

Trabalho de Conclusão de Curso

**ACURÁCIA DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO NA
MEDIÇÃO DA ESPESSURA DAS PAREDES DO CANAL RADICULAR**

Daiana Lopes Bunn



**Universidade Federal de Santa Catarina
Curso de Graduação em Odontologia**

Daiana Lopes Bunn

**ACURÁCIA DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO NA
MEDIÇÃO DA ESPESSURA DAS PAREDES DO CANAL RADICULAR**

Trabalho de conclusão de Curso de Graduação em Odontologia apresentado junto à Disciplina de TCC III do Curso de Graduação em Odontologia, como requisito para a obtenção do título de cirurgião-dentista.

Orientador: Prof^o. Dr. Eduardo Antunes Bortoluzzi

Florianópolis

2011

Daiana Lopes Bunn

**ACURÁCIA DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO
NA MEDIÇÃO DA ESPESSURA DAS PAREDES DO CANAL RADICULAR**

Este trabalho de conclusão de curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Cirurgião-dentista e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Odontologia.

Florianópolis, 05 de Outubro de 2011



Prof.^a, Dr.^a Graziela de Luca Canto

Coordenador do Curso

Banca Examinadora:



Prof.^o, Dr. Eduardo Antunes Bortoluzzi,

Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina



Prof.^o, Dr. Márcio Corrêa,

Universidade Federal de Santa Catarina



Prof.^a, Mestranda; Gabriela Santos Felipe,

Universidade Federal de Santa Catarina

Aos meus pais **Lia e Ivan**, e à minha irmã
Mônica, os quais amo muito.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador e amigo **Eduardo Antunes Bortoluzzi** por me convidar a realizar a pesquisa que acabou se tornando meu trabalho de conclusão de curso. Obrigada pelo incentivo, confiança, dedicação e atenção, mesmo no meio de um turbilhão de atividades. Quebramos a cabeça, mas conseguimos!

Ao professor **Márcio Corrêa** pela atenção e pela disponibilização de tempo e do tomógrafo que permitiu a aquisição das imagens tomográficas. Não sei o que faríamos sem o seu apoio e suas idéias.

A minha família, que nunca mediu esforços para me fazer feliz, e por me proporcionar uma vida que poucos tem a chance de ter. **Lia, Ivan e Mônica**, amo vocês.

Aos meus amigos, por proporcionarem momentos agradáveis e de boas risadas no dia-a-dia corrido, mas também por compartilharem momentos não tão bons no decorrer desses cinco anos. Vocês fizeram meus dias mais felizes.

A todos que participaram de alguma forma na elaboração da metodologia da pesquisa.

Aos professores da disciplina de Endodontia da Universidade Federal de Santa Catarina, os quais incentivam profundamente os alunos a realizarem pesquisas.

Aos funcionários da disciplina de Endodontia da Universidade Federal de Santa Catarina, Jaqueline, Sérgio e Marly, sempre receptivos e prestativos.

Aos funcionários do laboratório de procedimentos, Luis e Batista, por tornarem o laboratório um ambiente agradável e descontraído.

Agradeço todas as dificuldades que enfrentei; elas foram adversárias dignas, implorando minha vitória. (Nelson Moura)

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”

(Jose de Alencar)

Bunn DL. Acurácia da tomografia computadorizada de feixe cônico na medição da espessura das paredes do canal radicular. [Trabalho de Conclusão de Curso]. Florianópolis: Curso de Graduação em Odontologia da UFSC; 2011.

RESUMO

O preparo para retentores intra-radulares em dentes tratados endodonticamente deve ser cuidadoso, preservando suficiente estrutura dentinária, e conseqüentemente evitando fraturas e perfurações. Como a radiografia periapical não é um método adequado para medir a espessura de dentina, o objetivo deste trabalho foi verificar a acurácia da Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) na medição da espessura das paredes de dentina radicular. 10 pré-molares inferiores foram incluídos em resina acrílica de poliestireno e seccionados transversalmente em duas marcações pré-determinadas. Imagens fotográficas das secções foram obtidas e mensuradas no programa de imagem Image J, gerando a medida anatômica da espessura das paredes vestibular, palatina, mesial e distal da raiz (padrão-ouro). As imagens tomográficas foram obtidas no aparelho i-CAT e mensuradas no programa de imagem Image J e no i-CAT *view software*. Os resultados foram tabulados e submetidos ao teste de Análise de Variância com três fatores (ANOVA three-way), com nível de significância de 5%. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os métodos de mensuração da espessura de dentina radicular ($p < 0,05$). Foi concluído que a TCFC mostrou-se um meio confiável e preciso para medir a espessura das paredes do canal radicular.

Palavras-chave: tomografia computadorizada de feixe cônico, diagnóstico por imagem, técnica para retentor intra-adicular.

ABSTRACT

Post space preparation of endodontically treated teeth should be carefully done, preserving a great dentin thickness, and avoiding fractures and perforations. As periapical radiographs are not an appropriated method to measure dentin thickness, the goal of this study was to verify the accuracy of Cone Beam Computed Tomography (CBCT) in measuring the thickness of radicular dentin walls. Ten premolars were embedded in polystyrene acrylic resin and sections were made in two predetermined marks. Photographic images of the sections were taken and measured in Image J program, creating an anatomic thickness of the four walls of root dentin (buccal, lingual, mesial, distal). The tomographic images of the slices were taken with the iCAT system and measured with ImageJ and i-CAT view software. The results were recorded and a variance analysis was used to compare the measures (ANOVA three-way), with the significance level set at 5%. There was no significant difference when comparing methods of measuring the root dentin thickness ($p < 0.05$). CBCT proved to be a reliable method to measure the radicular dentin thickness.

