

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

**Henrique Cesar Marçal de Oliveira**

---

**AVALIAÇÃO DE ERROS OPERATÓRIOS DURANTE O PREPARO DO  
CANAL RADICULAR APÓS O USO DE INSTRUMENTOS ROTATÓRIOS DE  
NÍQUEL-TITÂNIO REALIZADOS POR ESTUDANTES E ESPECIALISTAS**

---

**Dissertação de Mestrado  
Modalidade Artigo Científico**

**GOIÂNIA  
2010**

**Henrique Cesar Marçal de Oliveira**

---

---

**AVALIAÇÃO DE ERROS OPERATÓRIOS DURANTE O PREPARO DO  
CANAL RADICULAR APÓS O USO DE INSTRUMENTOS ROTATÓRIOS DE  
NÍQUEL-TITÂNIO REALIZADOS POR ESTUDANTES E ESPECIALISTAS**

---

---

Trabalho apresentado para defesa de Dissertação de Mestrado ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Goiás para obtenção do Título de Mestre em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Estrela

**GOIÂNIA**  
2010

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA  
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS**

**BANCA EXAMINADORA DA QUALIFICAÇÃO DE  
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Aluno: Henrique Cesar Marçal de Oliveira**

**Orientador: Prof. Dr. Carlos Estrela**

**Membros:**

1. Prof. Dr. Carlos Estrela (FO/UFG)
2. Prof. Dr. Jesus Djalma Pécora (FORP/USP)
3. Prof. Dr. Lawrence Gonzaga Lopes (FO/UFG)

**Suplentes:**

1. Prof. Dr. Sicknan Soares Rocha (FO/UFG)

**Data: 26/02/2010.**

*Dedico este trabalho...*

A Deus por ter me oferecido a oportunidade de viver, evoluir a cada dia e  
conhecer todas as pessoas que citarei abaixo.

À minha família pelo apoio e carinho oferecidos em todos os momentos de minha  
vida. Vocês são o início, o meio e o fim desta jornada.

À minha esposa Renata, pelo seu amor e dedicação como mulher e acima de  
tudo como mãe de nossos filhos Luis Miguel e Davi. Vocês são o sentido maior da  
minha vida e ideal de minhas buscas. *“Para quem ama, qualquer sacrifício é alegria”*.

*“Nunca deixe o filosofar quando se é jovem, nem canse o fazê-lo quando se é  
velho, pois ninguém é muito jovem nem demasiado velho para repensar a vida e a  
realidade, o caos e a incerteza. Aquele que diz que a hora de pensar ainda não chegou  
ou já passou é parecido com o que afirma que ainda não chegou ou já passou a hora  
de ser feliz.”*

*(Epicuro, modificado da citação de Pessanha).*

## **DEDICATÓRIA ESPECIAL**

Ao professor Carlos Estrela,

Exemplo de professor, pesquisador, de perseverança, dedicação e amizade. Pessoa de grande importância em minha formação e que estimo muito. Obrigado pela compreensão objetiva e inteligente.

*“Entre outras coisas, tu és uma janela através da qual posso ver as ruas, pois enquanto sozinho não podia.”* (Adaptado de Franz Kafka).

## AGRADECIMENTOS

À **Deus** por me dar a oportunidade de me aperfeiçoar e desta forma aproximar de ti.

Aos infortúnios que trilharam a minha vida, pois, sem eles não haveria como acordar o meu espírito.

Aos meus pais **Sebastião Francisco de Oliveira** (*in memorian*) e **Clementina Marçal de Oliveira**, que nos deram a vida e nos ensinaram a vivê-la com dignidade, não bastaria um obrigado. A vocês que iluminaram os caminhos obscuros com afeto e dedicação para que os trilhássemos sem medo e cheios de esperanças. Muito obrigado é pouco mas trazemos como espelho seus exemplos de vida.

A toda minha família pelo amor, compreensão, incentivo, e alegria.

Ao Professor Doutor **Carlos Estrela** pela contribuição valiosa dada à minha formação, pela oportunidade concedida e pela grande ajuda na condução deste trabalho.

À Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Goiás, na pessoa do Digníssimo Diretor Professor Doutor **Gersinei Carlos de Freitas**. Faculdade esta que nos graduou e agora após quase 20 anos, nos permitiu qualificar e poder devolver a sociedade que a sustenta um profissional melhor preparado.

Ao professor Doutor **Rodrigo Borges Fonseca**, por todo apoio e colaboração na realização deste trabalho.

A todos os professores e funcionários do Curso de Pós-Graduação em Odontologia, pela acolhida e agradável convivência e pelos sábios ensinamentos que muito contribuíram para minha formação. Agradecimento especial ao professor Doutor

**Claudio Rodrigues Leles** na organização e responsabilidade na condução do programa.

Aos colegas e colaboradores **Júlio de Almeida Silva, Daniel Decúrcio e Orlando Aguirre Guedes** e também aos acadêmicos **Caroline Magalhães e Vinicius Caixeta**, pela disponibilidade e dedicação dispensadas à realização deste trabalho.

Aos colegas de turma Aleimar, Andréia, Angélica, Antônio Helio, Daniela, Erika, Evelin, Geovane, Karine, Karla, Larissa, Leandro, Lilah e Nádia pela presteza e excelente suporte nos trabalhos, seminários e aprendizado coletivo.

A todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a concretização desse trabalho, muito obrigado!

## SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS	ix
LISTA DE TABELAS	x
RESUMO	xi
1. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA	13
2. JUSTIFICATIVA	16
3. OBJETIVOS	17
4. MATERIAL E MÉTODOS	18
5. RESULTADOS	22
6. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
7. PUBLICAÇÃO	38
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
9. ANEXO	70



## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

G	Grupo
%	Porcentagem
TC	Tomografia computadorizada
TCFC	Tomografia computadorizada de feixe cônico
MICRO-TC	Microtomografia computadorizada
mm	Milímetros
NITI	Níquel-Titânio
rpm	Rotações por minuto
Ncm	Newton por centímetro
SX	Shaping X
S1	Shaping 1
F1	Finishing 1
EDTA	Ácido etileno diaminotetracético
mL	Mililitro
RP	Radiografia periapical
p	Nível de significância
GT	Greater Taper

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Distribuição de erros operatórios em função dos operadores usando Radiografia Periapical (RP).	23
<b>Tabela 2</b> – Distribuição de erros operatórios em função dos operadores utilizando a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC)	24
<b>Tabela 3</b> – Frequencia geral de erros operatórios (N=120) ocorridos no preparo do canal radicular realizados por especialistas e estudantes em cada tipo de exame por imagem.	25
<b>Tabela 4</b> – Frequencia de erros operatórios ocorridos no preparo de molares superiores (N=60) realizados por especialistas e estudantes em cada tipo de exame por imagem.	26
<b>Tabela 5</b> – Frequencia de erros operatórios ocorridos no preparo de molares inferiores (N=60) realizados por especialistas e estudantes em cada tipo de exame por imagem	27
<b>Tabela 6</b> – Frequencia de erros operatórios (N=120) ocorridos no preparo dos canais radiculares em função dos métodos de imagens por operadores distintos	28

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi determinar os erros de procedimentos ocorridos durante o preparo de canais radiculares curvos após o uso de instrumentos de níquel-titânio acionados a motor manejados por especialistas em endodontia e estudantes de odontologia. Quarenta molares superiores e inferiores de humanos foram aleatoriamente divididos em dois grupos de 20, de acordo com os operadores: G1A- (molares superiores, especialistas em endodontia), G1B- (molares inferiores, especialistas em endodontia); G2A- (molares superiores, estudantes de odontologia), G2B- (molares inferiores, estudantes de odontologia). O sistema ProTaper Universal™ foi usado para o preparo de todos os canais radiculares. O cimento AH Plus™ associado com a guta-percha foi usado com a técnica da condensação lateral para a obturação de todos os canais radiculares. Radiografias periapicais e tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) foram obtidas para verificar erros de procedimentos ocorridos durante o preparo dos canais radiculares. Dois examinadores avaliaram todas as imagens determinando a presença ou ausência de fratura de instrumentos, perfurações radiculares (terço cervical, médio ou apical) e desvio do trajeto original do canal radicular (transporte apical). Os dados foram estatisticamente avaliados empregando-se o teste Qui-quadrado. O nível de significância foi de 5%. A taxa de instrumentos fraturados não mostrou diferenças significantes em relação ao nível de experiência dos operadores ( $p=1,000$ ). Perfurações radiculares e transportes apicais ocorreram mais frequentemente no grupo dos estudantes, sem diferenças significantes. Embora tenham sido observados alguns erros de procedimentos durante o preparo do canal radicular com operadores experientes e inexperientes, os resultados

sugerem que a introdução de instrumentos de níquel-titânio movidos a motor no ensino da graduação parece promissora. Ambos os métodos de imagens permitiram identificar erros operatórios, porém a tomografia computadorizada de feixe cônico apresenta elevado potencial de auxiliar a terapia endodôntica.

**Descritores:** Níquel-titânio, preparo do canal radicular, instrumentos rotatórios, educação em odontologia, tomografia computadorizada de feixe cônico.

## 1- CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

O ensino da endodontia requer conhecimento científico atual e estratégias metodológicas apropriadas para a melhor aplicação dos materiais e técnicas em diferentes condições clínicas. Vários desafios foram observados durante o ensino da endodontia no curso de graduação, especialmente mudanças de alguns conceitos relacionados ao preparo de canais radiculares curvos (Wu, 2002; Peters, 2004; Hülssmann *et al.*, 2005; Gao *et al.*, 2009; Pécora & Estrela 2009).

A limpeza e a modelagem dos canais radiculares curvos é uma etapa essencial da terapia endodôntica (Schilder 1974). Neste campo de pesquisa, uma importante inovação foi a introdução dos instrumentos rotatórios de níquel-titânio, uma elevada elasticidade para o preparo de canais radiculares curvos (Civjan *et al.*, 1975; Walia *et al.*, 1988; Serene *et al.*, 1995; Esposito & Cunningham 1995; Hülssmann *et al.*, 2005; Dummer *et al.*, 1998; Thompson & Dummer 1997, 1998; Thompson 2000). A elevada flexibilidade dos instrumentos de níquel-titânio favorece a manutenção do formato original do canal radicular e melhor modelagem da curvatura do canal comparado com os instrumentos de aço inoxidável (K-flex) (Esposito & Cunningham 1995).

Diferentes fatores foram favoráveis para a adoção de novos conceitos no preparo de canais curvos com instrumentos rotatórios de níquel-titânio: manutenção do comprimento de trabalho, obtenção de um preparo mais centralizado e com melhor conicidade, diminuição de erros operatórios, o que possibilitou um preparo de melhor qualidade (Walia *et al.*, 1988; Esposito & Cunningham, 1995; Serene *et al.*, 1995; Bishop & Dummer *et al.*, 1997; Schäfer & Florek 2003; Mesgouez *et al.*, 2003; Peters 2004; Gekelman *et al.*, 2009).

Dessa forma, um número significativo de novos instrumentos rotatórios de níquel-titânio com características particulares (área seccional, ângulo de corte, ângulo helicoidal, sulcos e borda radial) foram introduzidos ao arsenal endodôntico (Dummer *et al.*, 1998; Thompson & Dummer 1997, 1998; Thompson 2000; Bishop & Dummer *et al.*, 1997, 1998; Thompson & Dummer 1997, 1998; Schäfer & Florec 2003; Mesgouez *et al.*, 2003; Iqbal *et al.*, 2003, 2004; Peters 2004; Peters *et al.*, 2004; Hülssmann *et al.*, 2005; Gekelman *et al.*, 2009).

Certamente que todas estas expectativas envolvendo o preparo de canais radiculares curvos um dia serão vivenciadas por estudantes de odontologia (Himel *et al.*, 1995; Baumann & Roth 1999; Pettiettle *et al.*, 2001; Yared *et al.*, 2001, 2003; Hänni *et al.*, 2003; Sonntag *et al.*, 2003; Arbab & Vulcain 2004; Mesgouez *et al.*, 2003; Gekelman *et al.*, 2009). Por outro lado, uma expectativa inicial sinaliza vários aspectos que podem influenciar a aplicação desses recursos e conhecimentos no conteúdo programático de endodontia durante a graduação, como por exemplo: o risco de fratura do instrumento, perfuração radicular, desvio do trajeto original do canal radicular, além do elevado custo dos instrumentos associado à necessidade de adequado treinamento pré-clínico.

