LISTAS DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mensuração da distância méso-distal da coroa dental através do paquímetro digital .....	19
Figura 2 - Mensuração da distância méso-distal da coroa dental por reconstruções 3D obtidas por meio da TCMS através do programa Netfabb Basic 5.1.0 .....	20
Figura 3 - Dois suportes com as amostras .....	21
Figura 4 - Três suportes em linha, prontos a serem escaneados .....	22
Figura 5 - Esquema da aquisição de imagens .....	22
Figura 6 - Reposição virtual do dente pelas ferramentas <i>perspectives</i> do programa .....	23
Figura 7 - Visualização da extensão vestibulo-lingual da furca por movimento do plano Z (plano de fundo azul nas imagens) com intervalos de 0,1 mm através da ferramenta <i>perspective bottom</i> .....	24
Figura 8 - Amostra número 4 com os 5 níveis de cortes realizados .....	25
Figura 9 - Segmentos radiculares nos 5 níveis .....	25
Figura 10 - Mensurações da ZR do segmento radicular no nível 1.....	26
Figura 11 - Forma dos canais nos segmentos radiculares para registro das medidas .....	26
Figura 12 - Ilustração dos movimentos do plano X do programa .....	27
Figura 13 - Mensuração da distância méso-distal da coroa dental pelo programa .	28
Figura 14 - Nível de corte do plano Z para determinar a abertura mais apical de um dos canais mesiais na câmara coronária .....	29

## LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 - Valores médios da ZR da raiz mesial de MI por diversas metodologias .....	16
Tabela 2 - Distribuição dos canais em cada nível radicular da raiz mesial pelo número de dentes e segmentos radiculares .....	30
Tabela 3 - Valores em milímetros e desvio padrão ( ) das Medidas da ZR da amostra .....	30

## LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2D	Bidimensional
3D	Tridimensional
$\mu$ TC	Micro Tomografia Computadorizada
mAs	Miliamperes por segundo
mA	Miliampere
MI	Molar Inferior da Dentição Permanente
mm	Milímetros
N1	Nível de corte radicular 1 milímetro abaixo da furca
N2	Nível de corte radicular 2 milímetros abaixo da furca
N3	Nível de corte radicular 3 milímetros abaixo da furca
N4	Nível de corte radicular 4 milímetros abaixo da furca
N5	Nível de corte radicular 5 milímetros abaixo da furca
NF	Nível de corte radicular na furca
TCCB	Tomografia Computadorizada <i>Cone Beam</i>
TCMS	Tomografia Computadorizada <i>Multislice</i>
TE	Tempo de escaneamento
ZR	Zona de Risco

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>19</b>
3.1	CÁLCULO AMOSTRAL .....	19
3.2	CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO .....	20
3.3	DESINFECÇÃO DA AMOSTRA .....	20
3.4	ESCANEAMENTO DAS AMOSTRAS EM TCMS .....	21
<b>3.4.1</b>	<b>Configurações do tomógrafo</b> .....	<b>21</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Suporte das amostras a serem escaneadas</b> .....	<b>21</b>
3.5	AQUISIÇÃO DAS IMAGENS DA TCMS .....	22
3.6	USO DO PROGRAMA NETFABB BASIC 5.1.0 .....	23
<b>3.6.1</b>	<b>Reposição virtual de cada dente</b> .....	<b>23</b>
<b>3.6.2</b>	<b>Seleção do nível de corte na furca</b> .....	<b>24</b>
<b>3.6.3</b>	<b>Seleção dos 5 níveis de cortes radiculares</b> .....	<b>24</b>
<b>3.6.4</b>	<b>Mensurações da ZR</b> .....	<b>25</b>
3.6.4.1	<i>Validação das mensurações da ZR</i> .....	27
3.7	DETERMINAÇÃO DOS COMPRIMENTOS LINEARES DE UM DOS CANAIIS MESIAIS PARA FORMAÇÃO DOS TERCIS .....	28
3.8	ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	29
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>30</b>
4.1	RESULTADOS .....	30
4.2	DISCUSSÃO .....	31
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>37</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>38</b>
	<b>ANEXO A - PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA</b> .....	<b>41</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A morfologia interna dos canais radiculares ainda é o principal desafio durante a realização do preparo químico-mecânico do canal radicular. O conhecimento sobre a anatomia interna associado ao exame por imagem visa desenvolver um preparo com menor diâmetro apical e conicidade crescente em direção cervical, sem alterar a posição original do forame apical (SHILDER, 1974; PÉCORRA et al., 2005; SCHMITZ et al., 2008).

As raízes dos molares inferiores da dentição permanente (MI) são achatadas no sentido méso-distal (BOWER, 1979). Aproximadamente a dois milímetros (mm) da furca, a raiz mesial apresenta uma concavidade maior em sua superfície distal, (BOWER, 1979; BERUTTI e FEDON, 1992; DWIVEDI et al., 2014) chamada de Zona de Risco (ZR) (ABOU-RASS et al., 1980), tornando seus canais mais próximos da parede radicular distal (BOWER, 1979; DWIVEDI et al., 2014).

Vários estudos analisaram a ZR da raiz mesial de MI usando diversas metodologias na medição da sua menor espessura. A maioria deles considerou a furca como referência de nível para o corte radicular (KESSLER et al., 1983; MONTGOMERY, 1985; McCANN et al., 1990; BERUTI e FEDON, 1992; ISOM et al., 1995; GARALA et al., 2003; GARCIA FILHO et al., 2003; Wu et al., 2005; SAUÁIA et al., 2010; DWIVEDI et al., 2014; FLORES et al., 2014). Outros consideraram o ápice radicular (ZUCKERMAN et al., 2003; AKHLAGHI et al., 2010; HARRIS et al., 2013), ou o nível da abertura dos canais mesiais na câmara coronária (MAHRAN e ABOEL-FOTOUH, 2008; TABRIZIZADEH et al., 2010).

As radiografias intraorais e panorâmicas produzem imagens bidimensionais (2D) (SCARFE *et al*, 2009; SUOMALAINEN et al., 2009), que podem dificultar as análises da estrutura dental, principalmente devido às características e variações de sua anatomia interna. Já a tomografia possibilita a avaliação da anatomia dental através de reconstruções tridimensionais (3D), apresentando pouca distorção, sem promover ampliação e sobreposição de imagens que ocorrem nas radiografias periapicais e panorâmicas. Dentre as tomografias existentes, a tomografia computadorizada *multislice* (TCMS) é a que apresenta o menor tempo de escaneamento (TE), porém, utiliza maior dose de radiação (DOTTO et al., 2015).

O emprego da TCMS, para avaliar a ZR de MI, não é comum. Existem apenas dois estudos na literatura, dos quais um deles não informou a dose de radiação que

foi utilizada (AKHLAGHI et al., 2010). O outro usou uma dose de 1200 miliampères por segundo (mAs) (MAHRAN e ABOEL-FOTOUH, 2008). Um dos parâmetros que afeta a dose de radiação são os mAs (SCARFE et al., 2009). O protocolo *DentalCT-CTdBem* permite a utilização de TCMS na realização de imagens bucomaxilofaciais com baixa dose de radiação (60 mAs) em substituição às radiografias panorâmicas e tomografia computadorizada *cone beam* (TCCB), as quais apresentam maiores doses. Assim, o primeiro torna passível a reconstrução digital de imagens 3D com alta resolução (DOTTO et al., 2015).

Neste estudo, as justificativas para o uso da TCMS com baixa dose de radiação são a maior área e menor TE volumétrico do objeto, a sua utilização na prática clínica odontológica ser incomum e a inexistência de estudos da ZR de MI por este método. Assim, não está claro se, com um protocolo de baixa dose de radiação, é possível à análise dessa ZR através de reconstrução digital de imagens 3D com alta resolução por TCMS, sendo esta a pergunta científica da pesquisa aqui apresentada.

O objetivo deste estudo é avaliar, *in vitro*, as menores medidas da ZR da raiz mesial de MI a 1, 2, 3, 4 e 5 mm do nível da furca, utilizando reconstruções 3D obtidas por meio de TCMS com baixa dose de radiação.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Apesar dos avanços técnicos alcançados na endodontia, a morfologia interna dos canais radiculares ainda é o principal desafio durante a realização do preparo químico-mecânico do canal radicular. O conhecimento sobre a anatomia interna associado ao exame por imagem visa desenvolver um preparo com menor diâmetro apical e conicidade crescente em direção cervical, sem alterar a posição original do forame apical (SHILDER, 1974).

As raízes dos MI são achatadas no sentido mésio-distal (BOWER, 1979). Aproximadamente a dois milímetros da furca, sua raiz mesial apresenta, em sua superfície distal, uma concavidade maior (BOWER, 1979; BERUTTI e FEDON, 1992; DWIVEDI et al., 2014), mais profunda nos dentes mais longos (SAUÁIA et al., 2010; DWIVEDI et al., 2014), sempre presente nos 1ºMI, no qual há maior deposição de cimento (BOWER, 1979). Esta concavidade determina uma zona radicular mais fina, chamada de ZR (ABOU-RASS et al., 1980). A mesma torna seus canais mais próximos da parede distal radicular (BOWER, 1979; DWIVEDI et al., 2014), passíveis de perfurações em forma de rasgos, principalmente durante o preparo cervical do canal (MEISTER et al., 1979; KESSLER et al., 1983; SHEMESH et al., 2011; HARRIS et al., 2013), além de fratura radicular (GARCIA FILHO et al., 2003). A fim de evitar esses problemas, foi preconizada a técnica de limagem anticurvatura (ABOU-RASS et al., 1980; MONTGOMERY et al., 1985; BERUTI e FEDON, 1992). Esta ZR, segundo Kessler et al. (1983), está compreendida entre 4 a 6 mm do nível da abertura do canal radicular na câmara pulpar. Isso foi observado, pelos autores acima citados, através da análise de segmentos radiculares da raiz mesial de 60 MI, por meio da estereomicroscopia compreendidos entre 2 mm em direção oclusal da furca até 4,8 mm desta.