Keywords: cone beam computed tomography, diagnostic imaging, post space preparation.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tamanho da amostra (N), médias, desvios-padrão (DP), erro-padrão (EP), valores mínimo e máximo mensurados (em milímetros).....19

Tabela 2 - Tamanho da amostra (N), médias com os respectivos resultados estatísticos, desvios-padrão (DP), erro-padrão (EP), valores mínimo e máximo mensurados (em milímetros).....20

SUMÁRIO

1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA	10
2 ARTIGO	15
Introdução.....	16
Material e Métodos.....	17
1 Seleção dos dentes.....	17
2 Acesso e esvaziamento dos canais.....	17
3 Marcação dos níveis de avaliação na raiz e inclusão dos dentes em resina.....	17
4 Cortes transversais e pontos de referência nas secções.....	18
5 Aquisição das imagens.....	18
6 Análise estatística.....	19
Resultados.....	19
Discussão.....	20
Conclusão.....	22
Referências.....	22
REFERÊNCIAS	25
ANEXO A	30

1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

Dentes tratados endodonticamente geralmente apresentam uma extensa perda da estrutura coronária devido à destruição por cárie, fraturas, restaurações anteriores ou técnica endodôntica, resultando na redução da resistência dentária (ASSIF, GORFIL, 1984). Por estes motivos, esses dentes comumente requerem remoção parcial do material obturador do canal, e posterior colocação de um retentor intra-radicular para estabilização e fixação de uma coroa protética (PILO, TAMSE, 2000; RAIDEN *et al.*, 2001; SOUZA *et al.*, 2008). Dentes com perdas maiores que a metade de sua coroa ou com a perda total da mesma necessitam da colocação de um retentor intra-radicular. Já os que possuem até metade da estrutura coronária sadia provavelmente não necessitam de restauração com retentor (CHRISTENSEN, 1996).

Recomendações foram feitas sobre as características do preparo para o retentor (RAIDEN *et al.*, 2001). O diâmetro do preparo deve ser igual a um terço do diâmetro da raiz e não deve deixar uma parede de dentina radicular com espessura menor que 1 milímetro (RAIDEN *et al.*, 2001; SOUZA *et al.*, 2007; PILO *et al.*, 2008).

O espaço para o pino é criado através da remoção parcial da guta-percha do canal radicular. A técnica que utiliza instrumentos aquecidos é a mais segura (PILO, TAMSE, 2000), entretanto a técnica mais comum e rápida é aquela realizada com instrumentos rotatórios. Muitos sistemas de pinos pré-fabricados empregam fresas específicas para tornar as dimensões do canal radicular semelhantes às do pino (SOUZA *et al.*, 2007). O uso incorreto dos instrumentos rotatórios pode causar danos como enfraquecimento da estrutura dental, injúrias ao periodonto e, em alguns casos, levar a uma perfuração ou fratura radicular pelo fato de reduzirem excessivamente a espessura dentinária (RICKETTS *et al.*, 2005; PILO *et al.*, 1998; PILO, TAMSE, 2000; RAIDEN PILO *et al.*, 1999; CHRISTENSEN, 1996; SOUZA PILO *et al.*, 2007, 2008). O potencial de fratura dos dentes tratados endodonticamente aumenta proporcionalmente à quantidade de dentina removida, enquanto a resistência às forças oclusais diminui (PILO *et al.*, 1998; PILO, TAMSE, 2000; ASSIF, GORFIL, 1994). Portanto, a quantidade de dentina remanescente é diretamente proporcional à resistência da raiz (ASSIF, GORFIL, 1994; PILO *et al.*, 1998; PILO, TAMSE, 2000; KATZ, TAMSE, 2003; SOUZA *et al.*, 2007).

A redução da espessura dentinária proximal pode aumentar a concentração do stress vestibulo-lingual e predispor a fratura neste sentido (LERTCHIRAKARN, 2003). A instrumentação mecânica dos canais radiculares pode criar linhas nas paredes do canal servindo como sítios que aumentam o stress sobre a raiz. Quando é mantida uma adequada

espessura de dentina o stress adicional sobre o dente é minimizado (LERTCHIRAKARN *et al.*, 2003).

Katz *et al.*, em 2006, avaliaram a espessura de dentina antes e após a instrumentação do canal. Foram utilizadas brocas Gates Glidden (GG) associadas a limas K file, e brocas GG associadas a brocas Largo e Parapost. A espessura de dentina remanescente foi reduzida após os dois procedimentos em todas as paredes da raiz.

Outros estudos concluíram que o uso de brocas GG maiores que a número 4 reduz significativamente a área total de dentina radicular. Quanto maior o diâmetro da broca, maior a remoção de dentina radicular e maior o risco de perfuração (KUTTLER *et al.*, 2004; PILO *et al.*, 1998; PILO, TAMSE, 2000).

Durante o preparo do canal para colocação do retentor, o cirurgião-dentista deve conhecer a anatomia interna e a morfologia radicular de cada dente a fim de não causar um desgaste excessivo (PILO, TAMSE, 2000). A espessura dentinária em vários grupos dentários já é reduzida mesmo antes do preparo endodôntico (SOUZA *et al.*, 2007). A maioria dos canais apresenta-se de forma ovalada com seu maior diâmetro no sentido vestibulo-lingual (KUTTLER *et al.*, 2004). Em uma pesquisa realizada por Pilo *et al.*, em 1998, o efeito da instrumentação foi observado principalmente na direção méso-distal, em oposição a uma redução mínima na direção vestibulo-lingual.

Pesquisas *in vitro* a fim de medir a espessura das paredes radiculares antes do preparo do canal já foram realizadas. Estas utilizaram técnicas como seccionamento, imagem radiográfica e a montagem em mufla (BRAMANTE *et al.*, 1987; PILO, TAMSE, 2000; RAIDEN *et al.*, 2001).

A radiografia periapical tem sido o meio mais utilizado pelos dentistas para avaliar a anatomia interna e medir espessura radicular (RAIDEN *et al.*, 2001). Entretanto, não é a técnica mais adequada, pois fornece uma imagem bidimensional de um objeto que é tridimensional (BERNARDES, 2007; HASSAN *et al.*, 2009; PATEL *et al.*, 2009a; SCARFE, 2011). A localização, natureza e forma das estruturas sob investigação, bem como estruturas anatômicas adjacentes e a anatomia complexa do esqueleto maxilo-facial podem interferir na visualização da área de interesse, dificultando a interpretação da imagem radiográfica (COTTON *et al.*, 2007; PATEL *et al.*, 2009a; SCARFE, FARMAN, 2008; SCARFE, 2011).