Assim, baseado no desempenho dos instrumentos rotatórios de níquel-titânio para o preparo de canais radiculares curvos, vários estudos avaliaram a aplicação desses novos recursos no ensino da endodontia na graduação, valendo-se de diferentes metodologias (Esposito & Cunningham, 1995; Himel *et al.*, 1995; Baumann & Roth 1999; Pettiettle *et al.*, 1999, 2001; Yared *et al.*, 2001b, 2002; Hänni *et al.*, 2003; Sonntag *et al.*, 2003; Mesgouez *et al.*, 2003; Arbab & Vulcain 2004; Peru *et al.*, 2006; Gekelman *et al.*, 2009).

A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) tem sido indicada em endodontia com diferentes objetivos, incluindo o estudo da anatomia dos canais radiculares, morfologia interna e externa, na reconstrução tridimensional do dente, avaliação do preparo do canal radicular, obturação, retratamento, detecção de lesões ósseas, e outros estudos em endodontia (Arai *et al.*, 1999; Nair & Nair, 2007; Cotton *et al.*, 2008; Estrela *et al.*, 2008a,b; Patel *et al.*, 2009). TCFC fornece imagens e esquemas de reconstrução com uma aquisição significativamente mais rápida (Nair & Nair, 2007), oferecendo imagens em alta resolução para identificar a periodontite apical de forma mais precisa em relação às radiografias periapicais (Estrela *et al.*, 2008a,b).

Considerando a importância de incluir estudantes de odontologia em uma nova era conceitual e tecnológica, o objetivo desse trabalho foi determinar a ocorrência de erros de procedimento operatório durante o preparo do canal radicular curvo após o uso de instrumentos rotatórios de níquel-titânio realizado por especialistas em endodontia e estudantes de odontologia, utilizando-se de dois métodos de exames por imagens.

## 2- JUSTIFICATIVA

Levando-se em consideração:

1. A necessidade de incluir estudantes de odontologia em uma nova era tecnológica e de novos conceitos para um contemporâneo preparo de canais radiculares curvos;
2. O controle de qualidade e a precisão de instrumentos de níquel-titânio acionados a motor durante o preparo de canais radiculares curvos;
3. A possibilidade de ocorrência de erros de procedimentos operatórios durante o preparo de canais radiculares curvos realizados tanto por especialistas em endodontia quanto por estudantes de odontologia;
4. A comparação de métodos para avaliar a qualidade do preparo de canais radiculares curvos em análises possíveis de se reproduzir em condições clínicas, como o método radiográfico e a tomografia computadorizada de feixe cônico;
5. Favorecer novos parâmetros para futuros estudos.



### **3- OBJETIVOS**

#### **3.1- Objetivo Geral**

Avaliar a ocorrência de erros de procedimentos operatórios durante o preparo de canais radiculares curvos realizados por especialistas em endodontia e estudantes de odontologia.

#### **3.2- Objetivos Específicos**

- Determinar a ocorrência de erros de procedimentos operatórios durante o preparo de canais radiculares curvos após o uso de instrumentos rotatórios de níquel-titânio realizado por especialistas em endodontia e estudantes de odontologia.
- Verificar a viabilidade de introduzir no conteúdo programático da graduação o conhecimento e a aplicação do preparo de canais radiculares com instrumentos rotatórios de níquel-titânio.
- Comparar a qualidade de dois métodos de avaliação de tratamento endodôntico, radiografia periapical e imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico.

## 4- MATERIAL E MÉTODOS

### Preparo das amostras

Quarenta molares humanos superiores e inferiores, extraídos por diferentes razões, obtidos no Serviço de Urgência Odontológica da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Goiás, Brasil, foram selecionados para este estudo.

Tomadas radiográficas pré-operatórias de cada dente foram realizadas para verificar a existência de calcificações no interior dos canais radiculares, a completa formação dos ápices dentários e a ausência de reabsorções internas e externas. Foram utilizados somente três canais radiculares em cada dente (molares superiores – canal palatino, canal méso-vestibular e canal disto-vestibular; molares inferiores – canal distal, canal méso-vestibular e canal méso-lingual). Os valores dos raios de curvatura das raízes foram determinados de acordo com o método sugerido por Estrela *et al.* (2008c). Todos os dentes apresentavam comprimento inferior a 22 mm, e curvatura moderada com raio  $r > 4$  e  $r \leq 8$  mm. Os dentes foram armazenados em solução de timol a 0,2 %, sendo a seguir imersos em solução de hipoclorito de sódio a 5% (Fitofarma, Lt. 20442, Goiânia, GO, Brasil) por 30 minutos para remoção de tecidos orgânicos na superfície externa das raízes.

Todas as radiografias periapicais foram obtidas com o uso de aparelho Spectro X70 (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil), com tubo focal de 0.8 mm X 0.8 mm, filmes Kodak Insight-E (Eastman Kodak Co, Rochester, NY, USA) e pela técnica do paralelismo. Todos os filmes foram processados em uma processadora automática. Em todos os dentes foi utilizada uma plataforma radiográfica para padronizar as radiografias.

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Goiás (Proc.#074-2009), Brasil, sendo obtido o termo de consentimento informado de todos os pacientes.

### **Preparo do canal radicular**

Os dentes foram randomicamente agrupados em dois grupos experimentais, de acordo com os operadores: Grupo 1A (molares superiores, n = 10) - Especialistas em endodontia, Grupo 1B (molares inferiores, n = 10) - Especialistas em endodontia; Grupo 2A (molares superiores, n = 10) Estudantes de odontologia; Grupo 2B (molares inferiores, n = 10) – Estudantes de odontologia.

Após a realização das radiografias periapicais iniciais, foi realizado o procedimento de abertura coronária com brocas esféricas diamantadas (#1013, #1014; KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) e broca Endo Z (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Switzerland), ambas sob refrigeração e em alta rotação. O comprimento de trabalho foi determinado com o uso de limas K-Flexofile (#10 e #15; Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Switzerland), introduzidas em todos os canais radiculares até serem observadas no forame apical. O comprimento de trabalho foi estabelecido a 1 mm aquém do forame apical.

O sistema de instrumentação rotatória ProTaper Universal™ (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Switzerland) foi utilizado por ambos os grupos de operadores (especialistas em endodontia e estudantes de odontologia) no preparo dos canais radiculares curvos. Os canais radiculares foram preparados a uma velocidade de 300 rpm (motor elétrico Endo-Mate TC; NSK, Nakanishi Inc., Tokyo, Japão) e torque 2.9 Ncm da seguinte maneira: 1. O instrumento SX foi utilizado no preparo do terço cervical; 2. os

instrumentos S1 e S2 foram utilizados em todo o comprimento de trabalho; e 3. Os instrumentos F1, F2 e F3 também foram utilizados em todo o comprimento de trabalho. Durante o preparo do canal radicular os mesmos foram irrigados a cada troca de instrumento com 3 mL de solução, recentemente preparada, de hipoclorito de sódio a 1% (Fitofarma e seringa descartável com agulha de irrigação nº 30, Injecta, Diadema, SP, Brasil). Os canais foram secados e preenchidos com EDTA a 17% (pH 7,2) (Biodinâmica, Ibiporã, PR, Brasil) por 3 minutos, para remoção da smear layer. Uma nova irrigação com 3 mL de solução de hipoclorito de sódio a 1% foi realizada. Dois estudantes do último ano do curso de odontologia (Universidade Federal de Goiás, Brasil) e dois especialistas em endodontia (Associação Brasileira de Odontologia, Goiânia, GO, Brasil) com mais de 5 anos de experiência realizaram o preparo de todos os canais radiculares. Todos os operadores receberam instruções durante 8 horas sobre a instrumentação rotatória com instrumentos de níquel-titânio, aplicações clínicas e sobre os instrumentos do sistema ProTaper Universal™. O tempo médio para o preparo dos canais radiculares para ambos os operadores foi determinado.

### **Obturação do canal radicular**

Realizado o preparo dos canais radiculares, os dentes foram obturados com cimento AH Plus™ (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Switzerland), preparados de acordo com as especificações do fabricante, e guta percha, utilizando a técnica da condensação lateral. Todos os dentes foram obturados por um mesmo especialista.

Após a obturação dos canais radiculares novas radiografias periapicais foram obtidas nas mesmas condições previamente descritas.

As tomografias computadorizadas de feixe cônico foram obtidas pelo sistema de imagem I-CAT (Imaging Sciences International, Hatfield, PA, USA), tamanho 0,20 mm – 0,20 mm – 0,20 mm voxel, 14 bits. As imagens foram examinadas com auxílio de um software (Xoran version 3.1.62; Xoran Technologies, Ann Arbor, MI, USA) e um computador com sistema operacional Microsoft Windows XP professional SP-2 (Microsoft Corp, Redmond, WA, USA).

Dois examinadores previamente calibrados avaliaram todas as imagens quanto à presença ou ausência de instrumentos fraturados, perfurações radiculares (terços cervical, médio e apical) e desvio do trajeto original do canal radicular (transporte apical). Quando um consenso não era alcançado após a interpretação dos dois examinadores, um terceiro observador realizava a decisão final. É importante enfatizar que a fratura dos instrumentos também foi identificada durante o preparo dos canais radiculares. A análise das imagens foi realizada com um intervalo de duas horas entre os grupos.

O teste do Qui-quadrado foi utilizado para a análise estatística. O nível de significância foi determinado em  $\alpha = 5\%$ .

## **5- RESULTADOS**

A distribuição, frequência e análise estatísticas dos erros operatórios considerando os grupos dentários, operadores e métodos de imagens estão descritos nas tabelas 1-6. O tempo gasto durante o preparo dos canais radiculares variou entre os grupos estudados. Em média os especialistas em endodontia necessitaram para concluir a instrumentação dos canais radiculares aproximadamente 10 minutos enquanto que os estudantes de odontologia necessitaram de aproximadamente 30 minutos.

**Tabela 1** – Distribuição do percentual de erros operatórios em função dos operadores usando Radiografia Periapical (RP).

Grupo	N	Canais	Instrumento Fraturado		Perfurações				Transporte Apical			
			Sim	Não	Terço Cervical		Terço Médio		Terço Apical			
			Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
1A	10	CP	1	9	0	10	0	10	0	10	0	10
	10	CMV	1	9	0	10	0	10	0	10	0	10
	10	CDV	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10
1B	10	CD	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10
	10	CMV	0	10	0	10	0	10	0	10	1	9
	10	CML	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10
2A	10	CP	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10
	10	CMV	0	10	0	10	0	10	0	10	3	7
	10	CDV	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10
2B	10	CD	0	10	1	9	0	10	0	10	0	10
	10	CMV	2	8	2	8	1	9	1	9	1	9
	10	CML	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10

(1A – especialista, molares superiores; 1B - especialista, molares inferiores; 2A – estudante, molares superiores; 2B - estudante, molares inferiores).

**Tabela 2** – Distribuição do percentual de erros operatórios em função dos operadores e utilizando a tomografia computadorizada por feixe cônico.

Grupo	n	Canais	Instrumento Fraturado		Perfurações							
			Terço Cervical	Terço Médio	Terço Apical	Transporte Apical						
			Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
1 <sup>a</sup>	10	CP	1	9	0	10	0	10	0	10	0	10
	10	CMV	1	9	0	10	0	10	0	10	0	10
	10	CDV	0	10	1	9	0	10	0	10	0	10
1B	10	CD	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10
	10	CMV	0	10	0	10	0	10	0	10	1	9
	10	CML	0	10	0	10	0	10	0	10	1	9
2 <sup>a</sup>	10	CP	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10
	10	CMV	0	10	0	10	0	10	0	10	3	7
	10	CDV	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10
2B	10	CD	0	10	1	9	0	10	0	10	0	10
	10	CMV	2	8	2	8	1	9	1	9	1	9
	10	CML	0	10	0	10	0	10	0	10	3	7

(1A – especialista, molares superiores; 1B - especialista, molares inferiores; 2A – estudante, molares superiores; 2B - estudante, molares inferiores).