Vários estudos analisaram a ZR da raiz mesial de MI usando diversas metodologias na medição da sua menor espessura (Tabela 1). A maioria deles considerou a furca como referência de nível para o corte radicular, a 1 mm (KESSLER et al., 1983), 2 mm (KESSLER et al., 1983; MONTGOMERY, 1985; BERUTI e FEDON, 1992; ISOM et al., 1995; GARALA et al., 2003; GARCIA FILHO et al., 2003; Wu et al., 2005; SAUÁIA et al., 2010; DWIVEDI et al., 2014; FLORES et al., 2014), 3 mm (KESSLER et al., 1983; McCANN et al., 1990; BERUTI e FEDON, 1992) e 4 mm

(KESSLER et al., 1983; MONTGOMERY, 1985; ISOM et al., 1995; GARALA et al., 2003, através da estereomicroscopia (KESSLER et al., 1983; MONTGOMERY, 1985; McCANN et al., 1990; BERUTI e FEDON, 1992; ISOM et al., 1995; GARALA et al., 2003; GARCIA FILHO et al., 2003; Wu et al., 2005; SAUÁIA et al., 2010; DWIVEDI et al., 2014), da radiografia (BERUTI e FEDON, 1992) e da TCCB (FLORES et al., 2014). Outros consideraram o ápice radicular, a 1 mm (ZUCKERMAN et al., 2003), 2 mm (AKHLAGHI et al., 2010), 4 mm (ZUCKERMAN et al., 2003), 4,5 mm (AKHLAGHI et al., 2010), 7 mm (ZUCKERMAN et al., 2003; AKHLAGHI et al., 2010), e de 0,5 mm a 12 mm (HARRIS et al., 2013), através da estereomicroscopia (ZUCKERMAN et al., 2003), do *software Adobe Photoshop* com ampliação de 5x de imagens escaneadas de templates provenientes de TCMS (AKHLAGHI et al., 2010) e por reconstruções 3D obtidas por meio de micro tomografia computadorizada ( $\mu$ TC) (HARRIS et al., 2013). Alguns estudos ainda consideraram o nível da abertura dos canais mesiais na câmara coronária, a 0,75 mm até 10,5 mm por meio do *software* próprio da TCMS (MAHRAN e ABOEL-FOTOUH, 2008) e a 4 mm através do *software Adobe Photoshop* com ampliação de 6x de imagens fotográficas digitais dos cortes radiculares (TABRIZIZADEH et al., 2010).

A imagem radiológica é imprescindível para qualquer operação endodôntica. A mais utilizada na prática clínica é aquela oriunda de radiografias intraorais, as quais obtêm imagens 2D (SCARFE *et al*, 2009; SUOMALAINEN et al., 2009), que, muitas vezes, podem dificultar diagnósticos e planejamentos pré-operatórios, principalmente, devido às características e variações da anatomia dental interna e, quando *in vivo*, de estruturas ao seu redor (SUOMALAINEN et al., 2009). Para sanar tais limitações, outra técnica de imagem radiológica foi desenvolvida, a tomografia, na qual uma imagem 3D do objeto é formada.

São exemplos de tomografia, a  $\mu$ TC, recentemente introduzida para aplicação específica *in vitro* (RHODES et al., 1999; PETERS et al., 2000), a TCCB, difundida no final da década de 90 (MOZZO et al., 1998; SCARFE et al., 2009; SUOMALAINEN et al., 2009) e a TCMS, também chamada de tomografia computadorizada multidetector, utilizada na medicina desde a década de 70 (HOUNSFIELD, 1973); estas últimas, indicadas para uso *in vivo* ou *in vitro* (SUOMALAINEN et al., 2009). Todas possibilitam avaliações de estruturas ósseas e dentárias utilizando cortes multiplanares (axiais, sagitais, coronais, panorâmicos, transversais), bem como reconstruções 3D, apresentando pouca distorção (até 0,1 mm na TCMS e até 0,2 mm na TCCB), sem a



ampliação e sobreposição de imagens que ocorrem nas radiografias periapicais e panorâmicas (DOTTO et al., 2015).

Tabela 1 – Valores médios da ZR da raiz mesial de MI por diversas metodologias

Autores	Ano	Número de MI	Número de CM	Método de Mensuração	Nível da Furca (mm)	Medidas (mm)
Kessler et al.	1983	20	20	Microscópio (-x)*	0,8	1,31
Berutti e Fedon	1992	15	30	Estereomicroscópio (12x)	1,5	1,27
Berutti e Fedon	1992	15	30	Rx	1,5	1,49
Harris et al.	2013	22	44	µTC 3D	1,5**	0,81 - 1,22
Kessler et al.	1983	20	20	Microscópio (-x)*	2	1,15
Montgomery	1985	10	20	Estereomicroscópio (5x)	2	0,98
Montgomery	1985	10	20	Estereomicroscópio (5x)	2,3	1,03
Berutti e Fedon	1992	15	30	Estereomicroscópio (12x)	1,81	1,25
Berutti e Fedon	1992	15	30	Rx	1,81	1,47
Isom et al.	1995	26	32	Microscópio (6,6x)	2	1,23
Garcia Filho et al.	2003	100	200	Microscópio (10x)	2	0,79
Garala et al.	2003	26	26	Microscópio (14x)	2	1,27
Zuckerman et al.	2003	30	60	Microscópio (-x)*	7***	1,21
Wu et al.	2005	-	103	Microscópio (40x)	2	0,92
Sauáia et al.	2010	92	184	Estereomicroscópio (10x)	2	0,95
Akhlaghi et al.	2010	40	80	TCMS e Adobe Photoshop (5x)	7***	0,77
Flores et al.	2013	20	40	TCCB	2	1,07
Dwivedi et al.	2014	45	90	Estereomicroscópio (36x)	2	1,36
Kessler et al.	1983	20	20	Microscópio (-x)*	2,8	1,12
McCann et al.	1990	40	80	Estereomicroscópio (12x)	3	0,75
Berutti e Fedon	1992	15	30	Estereomicroscópio (12x)	3	1,23
Berutti e Fedon	1992	15	30	Rx	3	1,39
Berutti e Fedon	1992	15	30	Estereomicroscópio (12x)	3,31	1,24
Berutti e Fedon	1992	15	30	Rx	3,31	1,37
Tabrizzadeh et al.	2010	53	-	Foto Digital e Adobe Photoshop (6x)	4*	1,20
Kessler et al.	1983	20	20	Microscópio (-x)*	4	1,08
Montgomery	1985	10	20	Estereomicroscópio (5x)	4	0,96
Isom et al.	1995	26	32	Microscópio (6,6x)	4	1,14
Garala et al.	2003	26	26	Microscópio (14x)	4	1,23
Akhlaghi et al.	2010	40	80	TCMS e Adobe Photoshop (5x)	4,5**	0,77
Zuckerman et al.	2003	30	60	Microscópio (-x)*	4***	1,14

\* Aumento não informado

\*\* Nível radicular com menores medidas, segundo o autor.

\*\*\* Distância do ápice radicular – nível equivalente a 2 mm da furca.

♦ Distância da abertura coronária dos canais mesiais - nível equivalente predominante a 3 mm da furca.

♦♦ Distância do ápice radicular – nível equivalente a 4 mm da furca.

♦♦♦ Distância do ápice radicular – nível equivalente a 5 mm da furca.

ZR = Zona de Risco; MI = Molar Inferior; CM = Canais Mesiais; mm = milímetros

A  $\mu$ TC apresenta a melhor resolução dos métodos tomográficos. Entretanto, utiliza maior TE e uso exclusivo *in vitro*, além de ter elevado custo operacional (RHODES et al., 1999; PETERS et al., 2000; HARRIS et al., 2013).

A TCCB, com indicação exclusiva odontológica (MOZZO et al., 1998; SUOMALAINEN et al., 2009; DOTTO et al., 2015), tem como vantagens sobre a TCMS o menor custo operacional, a menor dose de radiação a partir de protocolos padrão e uma boa qualidade de imagem (SUOMALAINEN et al., 2009). Porém, esta qualidade é somente na área central do volume escaneado, onde distorções e ampliações são observadas na periferia do mesmo (LIANG et al., 2010). Isto se deve pela radiação partir em forma de cone, que incide numa placa de detectores plana. Já na TCMS, a radiação parte em forma de leque (tomografia *fan beam*), que incide perpendicularmente em várias fileiras de detectores (de 16 a 320, dependendo do tomógrafo) construídos em uma plataforma curva, formando assim uma imagem com alta resolução de todo o volume escaneado (DOTTO et al., 2015).

Devido a TCMS com protocolo padrão usar alta dose de radiação, a mesma apresenta melhor taxa de contraste-ruído dos tecidos moles e de artefatos produzidos na formação da imagem do que da TCCB (SUOMALAINEN et al., 2009; CARRAFIELLO et al., 2010). Esses artefatos, que são formados pelo passagem do feixe principal de raios X pelos tecidos e materiais restauradores de alto contraste, prejudicam a imagem obtida (WATANABE et al., 2011). Além disso, afetam mais negativamente na TCMS (CARRAFIELLO et al., 2010) devido a direção desse feixe ser em forma de leque, que produz várias fatias (*slices*) durante o escaneamento, o que não ocorre na TCCB, que tem direção em forma de cone, adquirindo assim o volume escaneado de uma só vez (DOTTO et al., 2015). Ademais, pela maior dose de radiação, há uma maior precisão geométrica nas reconstruções 3D do volume escaneado (CARRAFIELLO et al., 2010; DOTTO et al., 2015).

Um dos parâmetros que afeta a dose de radiação são os mAs (SCARFE et al., 2009), resultado da multiplicação da miliamperagem (mA) utilizada pelo TE total volumétrico (COHNEN et al., 2002; DOTTO et al., 2015). A imagem adquirida com mAs mais baixas pode piorar a qualidade da mesma, afetando o contorno das estruturas escaneadas (DOTTO et al., 2015).

O alto custo operacional e a elevada exposição à radiação limitam o uso da TCMS na área odontológica quando empregada em pesquisas e, principalmente, em tratamentos *in vivo* (DOTTO et al., 2015).

Estudos (CARRAFIELLO et al., 2010; GAIA et al., 2011; SALES et al., 2013; HOFMANN et al., 2014) que compararam a qualidade das imagens provenientes de TCMS e de TCCB com vários protocolos de mAs concluíram ser as imagens equivalentes. Carrafiello et al. (2010) analisaram o diagnóstico de dentes permanentes, lâmina dura, espaço periodontal e osso medular pela TCMS com oito doses de radiação, das mais altas (400 mAs) às mais baixas (60 mAs) sem especificar o TE. Já Gaia et al. (2011) e Sales et al. (2013) analisaram a identificação de lesões ósseas mandibulares simuladas com altas doses de radiação (300 mAs) da TCMS também sem informar TE. Ainda, Hofmann et al. (2014) analisaram estruturas anatômicas de uma cabeça cadavérica com três protocolos de doses de radiação (100,8 mAs, 161,35 mAs e 633,5 mAs) pela TCMS, em comparação com cinco protocolos diferentes de mAs pela TCCB.