Assim, as medidas radiográficas podem sobrestimar a espessura das medidas anatômicas (RAIDEN *et al.*, 2001; BERNARDES *et al.*, 2010). Essa imprecisão em definir a espessura da raiz remanescente pode resultar em risco de desgaste excessivo ou perfuração da raiz (RAIDEN *et al.*, 2001; SOUZA *et al.*, 2007).

Apesar de existir desde 1980, a Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC), também chamada de Cone Beam, atualmente vem recebendo cada vez mais destaque na Odontologia (BERNARDES, 2007; COTTON *et al.*, 2007). O avanço tecnológico permitiu a criação de sistemas não muito caros e pequenos o suficiente para serem utilizados no consultório odontológico (ANHEITER *et al.*, 2006). A TCFC representa um maior avanço na aquisição de imagem do dente e esqueleto maxilo-facial, permitindo a visualização tridimensional das estruturas sob investigação em questão de minutos, a uma dose de radiação mais baixa, com menor custo e menos artefatos metálicos do que a tomografia computadorizada médica (PATEL, HORNER, 2009c; HASSAN *et al.*, 2009; COTTON *et al.*, 2007).

A captura da imagem é feita pela aplicação de uma radiação em feixe cônico em uma única rotação de 180° ou 360° ao redor da cabeça do paciente por um tempo médio de 10 a 40 segundos, similar à técnica utilizada na radiografia panorâmica (PATEL, 2009b; KIM *et al.*, 2010). Existe uma relação direta entre o sensor e a fonte que rotacionam sincronizadamente adquirindo uma imagem a cada grau de giro (PATEL, 2009b). Assim, é formada uma imagem possível de ser visualizada em qualquer um dos três planos do espaço: axial, sagital e coronário, permitindo a evidenciação das relações estruturais de profundidade, mostrando as imagens do corpo humano em fatias (BERNARDES, 2007; HASSAN *et al.*, 2009; PATEL *et al.*, 2009a; PATEL, 2009b). Os volumes cúbicos criados, chamados voxels, são análogos aos pixels das imagens bidimensionais e estão relacionados com a acurácia na visualização das estruturas (KIM *et al.*, 2010).

A TCFC é superior à radiografia periapical principalmente pelo alto contraste e pela natureza tridimensional das imagens. Essa tecnologia oferece ao clínico informações relevantes não disponíveis nas radiografias convencionais (HASSAN *et al.*, 2010). Múltiplas radiografias intra-orais podem não garantir a identificação de todas as estruturas ou lesões sob investigação; e a repetição pode não revelar muito mais do que uma única radiografia (PATEL *et al.*, 2009a). A possibilidade de visualizar tridimensionalmente as áreas de interesse elimina a sobreposição de imagens, o que acontece nas imagens radiográficas (COTTON *et al.*, 2007). As vistas axial e proximal são de particular valor, pois geralmente não são visíveis na radiografia periapical convencional (COTTON *et al.*, 2007). Entretanto, a resolução das imagens produzidas pela TCFC não é tão boa quanto a das radiografias convencionais (PATEL, 2009b). Outras limitações da TCFC quando comparada a radiografia convencional são: a maior dose de radiação e energia, a presença de artefatos, elevado custo, e a necessidade de um espaço maior para o escaner (SCARFE, 2011; MELO *et al.*, 2010).

Alguns autores salientam que a dose é tão baixa quanto a de uma radiografia panorâmica, ou equivalente a 2 ou 3 exposições à radiografias periapicais (PATEL, 2009b). Outros autores relataram que a TCFC pode expor o paciente a uma radiação 2 a 8 vezes maior que em uma radiografia panorâmica, e cerca de um terço de um levantamento radiográfico (KIM et al., 2010). Entretanto, a dose de radiação pode variar de acordo com o tempo de aquisição da imagem, fonte de radiação (pulsátil ou não pulsátil), tamanho do voxel, FOV, voltagem e corrente do tubo (KIM et al., 2010). A colimação do feixe de raios x limita a radiação à região de interesse (SCARFE, FARMAN, 2008).

A presença de material obturador ou pino reduz a especificidade da TCFC, podendo mostrar resultados falso negativos (HASSAN et al., 2010; MELO et al., 2010). O desenvolvimento de um novo software capaz de reduzir artefatos associados a pinos intraradiculares metálicos e presença de material obturador nas imagens tomográficas se faz necessário (BUENO et al., 2011).

A TCFC pode ser empregada em várias especialidades odontológicas como endodontia, implantodontia, cirurgia e traumatologia bucomaxilofacial, periodontia, ortodontia, entre outras. Em endodontia, pode ser usada para verificar a anatomia dos canais radiculares, canais acessórios, perfurações, reabsorções, avaliar fraturas radiculares, lesões periapicais, diagnosticar e acompanhar traumas dento-alveolares, verificar transportações do canal, avaliar o efeito da instrumentação do canal e planejar cirurgias parendodônticas (PATEL, 2009b; PATEL, HORNER, 2009c; TYNDALL, RATHORE, 2008; SCARFE, 2011; HARTMANN et al., 2007; SANFELICE et al., 2010).

Em alguns estudos, a TCFC foi superior às radiografias convencionais na detecção de perfurações apicais e laterais (BUENO *et al.*, 2011), e também na detecção de fraturas radiculares (BERNARDES *et al.*, 2009; HASSAN *et al.*, 2009; MELO *et al.*, 2010).

A TCFC mostrou acurácia superior à radiografia convencional na detecção de reabsorções radiculares (Patel et al., 2009d) e foi duas vezes mais sensível em relação à radiografia digital e convencional na detecção de lesões periapicais (Patel et al., 2009b), talvez porque esta técnica permita que lesões radiolúcidas sejam detectadas antes que se tornem aparentes na radiografia convencional (Patel et al., 2009b).