**Tabela 3.** Frequencia de erros operatórios (N=120) ocorridos no preparo do canal radicular realizados por especialistas e estudantes em cada tipo de exame por imagem.

Métodos de Exame	Grupo	Ocorrência		P
		NÃO	SIM	
RP		Instrumento fraturado		1,000
		ESPECIALISTAS	58	
	ESTUDANTES	58	2	
		Perfuração no terço cervical		0,79
		ESPECIALISTAS	60	
	ESTUDANTES	57	3	
		Perfuração no terço médio		0,315
		ESPECIALISTAS	60	
	ESTUDANTES	59	1	
		Perfuração no terço apical		0,315
		ESPECIALISTAS	60	
	ESTUDANTES	59	1	
	Transporte apical		0,171	
	ESPECIALISTAS	59		1
ESTUDANTES	56	4		
TCFC		Instrumento fraturado		1,000
		ESPECIALISTAS	58	
	ESTUDANTES	58	2	
		Perfuração no terço cervical		0,309
		ESPECIALISTAS	59	
	ESTUDANTES	57	3	
		Perfuração no terço médio		0,315
		ESPECIALISTAS	60	
	ESTUDANTES	59	1	
		Perfuração no terço apical		0,315
		ESPECIALISTAS	60	
	ESTUDANTES	59	1	
	Transporte apical		0,083	
	ESPECIALISTAS	58		2
ESTUDANTES	53	7		

(teste Qui-quadrado,  $\alpha=5\%$ ).

**Tabela 4.** Frequencia de erros operatórios ocorridos no preparo de molares superiores (N=60) realizados por especialistas e estudantes em cada tipo de exame por imagem.

Métodos de Exame	Grupo	Ocorrência		P
		NÃO	SIM	
RP		Instrumento fraturado		
	ESPECIALISTAS	28	2	0,150
	ESTUDANTES	30	0	
		Perfuração no terço cervical		
	ESPECIALISTAS	30	0	1,000
	ESTUDANTES	30	0	
		Perfuração no terço médio		
	ESPECIALISTAS	30	0	1,000
	ESTUDANTES	30	0	
		Perfuração no terço apical		
	ESPECIALISTAS	30	0	1,000
	ESTUDANTES	30	0	
	Transporte apical			
ESPECIALISTAS	30	0	0,076	
ESTUDANTES	27	3		
TCFC		Instrumento fraturado		
	ESPECIALISTAS	28	2	0,150
	ESTUDANTES	30	0	
		Perfuração no terço cervical		
	ESPECIALISTAS	29	1	0,313
	ESTUDANTES	30	0	
		Perfuração no terço médio		
	ESPECIALISTAS	30	0	1,000
	ESTUDANTES	30	0	
		Perfuração no terço apical		
	ESPECIALISTAS	30	0	1,000
	ESTUDANTES	30	0	
	Transporte apical			
ESPECIALISTAS	30	0	0,076	
ESTUDANTES	27	3		

(teste Qui-quadrado,  $\alpha=5\%$ ).

**Tabela 5.** Frequencia de erros operatórios ocorridos no preparo de molares inferiores (N=60) realizados por especialistas e estudantes em cada tipo de exame por imagem.

Métodos de Exame	Grupo	Ocorrência		P
		NÃO	SIM	
RP		Instrumento fraturado		
	ESPECIALISTAS	30	0	0,150
	ESTUDANTES	28	2	
		Perfuração no terço cervical		0,076
	ESPECIALISTAS	30	0	
	ESTUDANTES	27	3	
		Perfuração no terço médio		0,313
	ESPECIALISTAS	30	0	
	ESTUDANTES	29	1	
		Perfuração no terço apical		0,313
	ESPECIALISTAS	30	0	
	ESTUDANTES	29	1	
	Transporte apical		0,076	
ESPECIALISTAS	30	0		
ESTUDANTES	27	3		
TCFC		Instrumento fraturado		
	ESPECIALISTAS	30	0	0,150
	ESTUDANTES	28	2	
		Perfuração no terço cervical		0,076
	ESPECIALISTAS	30	0	
	ESTUDANTES	27	3	
		Perfuração no terço médio		0,313
	ESPECIALISTAS	30	0	
	ESTUDANTES	29	1	
		Perfuração no terço apical		0,313
	ESPECIALISTAS	30	0	
	ESTUDANTES	29	1	
	Transporte apical		0,389	
ESPECIALISTAS	28	2		
ESTUDANTES	26	4		

(teste Qui-quadrado,  $\alpha=5\%$ ).

**Tabela 6.** Frequencia de erros operatórios (N=120) ocorridos no preparo dos canais radiculares em função dos métodos de imagens por operadores distintos.

Operador	Método de Exame	Ocorrência		P	
		NÃO	SIM		
ESPECIALISTAS	RP	Instrumento fraturado		1,000	
		TCFC	58		2
	RP	Perfuração no terço cervical		0,315	
		TCFC	60		0
	RP	Perfuração no terço médio		1,000	
		TCFC	59		1
	RP	Perfuração no terço apical		1,000	
		TCFC	60		0
	RP	Transporte apical		0,559	
		TCFC	60		0
	ESTUDANTES	RP	Instrumento fraturado		1,000
			TCFC	58	
		RP	Perfuração no terço cervical		1,000
			TCFC	58	
RP		Perfuração no terço médio		1,000	
		TCFC	57		3
RP		Perfuração no terço apical		1,000	
		TCFC	57		3
RP		Transporte apical		0,343	
		TCFC	59		1
RP		Transporte apical		0,343	
		TCFC	59		1

(teste Qui-quadrado,  $\alpha=5\%$ ).

## 6- CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inserção de novos recursos tecnológicos na melhora da qualidade do preparo de canais radiculares curvos durante o ensino da graduação é essencial ao se considerar as perspectivas contemporâneas de educação (Himel *et al.*, 1995; Baumann & Roth, 1999; ESE, 2001; Pettiettle *et al.*, 2001; Peters *et al.*, 2000, 2001; Hänni *et al.*, 2003; Sonntag *et al.*, 2003; Mesgouez *et al.*, 2003; Arbab & Vulcaln, 2004; Peru *et al.*, 2006; Tu *et al.*, 2008; Gao *et al.*, 2009; Gekelman *et al.*, 2009). A diversidade de experiências para se definir o padrão-ouro do tratamento endodôntico é variável. A elevada frequência de fracassos endodônticos demonstra uma urgência na resolução deste problema (Sjögren *et al.*, 1997; Estrela *et al.*, 2008a,b; Hollanda *et al.*, 2008).

A limpeza e modelagem de canais radiculares curvos desafiam os operadores em diferentes níveis de experiência. O atual conceito de preparo do canal radicular está intimamente relacionado ao processo de sanificação do sistema de túbulos dentinários. Existem importantes associações acerca do preparo do canal radicular, como seu esvaziamento e alargamento, o instrumento endodôntico e a técnica de preparo utilizada, associados à experiência do operador (Estrela *et al.*, 2009). O advento de novas estratégias e métodos para o preparo do canal radicular e para a avaliação de sua qualidade alterou a percepção da instrumentação e do operador. A maioria destes estudos tem mostrado vantagens e limitações que devem ser cuidadosamente analisadas (Nielsen *et al.*, 1995; Rhodes *et al.*, 1999; Peters *et al.*, 2003; Schäfer & Florek, 2003; Peters, 2004; Hülssmann *et al.*, 2005; Cotton *et al.*, 2007; Estrela *et al.*, 2008; Patel, 2009; Paqué *et al.*, 2009).

A imprevisibilidade da anatomia interna constitui um grande desafio no tratamento endodôntico (Hüllsmann *et al.*, 2005). Assim, a análise da terapia endodôntica em diferentes dimensões, particularmente em erros de procedimentos, tem aumentado a expectativa dos resultados. Diversas metodologias foram utilizadas para avaliar a qualidade dos procedimentos em canais radiculares curvos, como descalcificação do dente, moldagens, cortes seriados, canais simulados em resina, radiografias, microtomografia computadorizada, tomografia computadorizada de feixe cônico, etc. (Dummer *et al.*, 1989; Bryant *et al.*, 1999; Nielsen *et al.*, 1995; Rhodes *et al.*, 1999; Peters *et al.*, 2003; Yared *et al.*, 2003; Peters, 2004; Hüllsmann *et al.*, 2005; Pécora *et al.*, 2005; Cotton *et al.*, 2007; Estrela *et al.*, 2008; Aguiar *et al.*, 2008, 2009; Gao *et al.*, 2009; Gekelman *et al.*, 2009; Patel, 2009).

Diferentes avanços na captação de imagens como tomografia computadorizada (TC), imagem volumétrica de feixe cônico ou tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) e microtomografia computadorizada (micro-TC) são considerados relevantes na prática endodôntica. O advento de imagens tridimensionais proporcionou ao endodontista ferramentas que antes não estavam disponíveis, e facilitaram a manipulação interativa das imagens e o aumento na visualização da área de interesse em três dimensões. Falta de distorção, ampliação, artefatos associados com a radiografia convencional, e a dose de radiação relativamente baixa em comparação com a TC da classe médica, irá resultar na adoção desta tecnologia para diagnósticos precisos e planos de tratamento mais promissores. A microtomografia computadorizada tem demonstrado diversas aplicações na Odontologia, entre elas a análise da anatomia do canal radicular. A alta resolução e a avaliação tridimensional não invasiva da morfologia do dente são recursos excelentes e reproduzíveis para avaliar a forma do

canal radicular antes e após o preparo por métodos não destrutivos (Nielsen *et al.*, 1995; Rhodes *et al.*, 1999; Peters *et al.*, 2000, 2001; Peters, 2004; Peru *et al.*, 2006; Cotton *et al.*, 2007; Nair & Nair, 2007; Gao *et al.*, 2009; Gekelman *et al.*, 2009). Peters *et al.* (2000) avaliaram o potencial e a acurácia de uma técnica tridimensional não-invasiva (microtomografia computadorizada) para detalhar a geometria dos canais radiculares em 12 molares superiores humanos extraídos. A anatomia interna dos canais radiculares foi devidamente determinada por essa técnica inovadora; portanto, as variáveis e índices apresentados podem servir de base para os estudos de anatomia de canais radiculares em endodontia. Entretanto, diversas limitações foram observadas para sua aplicação clínica. A destruição dos espécimes pode impedir a investigação simultânea de diferentes parâmetros do preparo do canal radicular, constituindo em uma limitação dependendo do tipo de análise requerida (Peters, 2004).

O presente estudo utilizou radiografias periapicais e TCFC para determinar os erros operatórios observados no preparo e obturação dos canais radiculares. A TCFC permitiu observar imagens das obturações em três diferentes planos (axial, transversal e tangente). A fratura dos instrumentos foi determinada durante o preparo e identificada pela obturação dos canais radiculares. Outro aspecto relacionado ao uso desta metodologia para avaliar erros operatórios diz respeito à sua possível aplicação em estudos clínicos. Entretanto, torna-se essencial ter prudência sobre o que se avaliar no preparo do canal radicular utilizando-se TCFC, uma vez que esta metodologia também apresenta limitações.

Estudos prévios utilizaram recursos similares para analisar vários aspectos do canal radicular (Aguiar *et al.*, 2008, 2009; Gambil *et al.*, 1996; Nandini *et al.*, 2006;

Gopikrishna *et al.*, 2006; Sponchiado *et al.*, 2006; Barletta *et al.*, 2008; Hammad *et al.*, 2008, 2009; Oliveira *et al.*, 2009; Venkateshbabu *et al.*, 2009; Anbu *et al.*, 2010).