Apenas dois estudos (MAHRAN e ABOEL-FOTOUH, 2008; AKHLAGHI et al., 2010) usaram a TCMS para avaliar a ZR da raiz mesial de MI. Um analisou, em *software Adobe Photoshop, templates* escaneados de segmentos radiculares de 40 MI a 2 mm, 4,5 e 7 mm do ápice radicular, mas não informou a dose de radiação utilizada (AKHLAGHI et al., 2010). Outro estudo fez análises através de reconstruções 3D em *software* próprio da TCMS numa extensão de 10,5 mm apicais às aberturas de 90 canais mesiais de 45 MI, com espessura média da ZR de 1,33 mm, utilizando 1200 mAs (MAHRAN e ABOEL-FOTOUH, 2008).

O protocolo *DentalCT-CTdBem*, permite a utilização de TCMS na realização de imagens bucomaxilofaciais com baixa dose de radiação (60 mAs – 10 mA em 6 segundos (s) de TE), em substituição às radiografias panorâmicas (DOTTO et al., 2015), que utilizam acima de 210 mAs (COHNEN et al., 2002; CARRAFIELLO et al., 2010) e às TCCB com 60 mAs a 140 mAs (DOTTO et al., 2015), 130 mAs (FLORES et al., 2014) e 280 mAs (GAIA et al., 2011; SALES et al., 2013). Ainda assim, a TCMS com baixa dose de radiação apresenta menor resolução de contraste e qualidade nos cortes tomográficos frente a TCCB (DOTTO et al., 2015). Esse protocolo foi validado na avaliação de tecidos duros orais, mediante comparação de imagens dos dentes de pacientes, adquiridas pela TCMS e pela TCCB (DOTTO et al., 2015). A utilização da TCMS com esse protocolo torna passível a reconstrução digital de imagens 3D com alta resolução. Além disso, a sua utilização apresenta menor TE (6 s) e maior área de escaneamento, tanto para observações *in vivo* como *in vitro* (DOTTO et al., 2015).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) sob o número CAAE 39486614.2.0000.5346 (Anexo A). Foram utilizados dentes MI humanos provenientes da Disciplina de Anatomia e Escultura Dental do Departamento de Morfologia/Centro de Ciências da Saúde/UFSM que estavam desidratados à temperatura ambiente e livres de tecidos periodontais e sangue.

#### 3.1 CÁLCULO AMOSTRAL

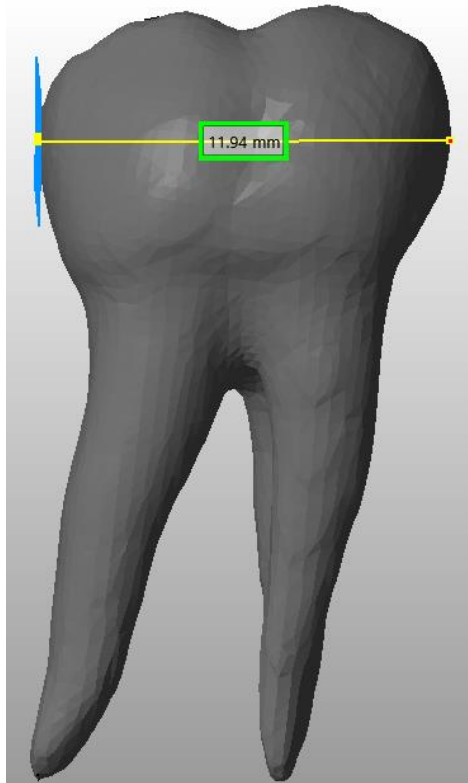
O tamanho da amostra foi estabelecido em 33 dentes MI, mediante cálculo realizado com desvio padrão de um estudo piloto onde foi mensurada a distância méso-distal da coroa dental através de um paquímetro digital (Starret 727-2001, Itu, SP, Brasil) (Figura 1) e por reconstruções 3D obtidas por meio da TCMS através do programa Netfabb Basic 5.1.0 (netfabb GmbH 2013, Lupburg, Germany) (Figura 2), obtendo-se um desvio padrão da diferença de 0,4 mm e desejando-se encontrar uma diferença mínima entre as médias dos dois métodos de 0,2 mm, com nível de significância de 5% e poder de 80%, através do programa PS *Power and Sample Size Calculations Version 3.0* (HyLown Consulting LLC, Atlanta, GA, USA).

Figura 1 - Mensuração da distância méso-distal da coroa dental através do paquímetro digital



Amostra número 8.  
Fonte: (arquivo pessoal).

Figura 2 - Mensuração da distância méso-distal da coroa dental por reconstruções 3D obtidas por meio da TCMS através do programa Netfabb Basic 5.1.0



Amostra número 8.  
Fonte: (arquivo pessoal).

### 3.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Foram incluídos no estudo os MI com ou sem coroa anatômica, sem lesões de cárie radicular nos terços cervical e médio, com raízes separadas e com rizogênese completa, sendo excluídos aqueles com restaurações metálicas, tratamento endodôntico e reabsorções internas ou externas.

### 3.3 DESINFECÇÃO DA AMOSTRA

Para a desinfecção da amostra, os dentes foram mergulhados em hipoclorito de sódio 1% (Biodinâmica, Ibiporã, PR, Brasil) por 24 horas, com posterior lavagem em água corrente e secos à temperatura ambiente (aproximadamente 22° Celsius) por 2 horas.

## 3.4 ESCANEAMENTO DAS AMOSTRAS EM TCMS

### 3.4.1 Configurações do tomógrafo

Foi utilizado um tomógrafo GE Brightspeed16 (GE Medical Systems, Waukesha, WI, EUA) do Hospital Universitário de Santa Maria, com protocolo de baixa dose de radiação, TE de 6 segundos (0,5 segundos para 360°/rotação do gantry), *Dose Length Product* (DLP) de aproximadamente 14,8 mGy.cm, operando em 120 kVp, 10 mA e voxel de 0,33 mm. A dose resultante foi de 10 mAs.

### 3.4.2 Suporte das amostras a serem escaneadas

Foi utilizado um flutuador de espuma (MOR, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil) cortado transversalmente em 4 pedaços de 4 cm de altura. Estes foram utilizados como suportes para as amostras, com no máximo 9 dentes em cada. Um dos planos de corte foi perfurado pelas próprias raízes dentais, por pressão digital, incluindo-as até próximo a junção cimento-esmalte. Todos os dentes estavam posicionados com a superfície vestibular para o mesmo lado, com identificação nos suportes (Figura 3).

A TCMS foi realizada em duas sessões. Na primeira, um suporte com 9 amostras foi escaneado para o estudo piloto. Na segunda, 3 suportes foram escaneados em linha (figura 4).

Figura 3 – Dois suportes com as amostras



Fonte: (arquivo pessoal).

Figura 4 – Três suportes em linha, prontos a serem escaneados

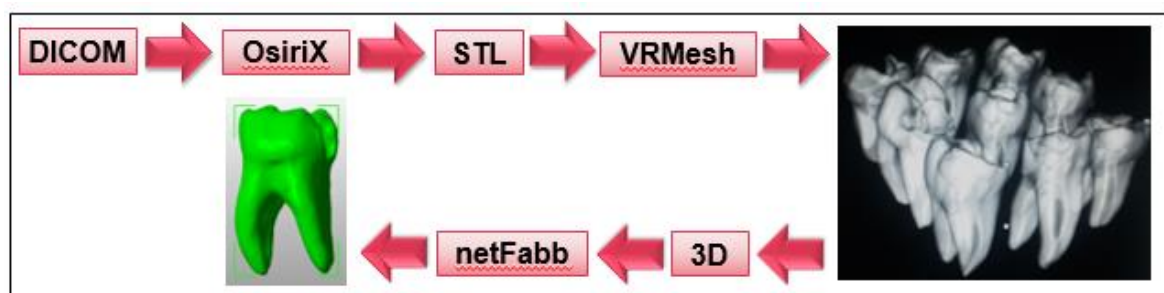


Fonte: (arquivo pessoal).

### 3.5 AQUISIÇÃO DAS IMAGENS DA TCMS

Após a obtenção da sequência helicoidal da amostra, esta foi exportada no formato *Digital Imaging and Communications in Medicine* (DICOM), o qual foi importado no programa *OsiriX* (Pixmeo, Genebra, Cantão de Genebra, Suíça), sendo aí realizada a renderização 3D de superfície das 9 amostras por suporte. Em seguida, os arquivos foram exportados para o formato estereolitografia (STL) e abertos no programa *VRMesh Reverse 7.6.1* (Bellevue, Washington, EUA) para a segmentação de cada dente. A parte externa (dentina e esmalte) e interna (canal radicular) do dente foram segmentadas, criando assim uma estrutura 3D, nomeadas de Dente 1 até Dente 33. Em seguida, no programa *Netfabb Basic 5.1.0* (netfabb GmbH 2013, Lupburg, Germany), cada dente recebeu todos os procedimentos que serão descritos posteriormente. Uma representação da forma de aquisição das imagens está na Figura 5.

Figura 5 – Esquema da aquisição de imagens



Fonte: (arquivo pessoal).

### 3.6 USO DO PROGRAMA NETFABB BASIC 5.1.0

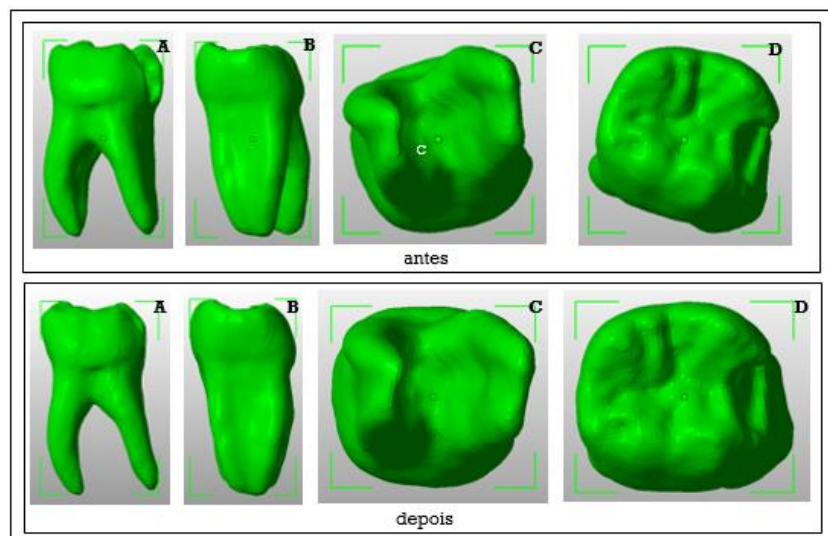
Os arquivos de cada amostra (3D de cada dente) foram avaliados por meio do programa Netfabb Basic 5.1.0 (netfabb GmbH 2013, Lupburg, Germany).