A decisão em requisitar uma TCFC deve se basear na história do paciente e no exame clínico, e deve ser solicitada somente quando há dúvida na imagem adquirida por meio da radiografia convencional ou outro tipo de radiografia (SCARFE, 2011).

Diante destas premissas, a TCFC pode tornar-se uma ferramenta importante na medição da espessura das paredes de dentina radicular previamente ao preparo do canal para

receber um retentor intra-radicular, evitando possíveis iatrogenias. O objetivo deste estudo foi avaliar a sua acurácia em medir a espessura das paredes do canal radicular.

2 ARTIGO

Acurácia da tomografia computadorizada de feixe cônico na medição da espessura das paredes do canal radicular.

Bunn DL, Borgonovo C, Vieira DP.

Department of Dentistry, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brazil.

Introdução

A reabilitação de dentes tratados endodonticamente frequentemente requer o uso de retentores intra-radulares para promover a retenção de coroas protéticas, pois estes dentes comumente sofreram extensiva perda estrutura coronária (1, 2). Para tanto, o preparo para o retentor deve seguir algumas princípios pré-estabelecidas na literatura. Sugere-se que o diâmetro do preparo deve ser igual a um terço do diâmetro da raiz ou que as paredes da raiz permaneçam com no mínimo 1 milímetro de espessura (3, 4). Reduzir excessivamente as paredes do canal radicular deve ser evitado, pois pode levar a perfurações e fraturas (5, 6). Uma manobra adicional de desgaste dentinário pode colocar em risco a integridade e manutenção do remanescente dentário a longo prazo (7). O potencial de fratura do dente tratado endodonticamente aumenta proporcionalmente à quantidade de dentina removida (8), já que a dentina promove uma base sólida para a restauração de um dente (9).

A radiografia é o método mais empregado para visualizar a anatomia radicular e medir espessura das paredes de dentina (4). Entretanto, esta ferramenta de diagnóstico permite apenas uma visão bidimensional de estruturas tridimensionais (7), possibilitando visualizar somente as paredes proximais, o que aumenta o risco de perfurações (4).

A Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) permite a visualização tridimensional das estruturas sob investigação (10), e é o maior avanço na aquisição de imagem do dente e esqueleto maxilo-facial (11), oferecendo ao clínico informações relevantes que não são visíveis através da radiografia convencional (12). A TCFC elimina a sobreposição de estruturas anatômicas e possibilita a formação de imagens nos planos proximais e axial (12). Assim, a TCFC pode ser utilizada como adjunta da radiografia na aquisição de informações diagnósticas (12).

Em endodontia, pode ser utilizada no diagnóstico de fraturas e perfurações radiculares, avaliação da anatomia radicular interna e externa, localização de reabsorções radiculares e lesões periapicais, diagnóstico e acompanhamento de traumas dento-alveolares, planejamento de cirurgia endodôntica, verificação de transporte do canal, e avaliação do efeito da instrumentação do canal (13, 14, 15, 16).

A TCFC pode ser uma ferramenta importante na medição da espessura das paredes de dentina radicular previamente ao preparo do canal para receber um retentor intra-radicular, evitando possíveis iatrogenias. O objetivo deste estudo é avaliar sua acurácia em medir a espessura das paredes do canal radicular.

Material e Métodos

1 Seleção dos dentes

Foram utilizados 10 dentes, entre primeiros e segundos pré-molares inferiores, extraídos de humanos por razões alheias a esta pesquisa, pertencentes ao Banco de dentes da Universidade Federal de Santa Catarina. A seleção dos dentes foi realizada por exame visual e radiográfico, e foram escolhidos os que apresentaram raízes completamente formadas, canal único, sem lesões de cárie, restaurações, dilacerações ou anomalias. O projeto deste trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (Protocolo nº 1072). (Anexo A)

2 Acesso e esvaziamento dos canais

A câmara pulpar de cada dente foi acessada com broca carbide nº 2 (KG Sorensen, Cotia, São Paulo) e esvaziada com cureta de dentina e sob irrigação com hipoclorito de sódio a 1%. Em seguida, a odontometria foi realizada introduzindo-se uma lima Flexofile #15 (Maillefer, Ballaigues, Suíça) no canal radicular, até que a sua ponta atingisse o forame apical. Movimentos suaves de vai e vem foram empregados à lima a fim de esvaziar o conteúdo do canal. Para finalizar o esvaziamento, uma irrigação final com 3 mL de hipoclorito de sódio a 1% foi realizada.

3 Marcação dos níveis de avaliação na raiz e inclusão dos dentes em resina

Três linhas foram desenhadas com grafite perpendicularmente ao longo eixo das raízes dos dentes com o objetivo de guiar as futuras secções transversais. A primeira linha foi realizada no limite amelocementário, a segunda 5 mm aquém do vértice radicular e a terceira entre as duas primeiras.

Feitas as marcações, as raízes foram incluídas em resina de poliestireno (ComFibras, Florianópolis, Brasil) dentro de uma matriz de gesso pedra especial. A forma interna da matriz era a de um cone invertido, ou seja, a ponta do cone ficou virada para o solo. Além de servir como base de sustentação durante a aquisição das imagens pelo tomógrafo, a matriz proporcionou a remontagem das secções de cada dente na posição original após os cortes.

4 Cortes transversais e pontos de referência nas secções

As amostras (dentes inclusos em resina) foram removidas da matriz e levadas a uma máquina de corte (Isomet 1000 – Buehler, Lake Bluff, Illinois, USA) com disco de diamante de 0,5 mm de espessura. Por transparência da resina foi possível visualizar as marcações nas raízes, onde foram feitas as secções. O espaço deixado pelos cortes serviram de referência para a captura das imagens pelo tomógrafo.