Gambill *et al.* (1996) avaliaram instrumentos de níquel-titânio e aço inoxidável no preparo de dentes unirradiculares. As espessuras adequadas na tomografia computadorizada foram de 1mm de largura. As imagens obtidas pela TC resultaram em formas de canais mais regulares que as observadas no dente. Portanto, comprimentos absolutos de transporte podem não ser precisos, mas podem ser usados para efeitos comparativos. Espessuras menores na TC podem resultar em imagens consideravelmente mais precisas e detalhadas do dente e do canal radicular. Este sistema de imagens proporciona métodos reproduzíveis e não-invasivos para avaliar certos aspectos da instrumentação endodôntica. No presente estudo, em função de reduzir a possibilidade de erros e aumentar a acurácia na avaliação das imagens, os canais radiculares foram obturados. Oliveira *et al.* (2009) avaliaram por TCFC o transporte apical de diferentes sistemas automatizados (limas K-Flexofile, NiTiFlex, instrumentos K3 e RaCe) após o preparo do canal radicular. Os autores concluíram que a capacidade centralizadora e o transporte apical não foram influenciados pelo movimento mecânico nem pelo tipo de instrumento utilizado.

Assim, o objetivo deste estudo foi determinar erros operatórios ocorridos durante o preparo de canais radiculares curvos, e identificados após a obturação dos canais radiculares por dois métodos de imagens. Não houve diferença significativa em relação à fratura de instrumentos levando em consideração o nível de experiência dos operadores ( $p=1,000$ ). Perfurações no terço cervical foram mais freqüentes no grupo de estudantes de graduação detectados tanto pela radiografia periapical ( $p=0,790$ ) quanto



pela TCFC ( $p=0,309$ ). O transporte apical ocorreu um número maior de vezes no grupo dos estudantes de graduação, quando avaliado pela TCFC ( $p=0,083$ ).

Os instrumentos rotatórios de níquel-titânio utilizados neste estudo foram o Protaper Universal™, alargando até o instrumento F3 em todo o comprimento de trabalho, o que corresponde ao tamanho 30. As amostras foram cuidadosamente selecionadas, apresentando curvaturas moderadas com raio  $r > 4\text{mm}$  e  $r \leq 8\text{mm}$ . A frequência de erros operatórios foi pequena, independentemente do nível de experiência dos operadores ou métodos de imagem analisados. Os resultados deste estudo confirmam outros dados obtidos em investigações prévias a respeito da frequência de erros operatórios ocorridos durante o preparo de canais radiculares curvos com instrumentos rotatórios de níquel-titânio (Pettiette *et al.*, 2001; Peru *et al.*, 2006; Aguiar *et al.*, 2008; Gekelman *et al.*, 2009).

Uma importante observação que provavelmente influenciou nos resultados deste estudo foi feita previamente por Esposito & Cunningham (1995). Esses autores compararam instrumentos de níquel-titânio e aço inoxidável no preparo de canais radiculares curvos. A incidência de desvios no trajeto original do canal aumentou significativamente com instrumentos maiores que o número 30. Os instrumentos de níquel-titânio foram mais efetivos na manutenção do trajeto original de canais radiculares curvos quando os canais foram alargados além do instrumento de número 30.

Novos estudos são indispensáveis para se comparar o desempenho de outros instrumentos rotatórios de níquel-titânio que permitem um alargamento maior de canais radiculares curvos. A determinação da curvatura do canal radicular e do diâmetro anatômico é essencial no planejamento do tratamento endodôntico (Wu *et al.*, 2000,

2002; Pécora *et al.*, 2005; Vanni *et al.*, 2005; Schmitz *et al.*, 2008). Wu *et al.* (2002) mostraram que o diâmetro anatômico apical tem sido subestimado, e algumas vezes esse terço não tem sido instrumentado adequadamente. Assim, o terço apical deve ser melhor preparado e alargado mais do que instrumentos de número 25 ou 30 (Pécora *et al.*, 2005; Pécora & Capelli 2006).

O risco da fratura de instrumentos constitui um dilema no preparo do canal radicular com instrumentação rotatória, e conseqüentemente vários fatores estão relacionados à fratura de instrumentos de níquel-titânio, como as características de *design*, técnica utilizada, conhecimento, experiência e treinamento do operador (Pruett *et al.*, 1997; Thompson & Dummer, 1997; Yared *et al.*, 2001; Sonntag *et al.*, 2003; Lopes *et al.*, 2007). No presente estudo, o tempo necessário para o preparo dos canais radiculares foi, em média, 10 minutos para os especialistas e 30 minutos para os estudantes de graduação, considerando molares humanos com curvatura moderada. Um maior tempo de trabalho em canais curvos para instrumentos rotatórios de níquel-titânio pode representar um risco maior à fratura. Mesgouez *et al.* (2003) determinaram a influência da experiência do operador (aqueles com conhecimento prévio, e aqueles sem conhecimento) no tempo de preparo de canais simulados curvos utilizando o sistema Profile. O tempo médio de preparo para todos os espécimes foi 2 minutos e 42 segundos por canal. O tempo necessário para o preparo dos canais foi inversamente proporcional à experiência do operador. Sonntag *et al.* (2003) observaram que operadores sem experiência conseguiam melhores preparos de canais radiculares com instrumentos rotatórios de níquel-titânio do que com instrumentos manuais de aço inoxidável, apesar de haver maior número de fraturas. Os estudantes prepararam

canais curvos 2,5 minutos mais rápidos, em média, do que aqueles sem prática manual preliminar.

As Faculdades de Odontologia em vários países têm inserido os instrumentos rotatórios de níquel-titânio para preparo de canais curvos no ensino da graduação (Himel *et al.*, 1995; Baumann & Roth, 1999; ESE, 2001; Pettiettle *et al.*, 2001; Peters *et al.*, 2000, 2001; Hänni *et al.*, 2003; Sonntag *et al.*, 2003; Mesgouez *et al.*, 2003; Arbab-Chirani & Vulcain, 2004; Peru *et al.*, 2006; Nair & Nair, 2007; Cotton *et al.*, 2007; Tu *et al.*, 2008; Gao *et al.*, 2009; Gekelman *et al.*, 2009).

Baumann *et al.* (1999) compararam estudantes inexperientes do terceiro ano da graduação da Universidade de Colônia (Alemanha) e cirurgiões-dentistas experientes em relação à habilidade no uso de instrumentos de níquel-titânio, especificamente na forma do canal e fratura de instrumentos. Os resultados demonstraram que tanto os alunos inexperientes quanto os cirurgiões-dentistas experientes utilizaram os instrumentos rotatórios de níquel-titânio com sucesso e alcançaram bons preparos dos canais radiculares. Arbab & Vulcain (2004) reportaram que o ensino da endodontia na graduação tem incorporado as técnicas com instrumentos rotatórios de níquel-titânio, com aulas e laboratórios específicos relacionados a este tema. Existe um consenso nacional na França relacionado à necessidade de se integrar esses conhecimentos no ensino da endodontia.

Peru *et al.* (2006) avaliaram canais radiculares instrumentados por alunos de graduação utilizando a técnica *double-flared*, sistema rotatório GT e o sistema ProTaper utilizando microtomografia computadorizada. A análise qualitativa dos preparos mostrou que tanto o sistema GT quanto o ProTaper são capazes de preparar canais radiculares com pequena ou nenhuma presença de erros operatórios quando comparado à técnica

*double-flared*. Estudantes inexperientes foram capazes de preparar canais radiculares curvos utilizando os sistemas rotatórios com uma maior preservação de estrutura dentária, baixo risco de erros operatórios e em um menor tempo quando comparada à instrumentação manual. Tu *et al.* (2008) compararam a capacidade de modelagem em canais simulados de resina de alunos de graduação (Faculdade de Odontologia da Universidade Médica da China) utilizando instrumentação manual e automatizada com sistema ProTaper. A habilidade em manter a curvatura original foi melhor no grupo do sistema rotatório ProTaper quando comparado ao grupo do ProTaper manual. Os alunos de graduação, seguindo a sequência de preparo cuidadosamente, podem modelar de forma adequada canais radiculares usando o sistema rotatório ProTaper e alcançar melhores resultados em relação ao uso de instrumentos ProTaper manuais. Gekelman *et al.* (2009) avaliaram os preparos de canais radiculares realizados *in vitro* por clínicos inexperientes. Todos os estudantes receberam sessões de treinamento. Os canais foram analisados quanto às mudanças (volume, superfície, forma e transporte) durante o preparo utilizando-se um *software*. Os resultados demonstraram que não houve diferenças significantes entre os instrumentos estudados ou os operadores em relação às mudanças no centro de massa; dados qualitativos e quantitativos de transporte do canal foram similares em estudantes inexperientes ou operadores com experiência. Ambos os sistemas rotatórios promoveram resultados adequados tanto em operadores inexperientes quanto naqueles que receberam uma breve sessão de treinamento.

Novos conhecimentos e novas tecnologias trazem discussões, reflexões e mais estudos. A possibilidade de analisar canais radiculares curvos em diversas dimensões minimiza os erros de interpretação e favorece uma melhor projeção do prognóstico da

terapia endodôntica. Apesar dos resultados deste estudo, o treinamento contínuo do uso de instrumentos de níquel-titânio, uma correta seleção dos instrumentos, e um adequado treinamento da técnica tornam-se necessários antes de se incluir estes procedimentos no programa de endodontia dos cursos de graduação. Nós concordamos com Peters (2004) que sugere estudos clínicos randomizados para avaliar o resultado da terapia endodôntica realizada com instrumentos rotatórios de níquel-titânio.

Mais estudos são essenciais para a análise do desempenho de outros instrumentos de níquel-titânio que permitam um alargamento adequado de canais radiculares curvos, com o objetivo de caracterizar melhor os parâmetros do ensino e inserção na rotina clínica dos cursos na rotina clínica dos cursos de graduação.

Embora tenham sido observados alguns erros de procedimentos durante o preparo do canal radicular com operadores experientes e inexperientes, os resultados sugerem que a introdução de instrumentos de níquel-titânio movidos a motor no ensino da graduação parece promissora. Ambos os métodos de imagens permitiram identificar erros operatórios, porém a tomografia computadorizada de feixe cônico apresenta elevado potencial de auxiliar a terapia endodôntica.

## **7- PUBLICAÇÃO**

**Evaluation of Procedural Errors during Root Canal Preparation after the use of Rotary Nickel-Titanium Instruments performed by Specialists and Dental Students using Cone Beam Computed Tomography**

**ARTIGO SUBMETIDO AO INTERNATIONAL ENDODONTIC JOURNAL**

Correspondence and offprint requests:  
Prof. Dr. Carlos Estrela

Centro de Ensino e Pesquisa Odontológica do Brasil (CEPOBRAS)  
Avenida C-198, quadra 487, Lote 9, Jardim América  
Goiânia, GO, CEP: 74.270-040, Brazil  
Tel/Fax: +55-62-39457476.  
e-mail: [estrela3@terra.com.br](mailto:estrela3@terra.com.br)

**Evaluation of Procedural Errors during Root Canal Preparation after the use of Rotary Nickel-Titanium Instruments performed by Specialists and Dental Students using Cone Beam Computed Tomography**

**ABSTRACT**

**Aim** This study determined the procedural errors during root canal preparation after the use of rotary nickel-titanium instruments performed by specialists and dental students.

**Method** Forty extracted human maxillary and mandibular molars teeth were randomly divided into 2 groups according to the operators: specialist in endodontics and dental students. The ProTaper Universal™ Rotary System was used to shape all the teeth. AH Plus™ sealer and gutta-percha were used by lateral condensation technique to fill all root canals. Periapical radiographs and cone beam computed tomography (CBCT) images were obtained to verify procedural errors (fractured instruments, perforations and apical transportation) occurred during root canal preparation. Two examiners evaluated all images verifying the presence or absence of fractured instruments, perforations and apical transportations. Chi-square test was used for statistical analyses. The significance level was set at  $\alpha = 5\%$ . **Results** There was no significant differences in fractured instruments rate between the level of experience of operators ( $p=1.000$ ). Coronal third perforation and apical transportations occurred in more frequently in dental student group, but without significant differences. **Conclusions** Considering some procedural errors during root canal preparation by experienced and inexperienced operators, it appears promising to suggest the introduction of rotary nickel-titanium instruments in the undergraduate teaching. Both imaging methods permitted to identify the procedural errors, however CBCT views have high potential to aid during endodontic therapy.

**Key Words:** Nickel-titanium, rotary instruments, root canal preparation, dental education, cone beam computed tomography.