#### 3.6.1 Reposição virtual de cada dente

Inicialmente, cada dente foi reposicionado virtualmente. Para isso, foram considerados dois planos de visualização no programa Netfabb Basic 5.1.0 (netfabb GmbH 2013, Lupburg, Germany). O primeiro foi a posição do longo eixo do dente, através das ferramentas *perspectives front, back, left, right*. A segunda foi a posição da superfície vestibular da coroa anatômica pelas ferramentas *perspectives bottom e top*.

Pelas *perspectives front, back, left e right*, o longo eixo do dente foi reposicionado no sentido ocluso-apical na posição mais vertical. Para isso, o dente foi girado nos ângulos do cubo virtual da segmentação. Pelas *perspectives bottom e top*, a superfície vestibular da coroa foi reposicionada de maneira a mesma estar paralela à superfície frontal (*perspective front*) deste cubo, através do giro nos ângulos do mesmo (Figura 6).

Figura 6 – Reposição virtual do dente pelas ferramentas *perspectives* do programa



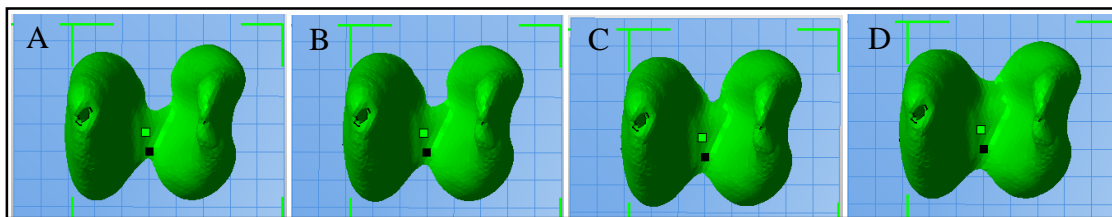
Dente 14 – Antes e depois da reposição virtual. Visualização pelas ferramentas *perspectives*: (A) *front*; (B) *left*; (C) *bottom*; (D) *top*.  
Fonte: (arquivo pessoal).



### 3.6.2 Seleção do nível de corte na furca

Através da ferramenta *perspective bottom*, foi usada a ferramenta *cuts* com movimentos aleatórios do plano Z até próximo ao nível da furca. Em seguida, foi utilizada a ferramenta *execute cut* para a seleção do nível do corte radicular, com movimentos do plano Z, agora, em intervalos de 0,1 mm. O mesmo foi definido de acordo com o percentual visível da extensão vestibulo-lingual da furca, considerado no mínimo de 50%, onde foi registrado o valor milimétrico gerado neste corte, que foi informado no quadro “*plane cut - information*” (Figura 7).

Figura 7 – Visualização da extensão vestibulo-lingual da furca por movimento do plano Z (plano de fundo azul nas imagens) com intervalos de 0,1 mm através da ferramenta *perspective bottom*



(A) Menor que 50%; (B) Mínimo de 50% - nível selecionado; (C) Mais de 50%; (D) 100%.  
Fonte: (arquivo pessoal).

### 3.6.3 Seleção dos 5 níveis de cortes radiculares

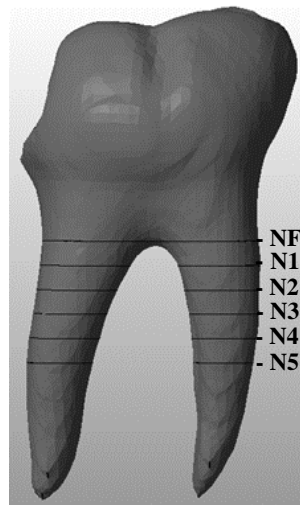
Na sequência, foram determinados por meio de movimentos do plano Z em intervalos de 1 mm, os 5 níveis de cortes radiculares apicais ao nível de corte selecionado na furca de cada dente.

Cada nível de corte selecionado foi denominado pela letra “N” seguido de um número. Este número representou a distância em milímetros do nível de corte selecionado em relação ao nível de corte da furca. Desta forma, foram criados os níveis N1, N2, N3, N4 e N5 (Figura 8).

Assim, a estrutura dental 3D compreendida entre dois níveis delimitou os chamados segmentos radiculares, nos quais foram feitas as análises da ZR.

Cada segmento radicular apresentou uma espessura de 1 mm.

Figura 8 – Amostra número 4 com os 5 níveis de cortes realizados

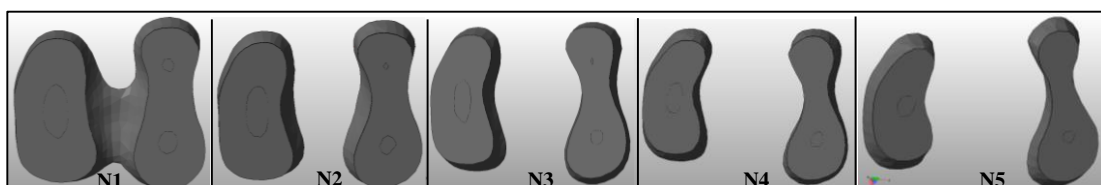


Nível (N). Furca (F).  
Fonte: (arquivo pessoal).

### 3.6.4 Mensurações da ZR

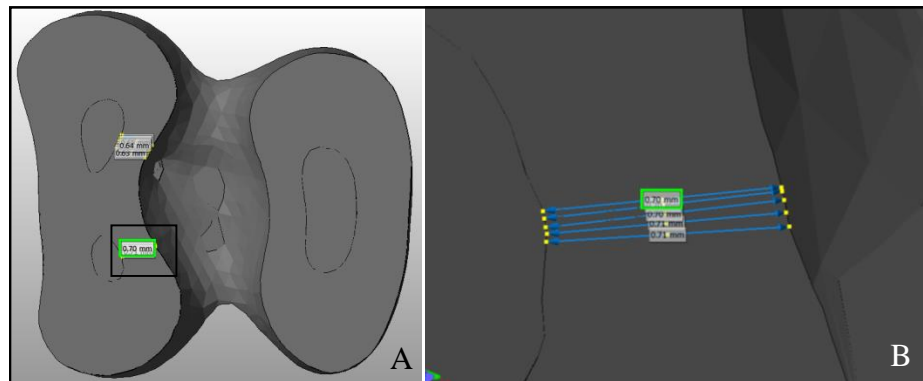
As mensurações foram feitas por um único operador, cirurgião-dentista, treinado e calibrado (ICC = 0,9999), no plano de corte apical de cada segmento (Figura 9), com as ferramentas de *measure distance*, *point-point* e *point on edge* do programa. Foram realizadas no mínimo cinco medidas nas áreas identificadas visualmente com a menor distância do canal radicular à superfície externa distal radicular, de cada segmento radicular, com ampliação máxima do programa. Foi registrado o valor da menor medida (Figura 10).

Figura 9 – Segmentos radiculares nos 5 níveis



Dente número 1. Raiz mesial à direita na ilustração de cada nível (N).  
Fonte: (arquivo pessoal).

Figura 10 – Mensurações da ZR do segmento radicular no nível 1

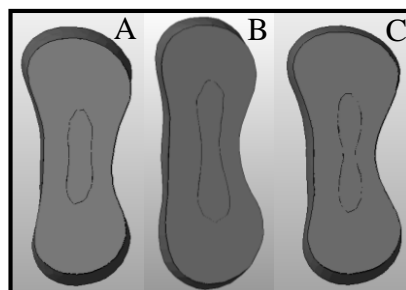


(A) Mensurações dos canais mesiais realizadas. (B) Figura ampliada da imagem (A), correspondente à área demarcada visualmente da menor distância do canal radicular à superfície externa distal radicular, para as mensurações do canal méso-lingual.

Fonte: (arquivo pessoal).

Para segmentos com dois canais, foi registrada a menor medida das paredes de cada canal, méso-vestibular e méso-lingual (Figura 10A). Quando com canal único (fusionado) (Figura 11A), foi registrada a menor medida, que serviu para ambos os canais no banco de dados. Para aqueles com istmo, quando a mensuração deste foi menor daquela nos níveis dos canais méso-vestibular e méso-lingual, foi considerada igualmente como nos segmentos com canal único (Figura 11B); já quando a medida foi maior no istmo (Figura 11C), foram registradas as menores mensurações dos níveis dos canais méso-vestibular e méso-lingual. Todas as medidas registradas constituíram um banco de dados.

Figura 11 – Forma dos canais nos segmentos radiculares para registro das medidas



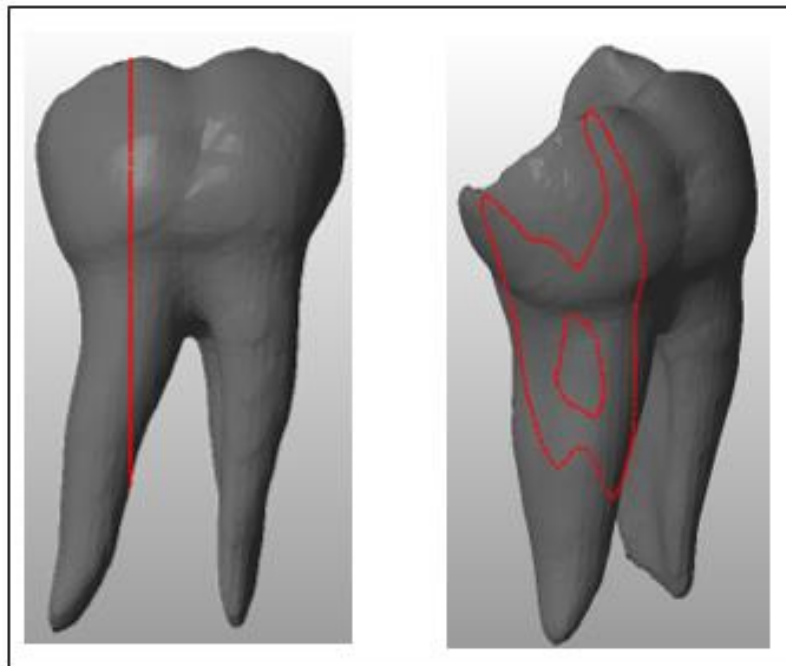
(A) Canal único (fusionado), sem istmo – nível 5 do segmento radicular da amostra número 27. (B) Canal único, com istmo apresentando menor medida na ZR – nível 4 do segmento radicular da amostra número 7. (C) Canal único com istmo apresentando maior medida na ZR – nível 4 do segmento radicular da amostra número 27.