As secções escolhidas para avaliação foram a apical e a do terço médio, onde a medição da espessura das paredes de dentina foi realizada na face superior. Para guiar a medida, diminutas cavidades foram realizadas com uma lima Flexofile #06 na resina, nas regiões vestibular, lingual, mesial e distal, e depois preenchidas com guta-percha. As cavidades serviram como pontos de referência, padronizando o nível da mensuração nas fotografias das secções com o software Image J e também nas imagens da tomografia.

5 Aquisição das imagens

As secções foram fotografadas, juntamente com um paquímetro digital (Starrett, 727, Itu, Brasil) fixado em 3 mm, para possibilitar a criação de uma escala no programa Image J, servindo de base para as medições anatômicas. A partir dos pontos, criados na resina, foram traçadas linhas que padronizaram os níveis de medição.

Em seguida as amostras foram remontadas na matriz e levadas ao tomógrafo i-CAT (120kV, 37.07 mA, Imaging Sciences International, EUA) onde as imagens tomográficas foram adquiridas. As imagens base (axiais) foram obtidas com resolução de 0.2 mm de voxel, e 26,9 s de tempo de aquisição. Elas foram processadas, reconstruídas e as paredes radiculares (vestibular, lingual, mesial e distal) foram medidas utilizando o próprio software do equipamento (i-CAT view software, Imaging Sciences International, EUA). As medidas das imagens tomográficas também foram realizadas no Image J. Para tanto, uma régua obtida com guta-percha colada na lateral da amostra serviu de escala e possibilitou a medição pelo software.

6 Análise estatística

Os valores de mensuração obtidos por meio dos programas Image J e i-CAT view software foram submetidos ao teste estatístico Anova three-way, com nível de significância de 5%.

As análises foram realizadas com auxílio dos programas Microsoft Excel 2008 (Microsoft Office System, 2008) e SPSS 19 (SPSS Inc., Chicago, II, EUA).

Resultados

As comparações das médias das medidas obtidas entre os métodos de mensuração da espessura de dentina radicular mostraram que não há diferença estatística significativa entre eles ($p < 0,05$).

A tabela 1 apresenta a estatística descritiva dos valores obtidos nos 24 grupos avaliados.

A tabela 2 apresenta a comparação entre os métodos de mensuração avaliados.

Tabela 1 - Tamanho da amostra (N), médias, desvios-padrão (DP), erro-padrão (EP), valores mínimo e máximo mensurados (em milímetros).

Terço	Paredes	Método	N	Média	DP	EP	Mínimo	Máximo
Médio	Vestibular	Fotografia	10	2,04	0,28	0,08	1,66	2,49
		Tomografia	10	2,26	0,28	0,09	1,83	2,76
		i-CAT	10	2,14	0,34	0,11	1,60	2,60
	Lingual	Fotografia	10	2,32	0,26	0,08	1,87	2,86
		Tomografia	10	2,38	0,39	0,12	1,83	3,18
		i-CAT	10	2,52	0,32	0,10	2,20	3,20
	Esquerda	Fotografia	10	1,70	0,54	0,17	0,98	2,86
		Tomografia	10	1,63	0,17	0,05	1,38	2,02
		i-CAT	10	1,54	0,19	0,60	1,20	1,80
	Direita	Fotografia	10	1,40	0,18	0,06	1,16	1,65
		Tomografia	10	1,65	0,15	0,05	1,37	1,88
		i-CAT	10	1,38	0,26	0,08	1,00	1,80
Vestibular	Fotografia	10	1,66	0,28	0,09	1,06	1,99	
	Tomografia	10	1,86	0,36	0,11	1,12	2,23	
	i-CAT	10	1,76	0,31	0,10	1,20	2,20	

Cervical	Lingual	Fotografia	10	1,98	0,46	0,15	1,27	2,86
		Tomografia	10	2,16	0,51	0,16	1,52	3,00
		i-CAT	10	2,16	0,42	0,13	1,40	2,80
	Esquerda	Fotografia	10	1,43	0,18	0,06	0,98	1,67
		Tomografia	10	1,43	0,35	0,11	0,96	2,13
		i-CAT	10	1,46	0,21	0,07	1,20	1,80
	Direita	Fotografia	10	1,40	0,18	0,06	1,16	1,65
		Tomografia	10	1,44	0,36	0,11	0,99	2,09
		i-CAT	10	1,38	0,26	0,08	1,00	1,80

Tabela 2 - Tamanho da amostra (N), médias com os respectivos resultados estatísticos, desvios-padrão (DP), erro-padrão (EP), valores mínimo e máximo mensurados (em milímetros).

Métodos de avaliação	N	Médias	DP	EP	Mínimo	Máximo
Fotografia	80	1,74 ^a	0,45	0,05	0,98	2,86
Tomografia	80	1,85 ^a	0,47	0,05	0,96	3,18
i-CAT	80	1,79 ^a	0,49	0,06	1,00	3,20

Médias seguidas por letras sobrescritas iguais não diferem entre si pelo teste Tukey HSD, ao nível de significância de 5%.

Discussão

A imagem radiográfica nem sempre reproduz fielmente a anatomia da área de interesse (11), seja por gerar uma imagem bidimensional, pela sobreposição de estruturas ou por não permitir a visualização nos planos proximal e axial (12, 17). Já a TCFC gera uma imagem tridimensional que permite ao clínico a visualização dos dentes em fatias em qualquer dos três planos do espaço (11, 14). Por fornecer mais informações, a TCFC pode ser uma ferramenta importante na medição da espessura das paredes de dentina radicular previamente ao preparo do canal para receber um retentor intra-radicular, evitando o comprometimento da integridade dental. Este estudo foi realizado a fim de verificar a acurácia da TCFC na medição da espessura das paredes de dentina radicular, visando reduzir iatrogenias durante o preparo para retentor intra-radicular.

Comparando a média das medidas anatômicas (fotografia) com a média das tomográficas, tanto pelo Image J quanto pelo iCAT, nota-se que em 87,5% dos casos as medidas foram levemente superiores na tomografia. Entretanto, essa diferença não foi estatisticamente significativa ($p < 0,05$). Na comparação da média das medidas anatômicas

com a média das tomográficas realizadas pelo iCAT foi constatado que em 62,5% dos casos as medidas apresentadas pelo i-CAT foram levemente superiores, mas também sem significância estatística ($p < 0,05$). Portanto, as medidas tomográficas foram superiores as anatômicas na maioria dos casos.