## INTRODUCTION

The endodontic teaching requires scientific knowledge and appropriate methodological strategies for the best use of materials and techniques in different clinical conditions. Several challenges have been met during undergraduate teaching involving changes in some concepts relating to the shape of curved root canal (ESE 2001, Peters 2004, Pécora & Estrela 2009).

It seems opportune to emphasize that cleaning and shaping root canals are an essential phase in endodontic therapy (Schilder 1974). In this research area, an important innovation was the introduction of rotary nickel-titanium instruments with a greater elasticity for curved root canal preparation (Civjan *et al.* 1975, Walia *et al.* 1988, Serene *et al.* 1995, Esposito & Cunningham 1995, Dummer *et al.* 1998, Thompson & Dummer 1997, 1998, Thompson 2000). The high flexibility of nickel-titanium instruments allows the maintenance of the original shape of the root canal, conforming a better curvature to the canal when compared to stainless steel instruments (K-flex) (Esposito & Cunningham 1995).

Different factors were favorable for the adoption of new concepts to prepare curved canals with rotary nickel-titanium instruments: maintenance of the working length, root canal preparation more centered and better tapered, less procedural errors when compared to stainless steel instruments, decrease of instrumentation time, and better quality of curved root canal preparation (Walia *et al.*, 1988, Esposito & Cunningham 1995, Serene *et al.* 1995, Bishop & Dummer *et al.* 1997, Schäfer & Florek 2003, Mesgouez *et al.* 2003, Peters 2004, Gekelman *et al.* 2009).

An extensive number of new rotary nickel-titanium instruments with particular characteristics (sectional area, cutting angle, helicoidal angle, grooves and radial land)



were introduced in the endodontic arsenal (Dummer *et al.* 1998, Thompson & Dummer 1997, 1998, Thompson 2000, Bishop & Dummer *et al.* 1997, 1998, Thompson & Dummer 1997, 1998, Schäfer & Florec 2003, Mesgouez *et al.* 2003, Iqbal *et al.* 2003, Peters 2004, Peters *et al.* 2004, Hülssmann *et al.* 2005, Lopes *et al.* 2007, Gekelman *et al.* 2009).

Certainly all those promising expectative involving curved root canal preparation one day will be experimented by dental students (Himel *et al.* 1995, Baumann & Roth 1999, Pettiettle *et al.* 2001, Yared *et al.* 2001, 2003, Hänni *et al.* 2003, Sonntag *et al.* 2003, Arbab & Vulcan 2004, Mesgouez *et al.* 2003, Gekelman *et al.* 2009).

However, several aspects might influence negatively in clinical routine for application into the undergraduate endodontic program, like risk of instrument fracture, root perforation and deviation of the root canal original trajectory, expensive cost of instruments associated to adequate preclinical training. Thus, based on the quality of performance of rotary nickel-titanium instruments for curved root canal preparation, several studies evaluated the application of these new advance on undergraduate teaching, using several methodologies (Esposito & Cunningham 1995, Himel *et al.* 1995, Baumann & Roth 1999, Pettiettle *et al.* 2001, Yared *et al.* 2001, 2003, Hänni *et al.* 2003, Sonntag *et al.* 2003, Mesgouez *et al.* 2003, Arbab & Vulcan 2004, Peru *et al.* 2006, Gekelman *et al.* 2009).

Cone beam computed tomography (CBCT) has been effectively indicated in endodontics with different objectives, including study of root canal anatomy, external and internal macromorphology in 3-dimensional reconstruction of the teeth, evaluation of root canal preparation and filling, retreatment, detection of bone lesions, and experimental endodontology (Arai *et al.* 1999, Nandini *et al.* 2006, Nair & Nair 2007,

Cotton *et al.* 2007, Estrela *et al.* 2008a,b, Barletta *et al.* 2008, Patel *et al.* 2009, Oliveira *et al.* 2009, Venkateshababu *et al.* 2009, Anbu *et al.* 2010). CBCT images provides a significantly faster image acquisition and reconstruction scheme (Nair & Nair 2007), that offer of high-resolution images to identified more accurately apical periodontite than periapical radiographs (Estrela *et al.* 2008a,b).

Considering the importance of including a new technological era to dental students, the aim of this study was to determine the occurrence of procedural errors during root canal preparation after the use rotary nickel-titanium instruments performed by endodontic specialists and dental students using different imaging methods.

## **MATERIAL AND METHODS**

### Tooth preparation

Forty human maxillary and mandibular molars teeth, extracted for different reasons, obtained from the Dental Urgency Service of the School of Dentistry of the Federal University of Goiás, Brazil, were selected for this study.

Preoperative radiographs of each tooth were taken to verify the absence of calcified root canal, internal or external resorption and the presence of a fully formed apex. It was used just three root canals in each tooth (maxillary molars – palatal canal, mesiobuccal canal, distobuccal canal; mandibular molars – distal canal, mesiobuccal canal, mesiolingual canal). The values of root curvature radius were determined according to the methods suggested by Estrela *et al.* (2008c). All the teeth presented the length smaller than 22 mm, and had a moderate curvature with a radius  $r > 4$  and  $r \leq 8$  mm. The teeth were maintained removed from storage in 0.2% thymol solution and

then were immersed in 5% sodium hypochlorite (Fitofarma, Lt. 20442, Goiânia, GO, Brazil) for 30 min to remove external organic tissues.

All the periapical radiographs were taken by a Spectro X70 electronic X-Ray unit (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brazil) by using a 0.8 mm X 0.8 mm tube focal spot, Kodak Insight film-E (Eastman Kodak Co, Rochester, NY, USA) and a parallel radiography technique. All films were processed in an automatic processor. To homogenize the radiographs, a radiographic platform was used in all teeth.

This study was approved by the Ethics Committee of the Federal University of Goiás (Proc.#074-2009), Brazil, and an informed consent term was obtained from all patients.

#### Root canal preparation

The teeth were randomly assigned to 2 experimental groups, according to the operators as follows: Group 1A (maxillary molars, n = 10) - specialist in endodontics, Group 1B (mandibular molars, n = 10) - specialist in endodontics; Group 2A (maxillary molars, n = 10) - dental students; Group 2B (mandibular molars, n = 10) - dental students.

After initial periapical radiographs, standard access cavities were carried out with diamond spherical burs (#1013, #1014; KG Sorensen, Barueri, SP, Brazil) and Endo Z bur (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Switzerland), both under water spray cooling at high speed rotation. The working length (WL) was determined by using a #10 and #15 K-Flexofile (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Switzerland), that was introduced into all root canals until it was visible at the apical foramen. The WL was considered to be 1 mm short of the apical foramen.

The ProTaper Universal™ Rotary System (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Switzerland) was used by both operator groups (specialists in endodontics and dental students) for root canal preparation. The root canals were shaped at a rotational speed of 300 rpm (Endo-Mate TC electric motor (NSK, Nakanishi Inc., Tokyo, Japan) and 2.9 Ncm torque as follows: 1. SX instrument was used to prepare the cervical third; 2. S1 and S2 instruments were used to the full WL; and 3. F1, F2 and F3 instruments also were used to the full WL. During root canal preparations, the root canals were irrigated with 3 mL (syringe with a 30-gauge needle, Injecta, Diadema, SP, Brazil) of a recently prepared 1% sodium hypochlorite solution (Fitofarma) at each change of instrument. Root canals were dried and filled with 17% EDTA (pH 7.2) (Biodinâmica, Ibiporã, PR, Brazil) for 3 min to remove the smear layer. A new irrigation with 3 mL of 1% sodium hypochlorite solution was made. Two senior dental students from last year of undergraduate course (Federal University of Goiás, Brazil) and two specialists (Dentistry Brazilian Association, Goiânia, GO, Brazil) with more than 5 years of experience prepared all root canals. All the operators received instructions during 8 hours about the rotary nickel-titanium instrumentation, clinical applications and ProTaper rotary instruments. The median time for root canal preparation for both operators was tabulated.

#### Root canal filling

After completed the root canal preparation, the teeth corresponding to the groups 1 and 2 were filled with AH Plus™ sealer (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Switzerland), prepared according to the manufacturer's directions, and gutta-percha using the

conventional lateral condensation technique. All the teeth were filled by one single specialist.

After the root canal filling, new periapical radiographs were taken into the same conditions previously described.

CBCT images were also obtained with an I-CAT Cone Beam 3D imaging system (Imaging Sciences International, Hatfield, PA, USA), 0.20 mm - 0.20 mm - 0.20 mm voxel size, 14 bits. Images were examined by using the software (Xoran version 3.1.62; Xoran Technologies, Ann Arbor, MI, USA) in a PC workstation running Microsoft Windows XP professional SP-2 (Microsoft Corp, Redmond, WA, USA).

Two calibrated examiners evaluated all the images verifying the presence or the absence of fractured instruments, root perforations (coronal, middle or apical third) and deviations from the original trajectory of the root canal (apical transportation). The fracture of instruments was also identified during the root canal preparation. When a consensus was not reached after two examiners interpreting the procedural errors in the images, the third observer determined the final decision. The analysis of the groups was made with 2 hours of interval between each group.

Chi-square test was used for statistical analyses. The significance level was set at  $\alpha = 5\%$ .

## **RESULTS**

The distribution, frequency, statistical analyzes of procedural errors considering dental groups, operators and imaging methods are described in tables 1-6. The time required for root canal preparation varied among operators, in mean value with 10 min for specialists and 30 min for dental students.

## DISCUSSION

The viability to teach new technologies to improve the quality of curved root canal preparation during undergraduate program is essential when considering the contemporary education perspectives (Himel *et al.* 1995, Baumann & Roth 1999, ESE 2001, Pettiette *et al.* 2001, Peters *et al.* 2000, 2001 e 2003, Hänni *et al.* 2003, Sonntag *et al.* 2003, Mesgouez *et al.* 2003, Arbabi & Vulcain 2004, Peru *et al.* 2006, Tu *et al.* 2008, Gao *et al.* 2009, Gekelman *et al.* 2009). A diversity of experiences for gold standard of root canal treatment is variable. The elevate frequency of endodontic failures shows an urgency to solve this serious challenge (Sjögren *et al.* 1997, Estrela *et al.* 2008a,b, Hollanda *et al.* 2008).

Cleaning and shaping curved root canal are procedures that challenge operators in distinct levels of experience. The actual concept of this procedural is intimately related to the process of sanitizing the dentinal tubule system. There are important aspects to consider on this process, such as, emptying and enlarging, the endodontic instrument and technique used, associated with the operator's experience (Estrela *et al.* 2009). The advent of a new strategies and methods for root canal preparation and evaluation of quality has modified the perception of instrumentation and the abilities of the operator. The majority of these studies have shown advantages and limitations that must be carefully analyzed (Nielsen *et al.* 1995, Rhodes *et al.* 1999, Peters *et al.* 2000 e 2003, Schäfer & Florek 2003, Peters 2004, Hüllsmann *et al.* 2005, Cotton *et al.* 2007, Estrela *et al.* 2008, Patel 2009, Paqué *et al.* 2009).

The unpredictable of internal dental anatomy constitute a big challenge to conquest all the root canal (Hüllsmann *et al.* 2005). Thus, the analyses of endodontic therapy in different dimensions, particularly in procedures errors, brought major

expectative of outcomes. Several methodologies have been used to evaluate the quality of procedures of curved root canal treatment, like tooth decalcification, moldings, serial cortex, resin simulated canals, radiographs, micro-computed tomography scanner, cone beam computed tomography (Dummer *et al.* 1989, Bryant *et al.* 1999, Nielsen *et al.* 1995, Rhodes *et al.* 1999, Peters *et al.* 2000, 2001, Yared *et al.* 2003, Peters 2004, Hülssmann *et al.* 2005, Pécora *et al.* 2005, Cotton *et al.* 2007, Estrela *et al.* 2008, Aguiar *et al.* 2008, 2009, Gao *et al.* 2009, Gekelman *et al.* 2009, Patel *et al.* 2007, Patel 2009).