Fonte: (arquivo pessoal).

### 3.6.4.1 Validação das mensurações da ZR

A fim de validar as mensurações lineares da ZR no programa, foi feito um estudo piloto com mensurações lineares da distância méso-distal da parte coronária dental de 9 dentes, sendo utilizados os nove primeiros da amostra, por meio do paquímetro digital (Starret 727-2001, Itu, SP, Brasil) (Figura 1) e do programa Netfabb Basic 5.1.0 (netfabb GmbH 2013, Lupburg, Germany), ambas pelo mesmo operador, treinado e calibrado. As medidas no paquímetro foram realizadas com três repetições para cada dente, sendo registrado o menor valor. As mensurações no programa foram realizadas através de movimentos do plano X (Figura 12), com ampliação máxima, a fim de selecionar a menor superfície atingida pelo mesmo, nas faces mesial e distal do dente. Após a seleção destas superfícies, foi realizada a mensuração pelas ferramentas *measure distance*, *point-point* e *point on surface* (Figuras 2 e 13). Através da análise estatística, a replicabilidade do método foi excelente, com coeficiente de correlação intraclassa excelente: ICC = 0,80 (LANDIS e KOCH, 1977), sendo o método acurado ( $p = 0,84$ ).

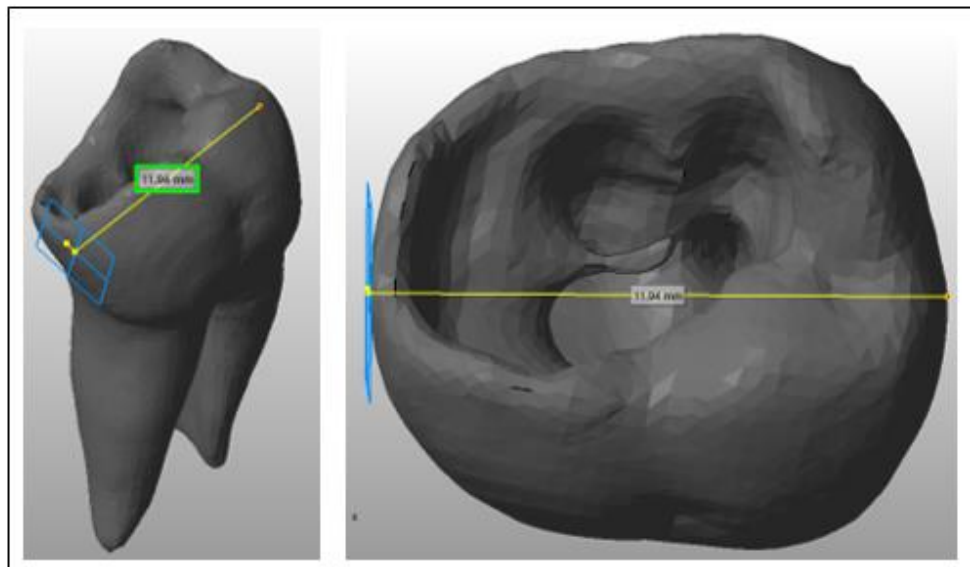
Figura 12 – Ilustração dos movimentos do plano X do programa



Dente 8.

Fonte: (arquivo pessoal).

Figura 13 – Mensuração da distância méso-distal da coroa dental pelo programa



Dente 8.

Fonte: (arquivo pessoal).

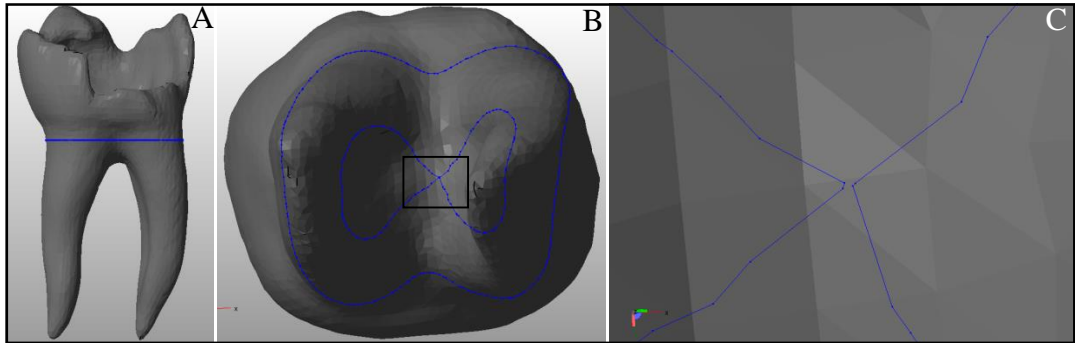
### 3.7 DETERMINAÇÃO DOS COMPRIMENTOS LINEARES DE UM DOS CANAIS MESAIS PARA FORMAÇÃO DOS TERCIS

Após a formação do banco de dados, os dentes foram agrupados em tercís, conforme o comprimento linear do canal radicular mesial, compreendido entre a abertura mais apical de um dos canais mesiais na câmara coronária e o ápice radicular. Isto foi realizado pelo plano Z de corte do programa, sendo denominados de Canais Curtos, Médios e Longos (Tabela 3).

Para isso, foram consideradas as medidas do comprimento de dois segmentos formados por três cortes pelo plano Z, estas realizadas automaticamente pelo programa, informadas no quadro *information* do mesmo. O primeiro foi o do nível da furca, já determinado anteriormente para cada dente na seção “seleção do nível de corte na furca”. Os segundo e terceiro foram o da abertura mais apical de um dos canais mesiais na câmara coronária (Figura 14) e o do ápice radicular, respectivamente. Os últimos cortes foram selecionados com movimentos do plano Z em intervalos de 0,1 mm e com ampliação máxima na tela, mediante a visualização 3D da menor estrutura dental (ápice radicular e assoalho pulpar) tangenciar esse plano. No caso do assoalho pulpar, o nível da abertura mais apical de um dos canais mesiais na câmara coronária se dará no momento em que a linha do plano de corte Z

se tornou descontínua entre o canal distal e um dos canais mesiais, no nível mais apical (Figura 14B e Figura 14C).

Figura 14 – Nível de corte do plano Z para determinar a abertura mais apical de um dos canais mesiais na câmara coronária



(A) Plano coronal. (B) Plano axial. (C) Plano axial com ampliação máxima da área demarcada na imagem (B).

Fonte: (arquivo pessoal).

### 3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva. Foi testada a normalidade através do teste de Shapiro Wilk e após realizados os testes:

- Correlação de Spearman para verificar a relação do comprimento linear do canal mesial com as menores medidas da ZR.
- Teste de Friedman para a análise de qual nível de corte apresenta a ZR mais fina.
- Teste de Wilcoxon para analisar a diferença das medidas entre os níveis.
- Teste t pareado para verificar qual parede dos dois canais mesiais é mais fina, em cada nível.
- O nível de significância foi de 5%. As análises foram realizadas no programa SPSS (*Statistical Package for Social Science v.17*) (IBM SPSS, Chicago, Illinois, USA).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 RESULTADOS

Conforme a Tabela 2, na análise dos 5 níveis de corte de cada dente, 19 (58%) dentes apresentaram canal duplo nos cinco níveis, 8 dentes (24%) apresentaram ausência de um dos canais mesiais no nível 5 e, destes, 2 dentes (6%) no nível 4. Quatro dentes (12%) apresentaram istmo em um segmento radicular e 1 dente (3%) com ausência dos 2 canais a partir do nível 3. Dos 164 segmentos radiculares avaliados, 87% apresentaram canal duplo, 2% com canal único, 2% com istmo, 2% sem canais e 6% com pelo menos 1 canal ausente.

Tabela 2 – Distribuição dos canais em cada nível radicular da raiz mesial pelo número de dentes e segmentos radiculares

Nível de Corte	Canal Duplo	Canal Único	Istmo	Canais Ausentes	Canal Ausente	Amostra
1	31	1	1	-	-	33
2	31	-	1	-	-	32*
3	32	-	-	1	-	33
4	28	-	2	1	2	33
5	21	3	-	1	8	33
Segmentos Radiculares	143	4	4	3	10	164*

\*Do total de 165 segmentos radiculares, 1 (Nível 2 do dente 3) foi desconsiderado pela indefinição do limite da parede do canal.

Fonte dos autores

Tabela 3 – Valores em milímetros e desvio padrão ( ) das Medidas da ZR da Amostra

Média da Menor Espessura Dentinária da ZR das Raízes Mesial de MI (Desvio Padrão)						
Nível	Canal MV	Canal ML	Medida Mínima MV	Medida Mínima ML	Mediana MV	Mediana ML
1	0,79 (0,18)	0,83 (0,15)	0,56	0,61	0,75	0,81
2	0,75 (0,15)	0,76 (0,13)	0,50	0,54	0,71	0,75
3	0,72 (0,15)	0,73 (0,14)	0,48	0,43	0,70	0,72
4	0,75 (0,18)	0,74 (0,20)	0,45	0,44	0,71	0,73
5	0,82 (0,21)	0,73 (0,15)	0,47	0,47	0,79	0,71

MV – méso-vestibular. ML – méso-lingual.

Diferença entre Nível (N) 1 com os demais N, do canal ML - N1xN2 ( $p < 0,000$ ); N1xN3 ( $p < 0,000$ ); N1xN4 ( $p < 0,005$ ); N1xN5 ( $p < 0,014$ ) – Teste de Wilcoxon.

Fonte dos autores.

Não houve significância na correlação do comprimento linear do canal radicular com as medidas da ZR pelo teste de Correlação de Spearman ( $r_s = 0,188$ ;  $p = 0,320$ ).

Conforme Tabela 3, não houve diferença significativa nas mensurações da parede distal dos canais mesiais pareadas nos 5 níveis de corte ( $p > 0,05$ ).

Pelas análises de qual nível de corte apresentou a ZR mais fina de cada canal mesial, houve diferença significativa apenas na parede dentária do canal ML ( $p < 0,003$ ). Pela posterior análise entre 2 níveis das medidas da ZR do canal ML (Tabela 4), houve significância entre o nível 1 com os demais 4 níveis, sendo sempre o nível 1 apresentando maiores mensurações ( $p < 0,05$ ).

## 4.2 DISCUSSÃO

Até o momento, nenhum outro estudo utilizou a TCMS com baixa dose de radiação na análise da ZR da raiz mesial de MI.