Ao comparar as médias das imagens tomográficas foi observado leve superioridade da mensuração feita pelo programa de imagem Image J, presente em 75% dos casos, porém sem relevância estatística ($p < 0,05$). Assim, não houve diferença estatisticamente significativa entre os métodos de mensuração avaliados, uma vez que as medidas anatômicas e tomográficas foram similares estatisticamente.

Lascaia et al. (18) avaliaram o uso da TCFC na mensuração de distâncias entre pontos de um crânio e concluíram que, apesar da TCFC subestimar as distâncias reais entre os pontos, as diferenças só foram significantes para medições localizadas na base do crânio. Os autores consideraram a TCFC é confiável em mensurações lineares das estruturas dentais e maxilofaciais. Resultados semelhantes foram encontrados por Baumgaertel et al. (19). Eles salientaram que embora as medidas da TCFC subestimem levemente as medidas reais, essa diferença não foi significativa para as medidas isoladas. Entretanto, quando combinações de medidas foram analisadas essa diferença tornou-se significativa (19).

Moreira et al. (20) analisaram a acurácia da TCFC na obtenção de medidas lineares e angulares de estruturas maxilo-faciais e marcos de referência. A análise dos dados consistiu em comparar as medidas obtidas diretamente no crânio com as obtidas pela TCFC. Não houve diferença estatística significativa entre as medidas, tanto as lineares quanto angulares. Kim et al. (21) também demonstraram que a TCFC foi precisa na mensuração de distâncias entre o ápice de dentes inferiores posteriores e o canal mandibular. A análise estatística mostrou que não houve diferença significativa entre as medidas anatômicas e as da TCFC.

Neste trabalho foi observado que houve uma leve sobrestimação das medidas tomográficas na maioria dos casos, embora sem significância estatística. Isto é importante, pois o emprego prévio da TCFC pode levar a um preparo para retentor menos conservador.

Com base nos resultados obtidos, a TCFC pode ser considerada um método preciso na mensuração da espessura das paredes de dentina do canal radicular. Portanto, dentes que serão preparados para colocação de retentor intra-radicular podem ser escaneados previamente ao preparo do canal a fim de se investigar a espessura das paredes radiculares, possibilitando a determinação da quantidade de dentina a ser desgastada para adaptação do pino. Evitando o desgaste excessivo de dentina é prevenido a susceptibilidade da raiz à fratura e a ocorrência de iatrogenias durante o preparo, como degraus e perfurações, as quais muitas vezes inviabilizam

a permanência do dente em boca. Com a manutenção da quantidade de dentina recomendada ao redor do retentor, a longevidade do dente em boca será prolongada.

CONCLUSÃO

A TCFC mostrou-se um meio confiável e acurado para medir a espessura de dentina radicular.

Referências

1. Kuttler S, McLean A, Dorn S, Fischzang A. The impact of post space preparation. JADA 2009; 135: 903-9.
2. Souza EM, Bretas RT, Cenci MS, Maia-Filho EM, Bonetti-Filho I. Periapical radiographs overestimate root canal wall thickness during post space preparation. Int Endod J 2008; 41: 658-63.
3. Raiden G, Costa L, Koss S, Hernández JL, Aceñolaza V. Residual thickness of root in first maxillary premolars with post space preparation. J Endod 1999; 25: 502-5.
4. Raiden G, Koss S, Costa L, Hernández JL. Radiographic measurement of residual root thickness in premolars with post preparation. J Endod 2001; 27: 296-8.
5. Pilo R, Corcino G, Tamse A. Residual dentin thickness in mandibular premolars prepared with hand and rotatory instruments. J Endod 1998; 24: 401-4.
6. Pilo R, Tamse A. Residual dentin thickness in mandibular premolars prepared with Gates Glidden and ParaPost drills. J Prosthet Dent 2000; 83: 617-23.
7. Souza EM, Pappen FG, Leonardi DP, Flores VO, Berbert FLCV. O papel da anatomia radicular na colocação de pinos pré-fabricados - uma visão endodôntica. RGO 2007; 25: 77-82.

8. Katz A, Wasenstein-Kohn S, Tamse A, Zuckerman O. Residual dentin thickness in bifurcated maxillary premolars after root canal and dowel space preparation. *J Endod* 2006; 32: 202-5.
9. Assif D, Gorfil C. Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1994; 71: 565-7.
10. Bueno MR, Estrela C, Figueiredo JAP, Azevedo BC. Map-reading strategy to diagnose root perforations near metallic intracanal posts by using cone beam computed tomography. *J Endod* 2011; 37: 85-90.
11. Patel S, Dawood A, Wilson R, Horner K, Mannocci F. The detection and management of root resorption lesions using intraoral radiography and cone beam computed tomography – an in vivo investigation. *Int Endod J* 2009; 42: 831-8.
12. Cotton TP, Geisler TM, Holden DT, Schwartz SA, Schindler WG. Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. *J Endod* 2007; 33: 1121-32.
13. Patel S. New dimensions in endodontic imaging: part 2. Cone beam computed tomography. *Int Endod J* 2009; 42: 463-75.
14. Scarfe WC. Use of cone-beam computed tomography in endodontics. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011; 111: 234-7.
15. Hartmann MSM, Barletta FB, Fontanella VRG, Vanni JR. Canal transportation after root canal Instrumentation: A comparative study with computed tomography. *J Endod* 2007; 33: 962-5.
16. Sanfelice CM, Costa FB, S6 MVR, Vier-Pelisser F, Bier CAS, Grecca FS. Effects of four instruments on coronal pre-enlargement by using Cone Beam Computed Tomography. *J Endod*, 2010; 36: 858-61.
17. Hassan B, Metska ME, Ozok AR, Van der Stelt P, Wesselink PR. Detection of vertical root fractures in endodontically treated teeth by a cone beam computed tomography scan. *J Endod*, 2009; 35: 719-22.