Different advanced imaging such as computed tomography (CT), cone beam volumetric imaging or cone beam computed tomography (CBCT), and micro-computed tomography (micro-CT) have been discussed as relevant for the practice of endodontics. The advent of three-dimensional imaging has provided the endodontist tools that were not available to the clinician before, and facilitated interactive image manipulation and enhancement to visualize the area of interest as a 3-dimensional volume. Various studies described important features of these tools (Nielsen *et al.* 1995, Rhodes *et al.* 1999, Peters *et al.* 2000, 2001, Peters 2004, Peru *et al.* 2006, Cotton *et al.* 2007, Nair & Nair 2007, Gao *et al.* 2009, Gekelman *et al.* 2009). Peters *et al.* (2000) evaluated the potential and accuracy of a three-dimensional (micro-computed tomography scanner), non-destructive technique for detailing root canal geometry by means of high resolution tomography in 12 extracted human maxillary molars. Root canal geometry was accurately assessed by this innovative technique; therefore, variables and rates presented may serve as a basis for further analyses of root canal anatomy in experimental endodontology. Although, several limitations have been observed for application in clinical condition. The destruction of the specimens may impede the

simultaneous investigation of different parameters of root canal preparation constituting limitation depending on the kind of evaluation required (Peters 2004).

The present study used periapical radiograph and CBCT views to determine procedures errors observed in root canal preparation. CBCT images permitted observations in root canal filling on three-dimensional planes (axial, transverse and tangent planes). The fracture of instruments was also determined during the root canal preparation and identified by root canal filling. This methodology was used to evaluate the procedural errors with a possibility of an application in clinical studies. However, its important caution about what to evaluate during root canal preparation using CBCT, because this imaging test also may show limitations and potential risks.

Previous studies used similar recourses to analyze various aspects regarding root canal (Aguiar *et al.* 2008, 2009, Gambil *et al.* 1996, Nandini *et al.* 2006, Gopikrishna *et al.* 2006, Sponchiado *et al.* 2006, Barletta *et al.* 2008, Hammad *et al.* 2008, 2009, Oliveira *et al.* 2009, Venkateshababu *et al.*, 2009; Anbu *et al.* 2010).

Gambill *et al.* (1996) evaluated nickel-titanium and stainless steel instruments to prepare single-root teeth. The effective computed tomography slices used were 1mm in width. The CT images smoothed sharp edges present on the actual teeth and resulted in more regular canal shapes than seen on the actual teeth. Therefore, absolute lengths of transportation may not be precisely accurate, but should be useful for comparative purposes. Thinner CT slices should result in considerably more accurate and detailed scans of teeth and canal space. This imaging system provided a repeatable, noninvasive method of evaluating certain aspects of endodontic instrumentation. In the present study, to reduce the possibility of complications and increase the accuracy to detect the errors during an evaluate of images, the root canals were filled. Oliveira *et al.*



(2009) evaluated by CBCT slices, the apical canal transportation and centralizing ability of different automated systems (K-Flexofile, NiTiFlex files, K3 and RaCe instruments) after root canal preparation. It might be concluded that apical canal transportation and centralization ability were not influenced by the type of mechanical movement and instruments used.

Regarding the procedures errors occurred during curved root canal preparation identified after root canal filling by using two imaging methods it can be observed that there were no significant differences of fractured instruments rate between the level of experience of operators ( $p=1.000$ ). Coronal third perforation and apical transportations occurred in more frequently in dental student group, but without significant differences. Both methods of images permitted to identify the procedural errors. CBCT views have high potential to aid during endodontic therapy, considering the three-dimensional views distinct. The axial slice from CBCT may constitute important recourse to identify root perforation and apical transportation. It is essential to take care with image artifact due false interpretation of images. Thus, the periapical radiographs still represent valuable recourse of stand reference.

The rotary nickel-titanium instruments used in this study was Protaper Universal<sup>TM</sup>, enlarging until F3 in all working length, that corresponding the size 30. The samples were carefully selected, presenting a moderate curvature with a radius  $r > 4$  and  $r \leq 8$  mm. The frequency of procedural errors was small, independently of the experience level of the operators. Results of this study confirm other data obtained in previous investigations about the frequency of procedural errors occurred during curved root canal preparation using rotary nickel-titanium instruments (Pettiette *et al.* 2001, Peru *et al.* 2006, Aguiar *et al.* 2008, Gekelman *et al.* 2009).

An important observation that probably may have influenced the results of the current study was made previously by Esposito & Cunningham (1995). These authors compared rotary nickel-titanium and stainless steel instruments during the curved root canal preparation. The incidence of deviation from the original canal path increase with stainless steel file size two groups became statistically significant with instruments larger than size 30. The nickel-titanium instruments were more effective in maintaining the original canal path of curved root canals when the apical preparation was enlarged beyond size 30.

Further studies are indispensable to compare the performance of other rotary nickel-titanium instruments that permit curved root canal preparation with major degree of enlargement. The determination of the root canal curvature and anatomical diameter is essential to endodontic treatment planning (Wu *et al.* 2000, 2002, Pécora *et al.* 2005, Vanni *et al.* 2005, Schmitz *et al.* 2008). Wu *et al.* (2002) showed that the apical anatomic diameter has been underestimated and hence under instrumented. Thus, the apical third must be carefully better shaped and sometimes more enlarged than #25 or #30 sizes instruments (Pécora *et al.* 2005, Pécora & Capelli 2006).

The risk of instrument fracture constitutes a dilemma in rotary root canal preparation, and consequently various factors were discussed to explain the influence of rate fracture of nickel-titanium instruments, as design characteristics, technique suggested, knowledge, experience and training of operators (Pruett *et al.* 1997, Thompson & Dummer 1997, Yared *et al.* 2001, Sonntag *et al.* 2003, Lopes *et al.* 2007). In the present study, the time required for root canal preparation varied between operators, in a mean value of 10 min for specialists and 30 min for dental students, considering human molars with moderate curvature. A higher working time for rotary

nickel-titanium instruments to prepare curved canal may represent more chance of fracture risk. Mesgouez *et al.* (2003) determined the influence of operator experience (practitioners with prior experience, and practitioners with no experience) on canal preparation time when using the rotary nickel-titanium instruments Profile system in simulated curved canals. The mean preparation time for all specimens was 2 min 42s per canal. Time required for canal preparation was inversely related to operator experience. Sonntag *et al.* (2003) observed that inexperienced operators achieved better canal preparations with rotary nickel-titanium instruments than manual stainless instruments, despite of more fractures. The students prepared a curved root canal 2.5 min faster on average than those without preliminary manual practice.

Dental schools in various countries have tested in endodontic teaching the use of rotary nickel-titanium instruments for curved root canals preparation (Himel *et al.* 1995, Baumann & Roth 1999, ESE 2001, Pettiettle *et al.* 2001, Peters *et al.* 2000, 2001, Hänni *et al.* 2003, Sonntag *et al.* 2003, Mesgouez *et al.* 2003, Arbab & Vulcain 2004, Peru *et al.* 2006, Nair & Nair 2007, Cotton *et al.* 2007, Tu *et al.* 2008, Gao *et al.* 2009, Gekelman *et al.* 2009).

Baumann *et al.* (1999) compared inexperienced third-year dental students from University of Cologne (Germany) and experienced dentists with respect to their ability to use rotary nickel-titanium instruments, specifically with respect to root canal shape and instrument fracture. The findings show that both students lacking in endodontic experience and experienced dentists used the rotary nickel-titanium instruments with success and achieved good root canal geometry. Arbab & Vulcain (2004) reported that the endodontic teaching are advocating the use of rotary nickel-titanium techniques and have incorporated lectures and laboratory courses related to these systems in the

undergraduate dental curriculum. There is a French national consensus relating to the need of integration of these new techniques on the endodontic teaching.

Peru *et al.* (2006) evaluated root canals instrumented by dental students using the modified double-flared technique, nickel-titanium rotary System GT instruments and nickel-titanium rotary ProTaper instruments by micro-computed tomography (micro-CT). Qualitative evaluation of the preparations showed that both ProTaper and System GT were able to prepare root canals with little or no procedural error compared with the modified double-flared technique. Inexperienced dental students were able to prepare curved root canals with rotary files with greater preservation of tooth structure, low risk of procedural errors and much quicker than with hand instruments. Tu *et al.* (2008) compared the shaping performance in simulated curved canal resin blocks of the same novice dental students using hand-prepared and engine-driven nickel–titanium (rotary ProTaper instruments) in an endodontic laboratory class from China Medical University Dental School. The novice students prepared the simulated curved canal that deviated more outwardly from apical 1 mm to 4 mm using the hand ProTaper. The ability to maintain the original curvature was better in the motor rotary ProTaper group than in the hand ProTaper group. Undergraduate students, if following the preparation sequence carefully, could successfully perform canal shaping by motor ProTaper files and achieve better root canal geometry than by using hand ProTaper files within the same teaching and practicing sessions. Gekelman *et al.* (2009) assessed canal preparation outcomes in vitro by novice clinicians after standardized teaching sessions. All students received a training session using ProTaper and GT rotaries. Canals were metrically assessed for changes (volume, surface, cross-sectional shape, transportation) during canal preparation using software. The results showed that there were no significant

differences between the instruments or the operators regarding center of mass shifts; qualitative and quantitative data for canal transportation were similar to earlier studies with experienced operators. Both rotary instruments performed adequately with inexperienced operators who received a brief structured training session.

New knowledge and technologies bring discussions, reflections and more investigations. The possibility to analyze the curved root canals fillings in several dimensions minimize errors of interpretations and favor the better projection of endodontic therapy prognosis. Despite the results of this study, the continuous training to use rotary nickel–titanium instruments, a correct selection of better instruments, and adequate training of technique is necessary before the inclusion of these procedures in endodontic clinical program for dental students. We agree with Peters (2004) that suggested randomized clinical trials to evaluate clinical outcomes of endodontic therapy using rotary nickel–titanium instruments.

Further studies are essential to evaluate the performance of others rotary nickel-titanium instruments that permit major degree of enlargement in curved root canal with the purpose to better characterize the parameters of teaching and its use in clinical routine of undergraduate course.

## **Conclusions**

Despite to consider some procedural errors during root canal preparation by experienced and inexperienced operators, it appears promising to suggest the introduction of rotary nickel-titanium instruments in the undergraduate teaching. Both imaging methods permitted to identify the procedural errors, however CBCT views have high potential to aid during endodontic therapy.

## **Acknowledgments**

This study was supported in part by grants from the Nacional Council for Scientific and Technological Development (CNPq grants 302875/2008-5 to C.E.).

**Table 1** – Distribution of procedural errors in function of operators using periapical radiograph (PR).

Group	n	Canal	Instrument Fracture		Coronal Third		Perforation Middle Third		Apical Third		Apical Transportation	
			Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No
1A	10	PC	1	9	0	10	0	10	0	10	0	10
	10	MBC	1	9	0	10	0	10	0	10	0	10
	10	DBC	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10
1B	10	DR	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10
	10	MBC	0	10	0	10	0	10	0	10	1	9
	10	MLC	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10
2A	10	PC	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10
	10	MBC	0	10	0	10	0	10	0	10	3	7
	10	DBC	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10
2B	10	DR	0	10	1	9	0	10	0	10	0	10
	10	MBC	2	8	2	8	1	9	1	9	1	9
	10	MLC	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10

(1A – specialist, maxillary molar; 1B - specialist, mandibular molar; 2A – dental student, maxillary molar; 2B - dental student, mandibular molar).

**Table 2** – Distribution of procedural errors in function of operators using CBCT views.

Group	n	Canal	Instrument Fracture		Coronal Third		Perforation Middle Third		Apical Third		Apical Transportation	
			Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
1A	10	PC	1	9	0	10	0	10	0	10	0	10
	10	MBC	1	9	0	10	0	10	0	10	0	10
	10	DBC	0	10	1	9	0	10	0	10	0	10
1B	10	DR	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10
	10	MBC	0	10	0	10	0	10	0	10	1	9
	10	MLC	0	10	0	10	0	10	0	10	1	9
2A	10	PC	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10
	10	MBC	0	10	0	10	0	10	0	10	3	7
	10	DBC	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10
2B	10	DR	0	10	1	9	0	10	0	10	0	10
	10	MBC	2	8	2	8	1	9	1	9	1	9
	10	MLC	0	10	0	10	0	10	0	10	3	7

(1A – specialist, maxillary molar; 1B - specialist, mandibular molar; 2A – dental student, maxillary molar; 2B - dental student, mandibular molar).