Flores-Mir et al. (2014) compararam comprimentos dentais realizados com TCCB, radiografia panorâmica e paquímetro, sendo considerado este último como padrão-ouro. Tendo isto em vista, foi considerado o paquímetro como padrão-ouro também no estudo piloto do presente trabalho. Dessa maneira, foi possível validar as mensurações da ZR realizadas através do programa Netfabb Basic, uma vez que foram utilizadas as mesmas ferramentas de mensuração para a distância méso-distal da coroa dental no estudo piloto.

Segundo Kessler et al. (1983), a ZR consiste na área das paredes radiculares voltadas à furca e apresenta menores espessuras entre 4 a 6 mm abaixo das aberturas dos canais mesiais, o que equivale às medidas 2,8 mm da furca. Dos 33 dentes avaliados no presente estudo, ao realizar a equivalência dos 6 mm apicais da abertura mais apical de um dos canais mesiais com os níveis de cortes utilizados, 97% foram até o nível 5, justificando assim o uso dos 5 níveis de cortes radiculares. A 4 mm dessas mesmas aberturas, 21% coincidiram com o nível 2,8 mm da furca.

Diversos estudos (Tabela 1) utilizaram, em suas análises da ZR, segmentos radiculares em vários níveis da furca (KESSLER et al., 1983; MONTGOMERY, 1985; MCCANN et al., 1990; BERUTI e FEDON, 1992; ISOM et al., 1995; GARCIA FILHO et al., 2003; GARALA et al., 2003; Wu et al., 2005; SAUÁIA et al., 2010; FLORES et al., 2014; DWIVEDI et al., 2014) ou do ápice radicular (ZUCKERMAN et al., 2003;



AKHLAGHI et al., 2010; HARRIS et al., 2013), além do nível das aberturas dos canais mesiais na câmara coronária (MAHRAN E ABOEL-FOTOUH, 2008; TABRIZIZADEH et al., 2010) para a avaliação da ZR de raízes mesiais de MI. Em virtude da maioria dos estudos utilizarem a furca como nível de referência, o mesmo foi selecionado para este.

Considerando o nível do ápice radicular, os 4 mm (ZUCKERMAN et al., 2003), 4,5 mm (AKHLAGHI et al., 2010) e 7 mm (ZUCKERMAN et al., 2003; AKHLAGHI et al., 2010) analisados nesses estudos correspondem aos níveis do presente estudo, respectivamente, N5 (12 dentes, com descarte de 21 da amostra), N4 (8 dentes, com descarte de 25) e N2 (maioria de 12 dentes, 20 distribuídos nos outros níveis, e 1 descarte). Dos 4 mm analisados da abertura dos canais radiculares na câmara coronária (TABRIZIZADEH et al., 2010), 21 dentes corresponderam no presente estudo ao N3, 10 dentes ao N2, e 1 dente em cada nível, N1 e N4.

Dos 5 níveis utilizados neste estudo, as médias encontradas na ZR foram menores que nos estudos que utilizaram amostras menores (KESSLER et al., 1983; MONTGOMERY, 1985; BERUTI e FEDON, 1992; ISOM et al., 1995; ZUCKERMAN et al., 2003; GARALA et al., 2003; FLORES et al., 2014). Dos estudos que utilizaram uma amostra maior (GARCIA FILHO et al., 2003; Wu et al., 2005; TABRIZIZADEH et al., 2010; SAUÁIA et al., 2010; AKHLAGHI et al., 2010; DWIVEDI et al., 2014) em comparação a este estudo, dois (TABRIZIZADEH et al., 2010; DWIVEDI et al., 2014) apresentaram valores médios maiores. Os demais, valores médios semelhantes, no nível 2 (GARCIA FILHO et al., 2003; Wu et al., 2005; AKHLAGHI et al., 2010; SAUÁIA et al., 2010), no nível 3 (MCCANN et al., 1990) e no nível 5 (BOWER, 1974; AKHLAGHI et al., 2010). As divergências encontradas não inviabilizam a metodologia proposta, visto que os valores médios da ZR deste estudo coincidem com resultados de outros que utilizaram amostras maiores (BOWER, 1974; MCCANN et al., 1990; GARCIA FILHO et al., 2003; Wu et al., 2005; AKHLAGHI et al., 2010; SAUÁIA et al., 2010; AKHLAGHI et al., 2010), o que sugere uma boa precisão das mensurações realizadas pelo programa Netfabb Basic. Além disso, é possível que seja uma característica própria de cada amostra, uma vez que estudos (KESSLER et al., 1983; MONTGOMERY, 1985; BERUTI e FEDON, 1992; ISOM et al., 1995; GARALA et al., 2003; ZUCKERMAN et al., 2003; AKHLAGHI et al., 2010) que avaliaram vários níveis radiculares da mesma amostra apresentaram valores médios semelhantes entre esses níveis, da mesma forma que o presente estudo.

A ausência de canal ou canais (Tabela 2) observadas nos níveis 3 a 5 em 9 dentes pode estar associado à calcificação do canal, ao voxel utilizado (0,33 mm) da TCMS não ser sensível na detecção dos mesmos ou pela baixa mAs (60) da TCMS utilizada.

Não houve correlação entre o comprimento linear do canal radicular com as menores medidas da ZR, como constatado em outros estudos que observaram que dentes mais longos apresentam menor espessura dentária (SAUÁIA et al., 2010; DWIVEDI et al., 2014). Isto se deve provavelmente a amostra maior utilizada, 45 MI (DWIVEDI et al., 2014) e 92 MI (SAUÁIA et al., 2010), com maiores diferenças de comprimento dental, 9 mm (SAUÁIA et al., 2010) e 11 mm (DWIVEDI et al., 2014), o que no presente estudo não ocorreu, no qual foi verificado 5,5 mm, sendo dividido estatisticamente apenas em tercís.

Poucos estudos analisaram separadamente a ZR dos canais méso-vestibular e méso-lingual (BERUTI e FEDON, 1992; SAUÁIA et al., 2010; DWIVEDI et al., 2014), dos quais apenas Beruti e Fedon, (1992) e Sauáia et al. (2010) afirmaram ser a parede distal do canal méso-vestibular a mais fina através da esteromicroscopia. No presente estudo, não houve diferença significativa na espessura dos dois canais mesiais, apenas apresentando maiores diferenças significativas nas mensurações da ZR entre os 5 níveis analisados da parede dentária do canal méso-lingual (Tabela 3).

Istmo é definido como uma comunicação estreita em forma de fita entre 2 canais radiculares e que contém tecido pulpar (Vertucci, 2005). Nos segmentos radiculares com istmo, foram mensuradas as distâncias do canal radicular nos níveis méso-vestibular, méso-lingual e no próprio istmo, até a superfície externa voltada à furca. Foi registrada a menor medida entre o istmo e os níveis dos canais, visto que durante o preparo do canal, segundo Shemesh et al. (2011), é na menor espessura que há maior risco de uma perfuração em forma de rasgo acontecer.

A grande maioria dos estudos que avaliaram a ZR das raízes mesiais de MI utilizou o microscópio (KESSLER et al., 1983; ISOM et al., 1995; GARCIA FILHO et al., 2003; GARALA et al., 2003; ZUCKERMAN et al., 2003; Wu et al., 2005) ou estereomicroscópio (BERUTI e FEDON, 1992; MONTGOMERY, 1985; MCCANN et al., 1990; SAUÁIA et al., 2010; WIVEDI et al., 2014) para suas mensurações. Isso se deve ao fato da ampliação facilitar a visualização da estrutura dentária. Entretanto, é uma técnica destrutiva irreversível, haja vista há necessidade de cortes físicos das peças dentais para as avaliações, cujas distâncias desses cortes têm precisão

questionável do nível de referência determinado, seja da furca (KESSLER et al., 1983; MONTGOMERY, 1985; McCANN et al., 1990; BERUTI e FEDON, 1992; ISOM et al., 1995; GARALA et al., 2003; GARCIA FILHO et al., 2003; Wu et al., 2005; DWIVEDI et al., 2014) ou do ápice (ZUCKERMAN et al., 2003). Da mesma forma, outros estudos utilizaram fotos digitais com ampliação dos cortes dentais através de *softwares* de imagem (TABRIZIZADEH et al., 2010).

As análises da ZR pelo método radiográfico não destroem a estrutura dental, mas tem a desvantagem de formar sobreposição de imagens, o que torna imprecisas as mensurações. Isto foi evidenciado por Beruti e Fedon (1992), ao analisarem a ZR com valores 1/5 maiores que aqueles obtidos através da visualização dental com ampliação (BERUTI e FEDON, 1992).

Outra técnica não destrutiva, mas com maior precisão nas mensurações é a tomografia computadorizada. Harris et al. (2013), ao avaliarem toda a raiz mesial em 22 MI através de reconstruções 3D por meio de  $\mu$ TC, encontraram as menores medidas a 1,5 mm da furca, com valores entre 0,81 e 1,22 mm. Entretanto, no presente estudo foram encontradas as menores médias no nível 3 de ambos os canais mesiais, com valores entre 0,72 e 0,73 mm (Tabela 3), embora sem haver significância estatística. Mesmo sendo a  $\mu$ TC uma técnica com elevada resolução e, portanto, como alternativa em ser um padrão-ouro para as mensurações, na literatura apenas esse estudo utilizou-a na avaliação da ZR, o que reforça seu limite nas pesquisas devido ao seu custo operacional e TE elevados.

A TCCB, com indicação exclusiva odontológica (DOTTO et al., 2015), é outra alternativa para a análise de imagens 3D. Este método foi utilizado por Flores et al. (2014) ao analisarem a ZR antes e após o uso de várias técnicas de preparo cervical do canal em imagens 2D.

Dos dois estudos que analisaram a ZR pela TCMS, Mahran e AboEl-Fotouh (2008), utilizando 1200 mAs, dose maior que os 60 mAs do presente estudo, encontraram espessura média de 1,33 mm da área radicular compreendida entre as aberturas coronárias dos canais mesiais até 10,5 mm apicais a estes. Tal espessura foi superior às médias do presente estudo, em virtude da área escaneada por Mahran e AboEl-Fotouh (2008) ser maior. Já Akhlaghi et al. (2010) utilizaram 3 níveis do ápice radicular para as suas análises. No presente estudo, foram considerados, para comparação com o estudo de Akhlaghi et al. (2010), os valores médios da ZR de

segmentos radiculares nos níveis 4,5 mm e 7 mm, apresentando nestes resultados semelhantes.

Vários estudos (CARRAFIELLO et al., 2010; GAIA et al., 2011; SALES et al., 2013; HOFMANN et al., 2014) confirmam que as imagens tomográficas de dentes adquiridas com vários protocolos, por meio da TCMS, apresentam equivalência às daquelas da TCCB, embora com mAs maiores às utilizadas no presente estudo.