18. Lascala CA, Panella J, Marques MM. Analysis of the accuracy of linear measurements obtained by cone beam computed tomography (CBCT-NewTom). *Dentomaxillofac Radiol* 2004; 33: 291–294.
19. Baumgaertel S, Palomo JM, Palomo L, Hans MG. Reliability and accuracy of cone-beam computed tomography dental measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 136: 19-25.
20. Moreira CR, Sales MAO, Lopes PML, Cavalcanti MGP. Assessment of linear and angular measurements on threedimensional cone-beam computed tomographic images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009; 108: 430-6.
21. Kim TS, Caruso JM, Christensen H, Torabinejad M. A Comparison of Cone-Beam Computed Tomography and Direct Measurement in the Examination of the Mandibular Canal and Adjacent Structures. *J Endod* 2010; 36: 1191-4.

REFERÊNCIAS

ARNHEITER, Chris; SCARFE, William C.; FARMAN, Allan G. Trends in maxillofacial cone-beam computed tomography usage. **Oral Radiol**, Japan, v.22, n.2, p.80-5, 2006.

ASSIF, David; GORFIL, Colin. Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.71, n.6, p.565-7, jun. 1994.

BERNARDES, Ricardo Affonso. Estudo comparativo entre as tomografias computadorizadas 3D, ortopantomográfica e radiografias periapicais no diagnóstico de lesões periapicais, fraturas radiculares e reabsorções dentais [tese]. São Paulo: Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Curso de Odontologia, Departamento de pós-graduação em Endodontia; 2007.

BERNARDES, Ricardo Affonso; MORAES, Ivaldo Gomes; DUARTE, Marco Antonio Húngaro; AZEVEDO, Bruno C.; AZEVEDO, José Ribamar; BRAMANTE, Clovis Monteiro. Use of cone-beam volumetric tomography in the diagnosis of root fractures. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, Saint Louis, v.108, n.2, p.270-7, aug. 2009.

BERNARDES, Ricardo Affonso; ROCHA, Emerson Antunes; DUARTE, Marco Antonio Hungaro; VIVAN, Rodrigo Ricci; MORAES, Ivaldo Gomes de; BRAMANTE, Alexandre S.; AZEVEDO, José Ribamar. Root canal área increase promoted by Endosequence and Protaper systems: comparison by computed tomography. **J Endod**, Baltimore, v.36, p.7, p.1179-82, jul. 2010.

BRAMANTE, Clóvis Monteiro; BERBERT, Alceu.; BORGES, Roberto Pinheiro. A methodology for evaluation of root canal instrumentation. **J Endod**, Baltimore, v.13, n.5, p.243-5, mai. 1987.

BUENO, Mike Reis; ESTRELA, Carlos; FIGUEIREDO, José Antônio Poli de; AZEVEDO, Bruno Correa. Map-reading strategy to diagnose root perforations near metallic intracanal posts by using cone beam computed tomography. **J Endod**, Baltimore, v.37, n.1, jan. 2011.

CHRISTENSEN, Gordon J. Posts: necessary or unnecessary? **JADA**, Chicago, v. 127, p.1522-1524, oct. 1996.

COTTON, Taylor P.; GEISLER, Todd M.; HOLDEN, David T.; SCHWARTZ, Scott A.; SCHINDLER, William G. Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. **J Endod**, Baltimore, v.33, n.9, p.1121-32, sep. 2007.

HARTMANN, Mateus Silveira Martins; BARLETTA, Fernando Branco Barletta; FONTANELLA, Vânia Regina Camargo; VANNI, José Roberto. Canal transportation after root canal Instrumentation: A comparative study with computed tomography. **J Endod**, Baltimore, v.33, n.8, p.962-5, aug. 2007.

HASSAN, Bassan; METSKA, Maria Elissavet; OZOK, Ahmet Rifat, VAN DER STELT, Paul, WESSELINK, Paul Rudolf.. Detection of vertical root fractures in endodontically treated teeth by a cone beam computed tomography scan. **J Endod**, Baltimore, v.35, n.5, p.719-22, mai. 2009.

HASSAN, Bassan; METSKA, Maria Elissavet; OZOK, Ahmet Rifat; VAN DER STELT, Paul; WESSELINK, Paul Rudolf. Comparison of five cone beam computed tomography systems for the detection of vertical root fractures. **J Endod**, Baltimore, v. 36, n.1, jan. 2010.

KATZ, A; TAMSE, Aviad. A combined radiographic and computerized scanning method to evaluate remaining dentin thickness in mandibular incisors after various intracanal procedures. **Int Endod J**, Oxford, v. 36, n.10, p.682-6, oct. 2003.

KATZ, Alexander; WASENSTEIN-KOHN, Silvia; TAMSE, Aviad; ZUCKERMAN, Ofer. Residual dentin thickness in bifurcated maxillary premolars after root canal and dowel space preparation. **J Endod**, Baltimore, v.32, n.3, p.202-5, mar. 2006.

KIM, Thomas S.; CARUSO, Joseph M.; CHRISTENSEN, Heidi; TORABINEJAD, Mahmoud. A comparison of Cone-Beam Computed Tomography and direct measurement in

the examination of the mandibular canal and adjacent structures. **J Endod**, Baltimore, v.36, n.7, p.1191-4, jul. 2010.

KUTTLER, Sergio; McLEAN, Alex; DORN, Samuel; FISCHZANG, Alberto. The impact of post space preparation with Gates-Glidden drills on residual dentin thickness in distal roots of mandibular molars. **JADA**, Chicago, v.135, n.7, p.903-9, jul. 2004.

LERTCHIRAKARN, Veera; PALAMARA, Joseph E. A.; MESSER, Harold H. Patterns of vertical root fracture: factors affecting. **J Endod**, Baltimore, v.29, n.8, p.523-8, aug. 2003.