**Table 3** – General occurrence of procedural errors (N=120) during root canal preparation by specialist and dental student in imaging exams.

Imaging Exam	Group	Occurrence		P
		NO	YES	
PR		Fractured instrument		
	SPECIALIST	58	2	1.000
	DENTAL STUDENT	58	2	
		Coronal perforation		0.79
	SPECIALIST	60	0	
	DENTAL STUDENT	57	3	
		Middle perforation		0.315
	SPECIALIST	60	0	
	DENTAL STUDENT	59	1	
		Apical perforation		0.315
SPECIALIST	60	0		
DENTAL STUDENT	59	1		
	Apical transportation		0.171	
SPECIALIST	59	1		
DENTAL STUDENT	56	4		
CBCT		Fractured instrument		
	SPECIALIST	58	2	1.000
	DENTAL STUDENT	58	2	
		Coronal perforation		0.309
	SPECIALIST	59	1	
	DENTAL STUDENT	57	3	
		Middle perforation		0.315
	SPECIALIST	60	0	
	DENTAL STUDENT	59	1	
		Apical perforation		0.315
SPECIALIST	60	0		
DENTAL STUDENT	59	1		
	Apical transportation		0.083	
SPECIALIST	58	2		
DENTAL STUDENT	53	7		

(Chi-square,  $\alpha=5\%$ )

**Table 4** – Occurrence of procedural errors in maxillary molars (N=60) during root canal preparation by specialist and dental student in imaging exams.

Imaging Exam	Group	Occurrence		P
		NO	YES	
PR		Fractured instrument		
	SPECIALIST	28	2	0.150
	DENTAL STUDENT	30	0	
		Coronal perforation		1.000
	SPECIALIST	30	0	
	DENTAL STUDENT	30	0	
		Middle perforation		1.000
	SPECIALIST	30	0	
	DENTAL STUDENT	30	0	
		Apical perforation		1.000
SPECIALIST	30	0		
DENTAL STUDENT	30	0		
	Apical transportation		0.076	
SPECIALIST	30	0		
DENTAL STUDENT	27	3		
CBCT		Fractured instrument		
	SPECIALIST	28	2	0.150
	DENTAL STUDENT	30	0	
		Coronal perforation		0.313
	SPECIALIST	29	1	
	DENTAL STUDENT	30	0	
		Middle perforation		1.000
	SPECIALIST	30	0	
	DENTAL STUDENT	30	0	
		Apical perforation		1.000
SPECIALIST	30	0		
DENTAL STUDENT	30	0		
	Apical transportation		0.076	
SPECIALIST	30	0		
DENTAL STUDENT	27	3		

(Chi-square,  $\alpha=5\%$ )

**Table 5** – Occurrence of procedural errors in mandibular molars (N=60) during root canal preparation by specialist and dental student in two imaging exams.

Imaging Exam	Group	Occurrence		P
		NO	YES	
PR		Fractured instrument		
	SPECIALIST	30	0	0.150
	DENTAL STUDENT	28	2	
		Coronal perforation		
	SPECIALIST	30	0	0.076
	DENTAL STUDENT	27	3	
		Middle perforation		
	SPECIALIST	30	0	0.313
	DENTAL STUDENT	29	1	
		Apical perforation		
SPECIALIST	30	0	0.313	
DENTAL STUDENT	29	1		
	Apical transportation			
SPECIALIST	30	0	0.076	
DENTAL STUDENT	27	3		
CBCT		Fractured instrument		
	SPECIALIST	30	0	0.150
	DENTAL STUDENT	28	2	
		Coronal perforation		
	SPECIALIST	30	0	0.076
	DENTAL STUDENT	27	3	
		Middle perforation		
	SPECIALIST	30	0	0.313
	DENTAL STUDENT	29	1	
		Apical perforation		
SPECIALIST	30	0	0.313	
DENTAL STUDENT	29	1		
	Apical transportation			
SPECIALIST	28	2	0.389	
DENTAL STUDENT	26	4		

(Chi-square,  $\alpha=5\%$ )

**Table 6** - Occurrence of procedural errors (N=120) during root canal preparation in function of two imaging exams by specialist and dental student.

Operator	Imaging Exam	Occurrence		P
		NO	YES	
Specialist	PR CBCT	Fractured instrument		1.000
		58	2	
	PR CBCT	Coronal perforation		0.315
		60	0	
	PR CBCT	Middle perforation		1.000
		60	0	
	PR CBCT	Apical perforation		1.000
		60	0	
	PR CBCT	Apical transportation		0.559
		59	1	
Dental Student	PR CBCT	Fractured instrument		1.000
		58	2	
	PR CBCT	Coronal perforation		1.000
		57	3	
	PR CBCT	Middle perforation		1.000
		59	1	
	PR CBCT	Apical perforation		1.000
		59	1	
	PR CBCT	Apical transportation		0.343
		56	4	
		53	7	

(Chi-square,  $\alpha=5\%$ )

## 8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS\*

1. Aguiar CM, Câmara AC (2008) Radiological evaluation of the morphological changes of root canals shaped with ProTaper™ for hand use and the ProTaper™ and RaCe™ rotary instruments. *Australian Endodontic Journal* **34**, 115-119.
  2. Aguiar CM, Mendes DA, Câmara AC, Figueiredo JAP (2009) Evaluation of the centring ability of the ProTaper Universal™ rotary system in curved roots in comparison to Nitiflex™ files. *Australian Endodontic Journal* **35**, 174–179
  3. Anbu R, Nandini S, Velmurugan N (2010) Volumetric of root filings using spiral computed tomography: an in vitro study. *International Endodontic Journal* **43**, 64-68.
  4. Arai Y, Tammsalo E, Iwai K, Hashimoto K, Shinoda K (1999) Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. *Dental Maxillofacial Radiology* **28**, 245–8.
  5. Arbab A, Vulcain JM (2004) Undergraduate teaching and clinical use of rotary nickel-titanium endodontic instruments: a survey of French dental schools. *International Endodontic Journal* **37**, 320–4.
  6. Barletta FB, Reis MS, Wagner M, Borges JC Casali ; Dall’Agnol C (2008) Computed tomography assessment of three techniques for removal of filling material. *Australian Endodontic Journal* **34**, 101-5.
-

7. Baumann MA, Roth A (1999) Effect of experience on quality of canal preparation with rotary nickel-titanium files. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics* **88**, 714–8.
8. Bishop K, Dummer PMH (1997) A comparison of stainless steel Flexofiles and nickel-titanium NiTiFlex files during the shaping of simulated canals. *International Endodontic Journal* **30**, 25–34.
9. Bryant S, Dummer PMH, Pitoni C, Bourba M, Moghal S (1999) Shaping ability of .04 and .06 taper ProFile rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. *International Endodontic Journal* **32**, 155-64.
10. Civjan S, Huget EF, Simon LB (1975) Potential applications of certain nickel-titanium (nitinol) alloys. *Journal of Dental Research* **54**, 89-96.
11. Cotton TP, Geisler TM, Holden DT, Schwartz SA, Schindler WG (2007) Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. *Journal of Endodontics* **33**, 1121–32.
12. Dummer PM, al-Omari MA, Bryant S (1998) Comparison of the performance of four files with rounded tips during shaping of simulated root canals. *Journal of Endodontics* **24**, 364-71.
13. Dummer PMH, Alodeh MHA, Doller R (1989) Shaping of simulated root canals in resin blocks using files activated by a sonic handpiece. *International Endodontic Journal* **24**, 211-25.
14. Esposito PT, Cunningham CJ (1995) A comparison of canal preparation with nickel-titanium and stainless steel instruments. *Journal of Endodontics* **21**, 173–6.

15. Estrela C, Bueno MR, Azevedo BC, Azevedo JR, Pécora JD (2008a) A new periapical index based on cone beam computed tomography. *Journal of Endodontics* **34**, 1325–133.
16. Estrela C, Bueno MR, Leles CR, Azevedo B, Azevedo JR (2008b) Accuracy of cone beam computed tomography and panoramic and periapical radiography for detection of apical periodontitis. *Journal of Endodontics* **34**, 273-9.
17. Estrela C, Bueno MR, Sousa-Neto MD, Pécora JD (2008c) Method for determination of root curvature radius using cone-beam computed tomography images. *Brazilian Dental Journal* **19**, 114-8.
18. Estrela C, Sydney GB, Figueiredo JAP (2009) Root canal preparation. In: Estrela C. *Endodontic Science*. São Paulo, Brazil: Ed. Artes Médicas.p. 609.
19. European Society of Endodontology (2001) Undergraduate curriculum guidelines of endodontology. *International Endodontic Journal* **34**, 574-80.
20. Gambill JM, Alder M, del Rio CE (1996) Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation. *Journal of Endodontics* **22**, 369–75.
21. Gao Y, Peters OA, Wu H, Zhou X (2009) An application framework of three-dimensional reconstruction and measurement for endodontic research. *Journal of Endodontics* **35**, 269–74.
22. Gekelman D, Ramamurthy R, Mirfarsi S, Paqué F, Peters OA (2009) Rotary nickel-titanium GT and ProTaper files for root canal shaping by novice operators: A Radiographic and Micro-Computed Tomography Evaluation. *Journal of Endodontics* **35**, 1584-8.

23. Gopikrishna V, Bhargavi N, Kandaswamy D (2006) Endodontic management of a maxillary first molar with a single root and a single canal diagnosed with the aid of spiral CT. *Journal of Endodontics* **32**, 687–91.
24. Hammad M, Qualtrough A, Silikas N (2008) Three-dimensional Evaluation of Effectiveness of Hand and Rotary Instrumentation for Retreatment of Canals Filled with Different Materials. *Journal of Endodontics* **34**, 1370-3.
25. Hänni S, Schönenberger K, Peters OA, Barbakow F (2003) Teaching an engine-driven preparation technique to undergraduates: initial observations. *International Endodontic Journal* **36**, 476–82.
26. Himel VT, Ahmed KM, Wood DM, Alhadainy HA (1995) An evaluation of Nitinol and stainless steel files used by dental students during a laboratory proficiency exam. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology* **79**, 232-7.
27. Hollanda ACB, Alencar AHG, Estrela CRA, Bueno MR, Estrela C (2008) Prevalence of Endodontically Treated Teeth in a Brazilian Adult Population. *Brazilian Dental Journal* **19**, 313-7.
28. Hülsmann M, Peters OA, Dummer PMH (2005) Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endodic Topics* **10**, 30-76.
29. Iqbal MK, Firic S, Tulcan J, Karabucak B, Kim S (2004) Comparison of apical transportation between ProFile™ and ProTaper™ NiTi rotary instruments. *International Endodontic Journal* **37**, 359–64.
30. Iqbal MK, Maggiore F, Suh B, Edwards KR, Kang J, Kim S (2003) Comparison of apical transportation in four Ni-Ti rotary instrumentation techniques. *Journal of Endodontics* **29**, 587-91.



31. Lopes HP, Moreira E JL, Elias CN, Almeida RA, Neves MS (2007) Cyclic Fatigue of Protaper Instruments. *Journal of Endodontics* **33**, 55-7.
32. Mesgouez C, Rilliard F, Matossian L, Nassiri K, Mandel E (2003) Influence of operator experience on canal preparation time when using the rotary Ni-Ti ProFile system in simulated curved canals. *International Endodontic Journal* **36**, 161–5.
33. Nair MK, Nair UP (2007) Digital and advanced imaging in endodontics: a review. *Journal of Endodontics* **33**, 1– 6.
34. Nandini S, Velmurugan N, Kandaswamy D (2006) Removal Efficiency of Calcium Hydroxide Intracanal Medicament With Two Calcium Chelators: Volumetric Analysis Using Spiral CT, An In Vitro Study. *Journal of Endodontics* **32**, 1097-1101.
35. Nielsen RB, Alyassin AM, Peters DD, Carnes DL, Lancaster JL (1995) Micro-computed tomography: an advanced system for detailed endodontic research. *Journal of Endodontics* **21**, 561–8.
36. Oliveira CAP, Meurer MI, Pascoalato C, Silva CRC (2009) Cone-beam computed tomography analysis of the apical third of curved roots after mechanical preparation with different automated systems. *Brazilian Dental Journal* **20**, 376-81.
37. Paqué F, Ganahl D, Peters AO (2009) Effects of root canal preparation on apical geometry assessed by micro-computed tomography. *Journal of Endodontics* **35**, 1056-9.