A TCCB utiliza menor dose de radiação quando comparada à TCMS padrão. Entretanto, pelo protocolo *DentalCT-CTdBem* (DOTTO et al., 2015), a dose utilizada de 60 mAs é bem menor que a da TCCB com 130 mAs (FLORES et al., 2014) e 280 mAs (GAIA et al., 2011; SALES et al., 2013), assim como à de uma radiografia panorâmica, que apresenta 211,5 mAs (CARRAFIELLO et al., 2010). Este protocolo, mesmo com baixa dose de radiação, oferece uma boa resolução de contraste, podendo ser empregado em exames na área odontológica, pois foi validado no estudo de Dotto et al. (2015), podendo ser associado com a metodologia do presente estudo em pesquisas *in vivo* e *in vitro*.

A presença de artefatos afeta mais negativamente a qualidade da imagem na TCMS do que na TCCB (HOFMANN et al., 2014; DOTTO et al., 2015). Porém, estes não foram observados no presente estudo, em virtude do mesmo ser *in vitro* e pela característica da amostra ser de peças dentárias isoladas, adaptadas para o escaneamento em TCMS em suporte não metálico.

O uso do programa Netfabb Basic para as mensurações da ZR nas imagens dentais por reconstruções 3D obtidas por meio de TCMS com baixa dose de radiação tornou as análises simplificadas. Isto se deve ao livre acesso a todas as superfícies dentais na imagem dental 3D, inclusive nos cortes tomográficos, apresentando contornos definidos das estruturas dentais, sem a alternância dos tons de cinza comuns nas imagens radiológicas, que podem dificultar a delimitação das estruturas. O uso das ferramentas de mensurações do programa é automatizado, bastando clicar no ponto inicial de referência da mensuração, com grande ampliação, e logo em seguida clicar próximo ao ponto final de referência, sendo comprovadas suas localizações através dos movimentos do segmento radicular 3D na tela do computador. Além disso, pelo fato de não ser destrutivo, tem-se a possibilidade de fazer uma varredura em cortes virtuais transversais precisos em toda a raiz dental, já o que não ocorre nos cortes físicos realizados através de discos de corte (KESSLER et al., 1983; MONTGOMERY, 1985; McCANN et al., 1990; BERUTI e FEDON, 1992;

ISOM et al., 1995; GARALA et al., 2003; GARCIA FILHO et al., 2003; Wu et al., 2005; DWIVEDI et al., 2014), pois a precisão dos mesmos, no nível determinado a partir da furca, torna-se questionável. Ainda, a baixa dose de radiação da TCMS pelo protocolo *DentalCT-CTdBem* (DOTTO et al., 2015) não afetou a qualidade na obtenção das imagens 3D, a qual apresentou visual claro e bem definido, podendo ser usado como alternativa em estudos *in vivo* e *in vitro*.

Como limitação, este método não diferencia dentina e cimento, embora ambos fazem parte da espessura da ZR dos estudos (KESSLER et al., 1983; MONTGOMERY, 1985; MCCANN et al., 1990; BERUTI e FEDON, 1992; ISOM et al., 1995; GARCIA FILHO et al., 2003; GARALA et al., 2003; ZUCKERMAN et al., 2003; Wu et al., 2005; SAUÁIA et al., 2010; WIVEDI et al., 2014) que diferenciam estas estruturas dentais. Além disso, o contorno indefinido do canal radicular observado em poucos segmentos radiculares das amostras, possivelmente, seja em virtude do tamanho do voxel da TCMS utilizado (0,3 mm) ou pela baixa dose de radiação, que pode causar a menor densidade na imagem, prejudicando os contornos das estruturas escaneadas. Ainda, pelo fato de ser um estudo *in vitro*, não há a presença de artefatos decorrentes dos tecidos ósseos, musculares e periodontais, os quais podem interferir na visualização da ZR, como ocorre nos estudos *in vivo*.

## 5 CONCLUSÃO

O método utilizado na avaliação da zona de risco da raiz mesial de molares inferiores através de reconstruções 3D obtidas por meio de TCMS com baixa dose de radiação foi adequado para a aquisição das imagens dentais virtuais. Através do programa específico utilizado nesse estudo nas análises da zona de risco da raiz mesial de molares inferiores, Netfabb Basic, as mensurações foram realizadas de maneira eficiente e automatizada, sem erro de demarcação dos limites dentais mensuráveis, sendo passível para futuros estudos *in vivo* e *in vitro*. Os resultados obtidos neste estudo estão de acordo com a literatura atual.

## REFERÊNCIAS

- ABOU-RASS, M.; FRANK, A. L.; GLICK, D. H. The anticurvature filling method to prepare the curved root canal. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 101, n. 5, p. 792-794, Nov. 1980.
- AKHLAGHI, N. M. et al. Comparison of dentine removal using V-taper and K-Flexofile instruments. **Int. Endodod. J.**, Oxford, v. 43, n. 11, p. 1029-1036, Nov. 2010.
- BERUTTI, E.; FEDON, G. Thickness of Cementum/Dentin in Mesial Roots of Mandibular First Molars. **J. Endod.**, Baltimore, v. 18, n.11, p. 545-548, Nov. 1992.
- BOWER, R. C. Furcation Morphology Relative to Periodontal Treatment. **J. Periodontol.**, Indianapolis, v. 50, n. 7, p. 366-374, July. 1979.
- CARRAFIELLO, G. et al. Comparative study of jaws with multislice computed tomography and cone-beam computed tomography. **Radiol. Med.**, Torino, v. 115, n. 4, p. 600-611, 2010.
- COHNEN, M. et al. Radiation dose in dental radiology. **Eur. Radiol.**, Berlin, v. 12, n. 3, p. 634-637, 2002.
- DOTTO, P. P., HAYGERT, C. J. P.; D'ORNELLAS, M. C. **CTdBem Tomografia Multi Slice com baixa dose de radiação**. 1ª ed. Santa Maria: UFSM PRE, 2015.
- DWIVEDI, S.; DWIVEDI, C. D.; MITTAL, N. Correlation of Root Dentin Thickness and Length of Roots in Mesial Roots of Mandibular Molars. **J. Endod.**, Baltimore, v. 40, n. 9, p. 1435-1438, Sept. 2014.
- FLORES, C. B. et al. Comparative Assessment of the Effects of Gates-Glidden, Largo, LA-Axxess, and New Brazilian Drill CPdrill on Coronal Pre-enlargement: Cone-beam Computed Tomographic Analysis. **J. Endod.**, Baltimore, v. 40, n. 4, p. 571-574, Apr. 2014.
- GAIA, B. F. et al. Comparison between cone-beam and multislice computed tomography for identification of simulated bone lesions. **Braz. Oral Res.**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 362-8, 2011.
- GARALA, M. et al. A comparison of the minimum canal wall thickness remaining following preparation using two nickel-titanium rotary systems. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 36, n. 9, p., 636-642, Sept. 2003.
- GARCIA-FILHO, P. F. et al. Danger zone in mandibular molars before instrumentation: an in vitro study. **J. Appl. Oral Sci.**, Bauru, v. 4, n. 11, p. 324-326. 2003.
- HARRIS, S. P. et al. An Anatomic Investigation of the Mandibular First Molar Using Micro-Computed Tomography. **J. Endod.**, Baltimore, v. 39, n. 11, p. 1374-1378, Nov. 2013.

HOFMANN, E. et al. Cone beam computed tomography and low-dose multislice computed tomography in orthodontics and dentistry. A comparative evaluation on image quality and radiation exposure. **J. Orofac. Orthop.**, Munich, v. 75, n. 5, p. 384-398, 2014.

HOUNSFIELD, G. N. Computerized transverse axial scanning (tomography): Part 1. Description of system. **Br. J. Radiol.**, London, v. 46, n. 552, p. 1016-1-22. 1973.

ISOM, T. L.; MARSHALL, J. G.; BAUMGARTNER, J. C. Evaluation of root thickness in curved canals after flaring. **J. Endod.**, Baltimore, v. 21, n.7, p. 368-371, July. 1995.

KESSLER, J. R.; PETERS, D. D. e LORTON, L. Comparison of the relative risk of molar root perforations using various endodontic instrumentation techniques. **J. Endod.**, Baltimore, v. 9, n. 10, p. 439-447, Oct. 1983.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. A one way components of variance model for categorical data. **Biometrics**, Washington, v. 33, n. 4, p. 671-679, Dec. 1977.

LIANG, X. et al. A comparative evaluation of Cone Beam Computed Tomography (CBCT) and Multi-Slice CT (MSCT): Part I. On subjective image quality. **Eur. J. Radiol.**, Stuttgart, v. 75, n. 2, p. 265-269, 2010.

MAHRAN, A. H.; ABOEL-FOTOUH, M. M. Comparison of Effects of ProTaper, HeroShaper, and Gates Glidden Burs on Cervical Dentin Thickness and Root Canal Volume by Using Multislice Computed Tomography. **J. Endod.**, Baltimore, v. 34, n. 10, p. 1219-1222, Oct. 2008.

McCANN, J. T.; KELLER, L.; LABOUNTY, G. L. Remaining Dentin/Cementum Thickness after Hand or Ultrasonic Instrumentation. **J. Endod.**, Baltimore, v. 16, n. 3, p. 109-113, Mar. 1990.

MEISTER, F. Jr. et al. Endodontic perforations which resulted in alveolar bone loss. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v. 47, n. 5, p. 463-470, May. 1979.

MONTGOMERY, S. Root canal wall thickness of mandibular molars after biomechanical preparation. **J. Endod.**, Baltimore, v. 11, n. 6, p. 257-263, June. 1985.

MOZZO, P. et al. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. **Eur. Radiol.**, Berlin, v. 8, n. 9, p. 1558-1564, Nov. 1998.

PÉCORA, J. D. et al. Influence of Cervical preflaring on apical file size determination. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 38, n.7, p. 430-435, July. 2005.

PETERS, O. A. et al. Three-dimensional Analysis of Root Canal Geometry by High-resolution Computed Tomography. **J. Dent. Res.**, Washington, v. 79, n. 6, p. 1405-1409, June. 2000.



RHODES, J. S. et al. Micro-computed tomography: a new tool for experimental endodontology. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 32, n.3, p. 165-170, May.1999.

SALES, M. A. O. et al. Comparison between multislice and cone-beam computed tomography for the identification of simulated bone lesions using 3D reconstruction. **Rev. Odonto Ciênc.**, Porto Alegre, v. 28, n.2, p. 47-52. 2013.

SAUÁIA, T. S. et al. Thickness of dentine in mesial roots of mandibular molars with different lengths. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 43, n. 7, p. 555-559, July. 2005.