MELO, Saulo Leonardo Souza; BORTOLUZZI, Eduardo Antunes; ABREU, Murillo; CORRÊA, Letícia Ruhland; CORRÊA, Márcio. Diagnostic ability of a Cone-Beam Computed Tomography scan to assess longitudinal root fractures in prosthetically treated teeth. **J Endod**, Baltimore, v.36, n.11, p.1879-82, nov. 2010.

PATEL, S; DAWOOD, A; WHAITES, E. PITT FORD, T. New dimensions in endodontic imaging: part 1. Conventional and alternative radiographic systems. **Int Endod J**, Oxford, v.42, n.6, p.447-62, jun. 2009a.

PATEL, S. New dimensions in endodontic imaging: part 2. Cone beam computed tomography. **Int Endod J**, Oxford, v.42, n.6, p.463-75, jun. 2009b.

PATEL, S; HORNER, K. The use of cone beam computed tomography in endodontics. **Int Endod J**, Oxford, v.42, n.9, p.755-56, sep. 2009c.

PATEL, S; DAWOOD, A; WILSON, R; HORNER, K; MANNOCCI, F. The detection and management of root resorption lesions using intraoral radiography and cone beam computed tomography – an *in vivo* investigation. **Int Endod J**, Oxford, v.42, n.9, p.831-8, sep. 2009d.

PILO, Raphael, CORCINO, Glenda, TAMSE, Aviad. Residual dentin thickness in mandibular premolars prepared with hand and rotatory instruments. **J Endod**, Baltimore, v. 24, n.6, p.401-4, jun. 1998.

PILO, Raphael; TAMSE, Aviad. Residual dentin thickness in mandibular premolars prepared with Gates Glidden and ParaPost drills. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.83, n.6, p. 617-23, jun. 2000.

PILO, Raphael; SHAPENCO, Eugene; LEWINSTEIN, Israel. Residual dentin thickness in bifurcated maxillary first premolars after root canal and post space preparation with parallel-sided drills. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v. 99, n.4, p.267-73, apr. 2008.

RAIDEN, Guillermo; COSTA, Luis; KOSS, Silvina; HERNÁNDEZ, Juan Luis; ACEÑOLAZA, Verónica. Residual thickness of root in first maxillary premolars with post space preparation. **J Endod**, Baltimore, v.25, n.7, p.502-5, jul. 1999.

RAIDEN, Guillermo; KOSS, Silvina; COSTA Luis; HERNÁNDEZ Juan Luis. Radiographic measurement of residual root thickness in premolars with post preparation. **J Endod**, Baltimore, v.21, n.4, p.296-8, apr. 2001.

RICKETTS, David Nigel James; TAIT, CME; HIGGINS, AJ. Tooth preparation for post-retained restorations. **Br Dent J**, London, v.198, n.8, p.463-71, apr. 2005.

SANFELICE, Cintia Mussoline; COSTA, Fernanda Botega; SÓ, Marcus Vinícius Reis; VIER-PELISSER, Fabiana; BIER, Carlos Alexandre Souza; GRECCA, Fabiana Soares. Effects of four instruments on coronal pre-enlargement by using Cone Beam Computed Tomography. **J Endod**, Baltimore, v.36, n.5, p. 858-61, mai. 2010.

SCARFE, William C.; FARMAN, Allan G. What is Cone-Beam CT and how does it work? **Dent Clin N Am**, United States, v.52, n.4, p.707-30, oct. 2008.

SCARFE, Willian C. Use of cone-beam computed tomography in endodontics. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, Saint Louis, v.111, n.2, p.234-7, feb. 2011.

SHEMESH, Hagay; CRISTESCU, Roberto C.; WESSELINK, Paul R.; WU, Min-Kai. The use of cone-beam computed tomography and digital periapical radiographs to diagnose root perforations. **J Endod**, Baltimore, v.37, n.4, p.513-6; apr. 2011.

SOUZA, Erick Miranda; PAPPEN, Fernanda Geraldês; LEONARDI, Denise Piotto; FLORES, Vitor Obergoso; BERBERT, Fábio Luiz Camargo Vilela. O papel da anatomia radicular na colocação de pinos pré-fabricados - uma visão endodôntica. **RGO**, Porto Alegre, v.25, n.1, p.77-82, jan./mar. 2007.

SOUZA, EM; BRETAS, RT; CENCI, MS; MAIA-FILHO, EM; BONETTI-FILHO I. Periapical radiographs overestimate root canal wall thickness during post space preparation. **Int Endod J**, Oxford, v.41, n.8, p.658-63, aug. 2008

TYNDALL, Donal A.; RATHORE, Sonali. Cone-Beam CT diagnostic applications: caries, periodontal bone assessment, and endodontic applications. **Dent Clin N Am**, United States, v.52, n.4, p. 825-41, oct. 2008.

ANEXO A – Certificado do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos

 UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Pró-Reitoria de Pesquisa e Extensão
Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos

CERTIFICADO Nº 1072

O Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) da Pró-Reitoria de Pesquisa e Extensão da Universidade Federal de Santa Catarina, instituído pela PORTARIA N.º 0584 GR.99 de 04 de novembro de 1999, com base nas normas para a constituição e funcionamento do CEPSH, considerando o contido no Regimento Interno do CEPSH, **CERTIFICA** que os procedimentos que envolvem seres humanos no projeto de pesquisa abaixo especificado estão de acordo com os princípios éticos estabelecidos pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP

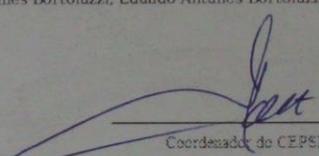
APROVADO

PROCESSO: 1072 FR: 378044

TÍTULO: Acurácia da tomografia computadorizada de feixe cônico na medição da espessura das paredes do canal radicular

AUTOR: Eduardo Antunes Bortoluzzi, Eduado Antunes Bortoluzzi, Daiana Lopes Bunn

FLORIANÓPOLIS, 25 de Outubro de 2010.


Coordenador do CEPSH/UFSC

Prof. Washington Portela de Souza
Coordenador do CEP/PRPe/UFSC