38. Patel S (2009) New dimensions in endodontic imaging: part 2 - Cone beam computed tomography. *International Endodontic Journal* **42**, 463–75.
39. Patel S, Dawood A, Pitt Ford T, Whaites E (2007) The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. *International Endodontic Journal* **40**, 818-30.
40. Pécora JD & Capelli A (2006) Shock of paradigms on the instrumentation of curved root canals. *Brazilian Dental Journal* **17**, 3-5.
41. Pécora JD, Capelli A, Guerisoli DMZ, Spanó JCE, Estrela C (2005) Influence of cervical preflaring on apical file size determination. *International Endodontic Journal* **38**, 430–5.
42. Pécora JD, Estrela C (2009). Challenges of root canal preparation. In: Estrela C. Endodontic Science. São Paulo, Brazil: Ed. Artes Médicas. p.571-589.
43. Peru M, Peru C, Mannocci F, Sherriff M, Buchanan LS, Pitt-Ford TR (2006) Hand and nickel-titanium root canal instrumentation performed by dental students: a micro-computed tomographic study. *European Journal of Dental Education* **10**, 52–9.
44. Peters OA (2004) Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *Journal of Endodontics* **30**, 559–67.
45. Peters OA, Barbakow F, Peters CI (2004) An analysis of endodontic treatment with three nickel-titanium rotary root canal preparation techniques. *International Endodontic Journal* **37**, 849-59.
46. Peters OA, Laib A, Ruegsegger P, Barbakow F (2000) Three-dimensional analysis of root canal geometry by high-resolution computed tomography. *Journal of Dental Research* **79**, 1405–9.

47. Peters OA, Peters CI, Schonenberger K, Barbakow F (2003) Protaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analyzed by micro CT. *International Endodontic Journal* **36**, 86–92.
48. Peters OA, Schonenberger K, Laib A (2001) Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro-computed tomography. *International Endodontic Journal* **34**, 221-230.
49. Pettiette MT, Delano EO, Trope M (2001) Evaluation of success rate of endodontic treatment performed by students with stainless-steel K-files and nickel-titanium hand files. *Journal of Endodontics* **27**, 124–7.
50. Pruet JP, Clement DJ, Carnes-Jr DL (1997) Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *Journal of Endodontics* **23**, 77-85.
51. Rhodes JS, Ford TR, Lynch JA, Liepins PJ, Curtis RV (1999) Micro-computed tomography: a new tool for experimental endodontology. *International Endodontic Journal* **32**, 165–70.
52. Schäfer E, Florek H (2003) Efficiency of rotary nickel-titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 1: Shaping ability in simulated curved canals. *International Endodontic Journal* **36**, 199-207.
53. Schilder H (1974) Cleaning and shaping the root canal. *Dental Clinics of North America* **18**, 269-96.
54. Schmitz MS, Santos R, Capelli A, Jacobovitz M, Spanó JCA, Pécora JD (2008) Influence of cervical preflaring on determination of apical file size in mandibular
55. Serene TP, Adams JD, Saxena A (1995) Nickel-Titanium instruments: applications in Endodontics. Ihiyama Euro America Inc: St Louis; 112p.

56. Sjögren U, Figdor D, Persson S, & Sundqvist G (1997) Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *International Endodontic Journal* **30**, 297-306.
57. Sonntag D, Delschen S, Stachniss V (2003) Root-canal shaping with hand and rotary Ni-Ti files performed by students. *International Endodontic Journal* **36**, 715–23.
58. Sponchiado EC Jr, Ismail HA, Braga MR, de Carvalho FK, Simoes CA (2006) Maxillary central incisor with two root canals: a case report. *Journal of Endodontics* **32**, 1002–4.
59. Thompson AS (2000) An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. *International Endodontic Journal* **33**, 297-310.
60. Thompson SA, Dummer PMH (1997) Shaping ability of Profile .04 Series 29 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 2. *International Endodontic Journal* **30**, 8-15.
61. Thompson SA, Dummer PMH (1998) Shaping ability Quantec Series 2000 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 2. *International Endodontic Journal* **31**, 268-74.
62. Tu MG, Chen SY, Huang HL, Tsai CC (2008) Endodontic shaping performance using nickel-titanium hand and motor Protaper systems by novice dental students. *Journal of the Formosan Medical Association* **107**, 381–388
63. Vanni JR, R Santos, Limongi O, Guerisoli DMZ, Capelli A, Pecora JD (2005) Influence of cervical preflaring on determination of apical file size in maxillary molars: SEM analysis. *Brazilian Dental Journal* **16**, 181-6.

64. Venkateshbabu N, Emmanuel S, Santosh GK, Kandaswamy D (2009) Comparison of the canal centring ability of K3, Liberator and EZ Fill Safesiders by using spiral computed tomography. [published on line ahead of print, November 2009] *Australian Endodontic Journal* doi:10.1111/j.1747-4477.2009.00210.x.
65. Walia H, Brantley WA, Gerstein H (1988) An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files. *Journal of Endodontics* **14**, 346–51.
66. Wu MK, Barkis D, Roris A, Wesselink PR (2002) Does the first file to bind correspond to the diameter of the canal in the apical region? *International Endodontic Journal* **35**, 264–7.
67. Wu MK, Roris A, Barkis D, Wesselink PR (2000) Prevalence and extent of long oval shape of canals in the apical third. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics* **89**, 739–43.
68. Yared G, Bou Dagher F, Kulkarni K (2003) Influence of torque control motors and the operator's proficiency on ProTaper failures. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics* **96**, 229–33.
69. Yared GM, Bou Dagher FE, Machtou P (2001) Influence of rotational speed, torque and operator's proficiency on Profile failures. *International Endodontic Journal* **34**, 47–53.

## **9 – ANEXO**



PROTOCOLO N.  
074/2009

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

**PARECER CONSUBSTANCIADO**

**I – Identificação:**

- Título do projeto: Avaliação de acidentes ocorridos durante o preparo do canal radicular com instrumentos de níquel-titânio com vistas ao ensino na graduação.
- Pesquisador Responsável: Carlos Estrela
- Pesquisadores participantes: Ana Helena Gonçalves de Alencar; Daniel de Almeida Decúrcio, Júlio Almeida Silva; Tiago Dias Gomes; Lucas Emanuel Borges Santana.
- Instituição onde será realizado (instituição do pesquisador responsável): Universidade Federal de Goiás.
- Data de apresentação ao CEP/UFG: 31/03/2009

Comentários do relator frente à Resolução CNS 196/96 e complementares em particular sobre:

**II – Estrutura do Protocolo:**

- CD; Folha de rosto CEP-UFG; Folha de rosto da CONEP com assinatura da responsável pela pesquisa e responsável pela instituição onde os dados serão coletados; Certidão de aprovação no conselho Diretor da FO-UFG; TCLE destinado aos estudantes e TCLE destinado aos doadores dos dentes; Projeto de pesquisa e Currículo Lattes dos pesquisadores.

**III – Resumo do Projeto e indicação dos objetivos:**

O objetivo deste estudo é avaliar os acidentes (desvio apical e perfuração) ocorridos durante o preparo do canal radicular de molares inferiores, com instrumentos de níquel-titânio realizados por alunos de graduação. Em específico: 1) - Determinar alterações morfológicas durante o preparo do canal radicular por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico; e 2) - Analisar a qualidade da morfologia interna dos canais radiculares de molares inferiores, posterior ao preparo com limas manuais de aço inoxidável e de níquel-titânio em rotação contínua, a partir da moldagem seguida de desmineralização;

Serão selecionados 40 molares inferiores humanos recém-extraídos. Os dentes serão abertos e seus canais radiculares esvaziados com limas de número 15, associado à solução de hipoclorito de sódio a 1%. A odontometria será obtida pelo método visual, com

confirmação radiográfica. Os dentes serão aleatoriamente distribuídos em dois grupos: Grupo I – instrumentos de aço-inoxidável; Grupo II – instrumentos de níquel-titânio K3 acionados a motor. Antes e após o preparo dos canais radiculares, serão feitas tomografias por um tomógrafo de feixe cônico, sendo analisados os três terços do canal radicular, por sobreposição de imagens. Na seqüência, será realizada a moldagem dos canais radiculares preparados, e os dentes serão desmineralizados em ácido clorídrico a 35% durante o período de 48 horas. Para a verificação da qualidade da morfologia interna dos canais radiculares preparados, as moldagens serão analisadas por três examinadores previamente calibrados. Os critérios de avaliação adotados frente às moldagens dos canais radiculares, observados nos três terços das raízes, permitirão aos examinadores analisar a qualidade dos canais radiculares preparados em regular e irregular, cônico e cilíndrico. Posteriormente, os resultados serão tabulados e submetidos à análise estatística.

#### **IV – Projeto de pesquisa:**

##### **- Análise das questões éticas**

Os dentes serão doados por pacientes atendidos na Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Goiás, com indicação de exodontia, serão informados, antes da intervenção cirúrgica, sobre a possibilidade de doação. E se houver interesse do paciente em doar o dente, será então apresentado a ele o TCLE.

- *A população a ser estudada:* Quarenta estudantes do 7º e 8º períodos da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Goiás serão convidados a participar desta pesquisa.

- Critérios de inclusão e exclusão: 1. Exclusão: Molares inferiores que apresentarem mineralizações na cavidade pulpar, reabsorções interna e/ou externa, tratamentos endodônticos anteriores, linhas de fraturas e presença de instrumentos fraturados e cujo primeiro instrumento (Lima K-File®, Maillefer, Dentsply, Switzerland) de número 15 encontrar com justeza nos canais mésovestibular e mésiolingual. 2. Inclusão: alunos do Curso de Odontologia, maiores de 18 anos.

- Garantia de Privacidade e Confidencialidade contempladas no projeto.

- Explicitam os critérios de suspender ou encerrar a pesquisa.

- Declaram que os resultados tornar-se-ão públicos, sejam favoráveis ou não.

##### **Avaliação de riscos e benefícios:**

Os resultados permitirão a avaliação de estratégias de ensino do preparo do canal radicular questionadas pela literatura. A introdução do uso de sistemas rotatórios na graduação poderá ser feita de forma mais segura e com embasamento científico, proporcionando tratamento endodôntico de alta qualidade para os pacientes, e de forma mais rápida. Os resultados contribuirão para subsidiar mudanças de estratégias de ensino em Instituições, possibilitando o atendimento de um maior número de pacientes.

Este estudo, por ser realizado com dentes extraídos, não apresenta riscos físicos, biológicos, psicológicos ou social para o paciente. Os estudantes estarão isentos de riscos de infecções e contaminações por terem sido os dentes previamente limpos e autoclavados. Para prevenir possíveis acidentes os alunos obrigatoriamente terão que usar óculos de proteção, gorro, máscaras, luvas de procedimento e jalecos de mangas longas.



- Análise da metodologia e sua adequação aos objetivos da pesquisa:  
A metodologia encontra-se adequadamente fundamentada.

- Verificação das condições para realização da pesquisa  
Os dados serão levantados na Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Goiás  
Os currículos dos pesquisadores são compatíveis com a pesquisa proposta.

**V – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido:**

- Ambos TCLE, o destinado ao paciente doador dos dentes e o destinado aos estudantes, são apresentados com linguagem clara e estruturalmente corretos.
- O TCLE atende as garantias de privacidade e confidencialidade.

**VI – Parecer do CEP:**

- O parecer, S.M.J deste comitê, é pela APROVAÇÃO.

Observar datas de entrega dos relatórios parciais e final.

**VII – Data da reunião: 27/03/2009**

Assinatura do (a) relator(a):

Assinatura do (a) Coordenador (a)/ CEP:

  
**Rita Gpreti Amaral**  
Coordenadora do CEP/PRPPG/UFG