SCARFE, W. C. et al. Use of Cone Beam Computed Tomography in Endodontics. **Int. J. Dent.**, Cairo, v. 2009, p. 01-20. 2009.

SCHILDER, H. Cleaning and shaping the root canal. **Dent. Clin. North Am.**, Philadelphia, v. 18, n. 2, p. 269-296, Apr. 1974.

SHEMESH, H. et al. The Use of Cone-beam Computed Tomography and Digital Periapical Radiographs to Diagnose Root Perforations. **J. Endod.**, Baltimore, v. 37, n. 4, p. 513-516, Apr. 2011.

SCHIMTZ, M. S. et al. Influence of cervical preflaring on determination of apical file size in mandibular molars: SEM Analysis. **Braz. Dent. J.**, Ribeirão Preto, v. 19, n. 3, p. 245-251, 2008.

SUOMALAINEN, A. et al. Dosimetry and image quality of four dental cone beam computed tomography scanners compared with multislice computed tomography scanners. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Tokyo, v. 38, p. 367-378. 2009.

TABRIZIZADEH, M. et al. Evaluation of Radicular Dentin Thickness of Danger Zone in Mandibular First Molars. **J. Dent. Tehran Univ. Med. Sci.**, Tehran, v. 7, n. 4, p. 196-199. 2010.

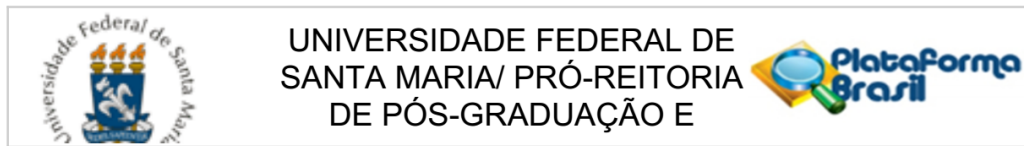
VERTUCCI, F. J. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. **Endod. Topics.**, Oxford, v. 10, n. 1, p. 03-29. 2005.

WATANABE, H. et al.. A comparative study for spatial resolution and subjective image characteristics of a multi-slice CT and a cone-beam CT for dental use. **Eur. J. Radiol.**, Stuttgart, v. 77, n. 3, p. 397-402. 2011.

WU, M. K.; VAN DER SLUIS, L. W. M. e WESSELINK, P. R. The risk of furcal perforation in mandibular molars using gates-glidden drills with anticurvate pressure. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Endod.**, St. Louis, v. 99, n. 3, p. 378-382, Mar. 2005.

ZUCKERMAN, O. et al. Residual dentin thickness in mesial roots of mandibular molars prepared with Lightspeed rotary instruments and Gates-Glidden reamers. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Endod.**, St. Louis, v. 96, n. 3, p. 351-355, Sept. 2003.

## ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** AVALIAÇÃO DA ZONA DE RISCO DA RAIZ MESIAL DE MOLARES INFERIORES POR MEIO DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA MULTIDETECTOR

**Pesquisador:** Carlos Alexandre Souza Bier

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 39486614.2.0000.5346

**Instituição Proponente:** Universidade Federal de Santa Maria/ Pró-Reitoria de Pós-Graduação e

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.293.146

#### Apresentação do Projeto:

Pela emenda o proponente solicita "adequação do título do projeto, introdução, resumo, palavras-chave, objetivos, metodologia, cronograma e recursos financeiros. O número e tipo de amostras, aspectos éticos e recursos humanos permanecem inalterados".

No resumo do projeto consta o seguinte texto: "O conhecimento sobre a anatomia interna associado ao exame por imagem visa desenvolver um preparo com menor diâmetro apical e conicidade crescente em direção cervical, sem alterar a posição original do forame apical. Molares inferiores da dentição permanente têm sido destaques na literatura no que tange um possível rasgo na região de furca utilizando diversas metodologias. Este projeto se propõe a avaliar in vitro as menores medidas obtidas por tomografia computadorizada multidetector da zona de risco das raízes mesiais de molares inferiores da dentição permanente, compreendendo 1 a 6 milímetros abaixo da furca, bem como associar essas medidas com a distância da furca ao ápice radicular e também com a distância das menores medidas da zona de risco com a abertura dos canais mesiais na câmara pulpar à furca. Para isso, serão utilizados 33 molares inferiores extraídos, do acervo da disciplina de Anatomia e Escultura Dental (UFSM). Os dentes serão escaneados por tomografia computadorizada multidetector e após criada a renderização 3D de superfície, de onde serão

**Endereço:** Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 2º andar

**Bairro:** Camobi

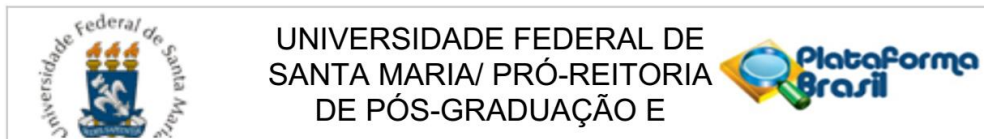
**CEP:** 97.105-970

**UF:** RS

**Município:** SANTA MARIA

**Telefone:** (55)3220-9362

**E-mail:** cep.ufsm@gmail.com



Continuação do Parecer: 1.293.146

realizadas as mensurações da menor espessura radicular da zona de risco dos cortes tomográficos pelo plano "Z" através de programa específico."

Consta que "serão utilizados dentes molares inferiores permanentes humanos extraídos, doados pela Disciplina de Anatomia e Escultura Dental do Departamento de Morfologia/CCS da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)" e que "o tamanho da amostra foi estabelecido em 33 dentes MI, mediante cálculo realizado com desvio padrão de um estudo piloto onde foi mensurada a distância méso-distal da coroa dental através de um paquímetro digital (Starret 727-2001, Itu, SP, Brasil) e por reconstruções 3D obtidas por meio da TCMD através do programa Netfabb Basic 5.1.0 (netfabb GmbH 2013, Lupburg, Germany), obtendo-se um desvio padrão da diferença de 0,4 mm e desejando-se encontrar uma diferença mínima entre as médias dos dois métodos de 0,2 mm, com nível de significância de 5% e poder de 80%, através do programa PS Power and Sample Size Calculations Version 3.0, january, 2009."

Consta, ainda, cronograma e orçamento.

**Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo geral: comparar in vitro as medidas da zona de risco da raiz mesial de molares inferiores humanos da dentição permanente através de reconstruções 3D obtidas por meio de TCMD e protocolo Dental, com as medidas publicadas na literatura por outros métodos avaliativos.

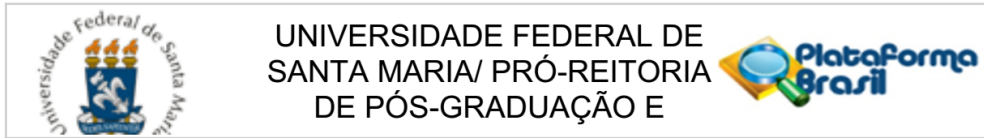
Objetivos Específicos:

- avaliar in vitro as menores medidas da ZR da raiz mesial de MI nos níveis da furca e abaixo desta (1, 2, 3, 4, 5 e 6 milímetros);
- associar as medidas da zona de risco com a distância da furca ao ápice radicular;
- associar a distância das menores medidas da zona de risco com a abertura dos canais mesiais na câmara pulpar à furca.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Foi apresentados de modo suficiente.

**Endereço:** Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 2º andar  
**Bairro:** Camobi **CEP:** 97.105-970  
**UF:** RS **Município:** SANTA MARIA  
**Telefone:** (55)3220-9362 **E-mail:** cep.ufsm@gmail.com



UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA MARIA/ PRÓ-REITORIA  
DE PÓS-GRADUAÇÃO E

Continuação do Parecer: 1.293.146

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Foram apresentados de modo suficiente.

**Recomendações:**

Veja no site do CEP - <http://w3.ufsm.br/nucleodecomites/index.php/cep> - na aba "orientações gerais", modelos e orientações para apresentação dos documentos. Acompanhe as orientações disponíveis, evite pendências e agilize a tramitação do seu projeto.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_613412 E1.pdf	21/10/2015 20:56:55		Aceito
Outros	Emenda.pdf	21/10/2015 20:53:13	Leandro José Corrêa Harb	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoIntegraComEmenda.pdf	21/10/2015 20:52:13	Leandro José Corrêa Harb	Aceito
Outros	Termo de Confidencialidade Corrigido.jpg	11/12/2014 19:29:03		Aceito
Outros	harb.pdf	07/12/2014 11:19:50		Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Projeto Registrado no GAP.pdf	03/12/2014 10:42:01		Aceito
Folha de Rosto	Folha de Rosto.jpg	02/12/2014 20:50:48		Aceito
Outros	Termo de Confidencialidade.jpg	02/12/2014 16:45:57		Aceito
Declaração de	Autorização Sabú - Dentes.jpg	02/12/2014		Aceito

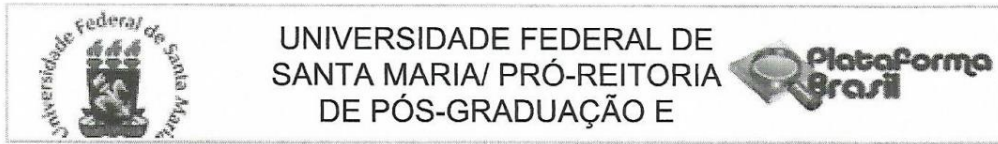
**Endereço:** Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 2º andar

**Bairro:** Camobi **CEP:** 97.105-970

**UF:** RS **Município:** SANTA MARIA

**Telefone:** (55)3220-9362

**E-mail:** cep.ufsm@gmail.com



Continuação do Parecer: 1.293.146

Instituição e Infraestrutura	Autorização Sabú - Dentes.jpg	16:44:13		Aceito
------------------------------	-------------------------------	----------	--	--------

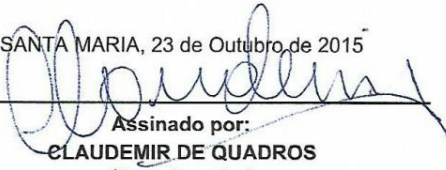
**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

SANTA MARIA, 23 de Outubro de 2015

  
 Assinado por:  
**CLAUDEMIR DE QUADROS**  
 (Coordenador)

**Endereço:** Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 2º andar  
**Bairro:** Camobi **CEP:** 97.105-970  
**UF:** RS **Município:** SANTA MARIA  
**Telefone:** (55)3220-9362 **E-mail:** cep.ufsm@gmail.com