

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
Faculdade de Odontologia
Programa de Pós-Graduação em Odontologia
Área de concentração: Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial

Alessandro Marchiori Farret

**Análise da superfície dentinária radicular seccionada com broca e laser Er:YAG e
fusionada com laser Nd:YAG por meio de MEV e EDS.**

Porto Alegre, 2010

Alessandro Marchiori Farret

**Análise da superfície dentinária radicular seccionada com broca e laser Er:YAG e
fusionada com laser Nd:YAG por meio de MEV e EDS.**

*Dissertação apresentada como parte dos
requisitos obrigatórios para obtenção do
título de Mestre em Cirurgia e Traumatologia
Bucamaxilofacial na Pontifícia Universidade
Católica do Rio Grande do Sul.*

Orientador: João Batista Blessmann Weber

Porto Alegre, 2010.

Dedicado aos meus pais,
que tanto incentivaram e apoiaram minha formação.

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a superfície dentinária de 20 incisivos inferiores bovinos, os quais passaram por secção radicular com utilização de broca de alta rotação ou laser Er:YAG, também utilizando fusão dentinária por laser de Nd:YAG. Os dentes foram separados em 2 grupos. No primeiro, os dentes foram seccionados com broca de alta rotação utilizando-se refrigeração constante, e no segundo grupo os dentes foram seccionados com laser Er:YAG, em modo pulsátil, com frequência de 10 Hz, energia por pulso de 500 mj (potência de 5 W) e sob refrigeração constante do spray ar/água, à 3 mm do dente. Ambos os cortes geraram 2 superfícies, uma das quais passou por fusão com laser Nd:YAG e a outra permaneceu sem tratamento na superfície. Foram obtidas imagens por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e dados sobre a constituição molecular das superfícies remanescentes por meio de Espectroscopia de Dispersão de Energia (EDS). Para a comparação entre os 4 grupos utilizou-se o teste não-paramétrico Kruskal-Wallis. Os resultados foram considerados significativos a um nível de significância máximo de 5%. O grupo cortado com broca sem fusão dentinária apresentou valores significativamente superiores de carbono aos demais grupos. O grupo em que os dentes foram seccionados com broca sem tratamento da superfície apresentou quantidades de fósforo significativamente inferiores em relação a todos os outros grupos, seguido pelos grupos onde houve corte com broca e fusão por Nd:YAG e corte com Er:YAG e fusão por Nd:YAG, os quais não diferiram entre si. No grupo com secção por laser Er:YAG sem tratamento dentinário, observaram-se valores de fósforo significativamente superiores aos outros. Concluiu-se que as superfícies resultantes dos dentes que foram cortados com broca de alta rotação apresentaram superfície mais lisa ao exame de MEV do que as superfícies resultantes dos dentes cortados com laser Er:YAG. Além disso, estas mesmas superfícies também apresentaram menor índice de túbulos dentinários abertos, levando a crer que por este método de secção dentinária, a permeabilidade da dentina resultante será menor que a dentina cortada com laser Er:YAG, mesmo utilizando-se fusão por laser Nd:YAG.

Palavras-chave: Apicectomia; Laser Er:YAG; Laser Nd:YAG; MEV; EDS.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the dentine surface of 20 lower bovine incisors which were undergone to root section with high-speed bur or Er:YAG laser, also using laser fusion of dentine by Nd:YAG laser. The teeth were assigned in two groups. In the first group the teeth were sectioned with high-speed bur with constant refrigeration and in the second group the teeth were sectioned with Er:YAG laser in the pulse mode, with 10 Hz of frequency and pulse energy of 500 mj (5 W of potency) under constant refrigeration with spray water/air from 3 mm of the tooth. Both methods of cut performed two surfaces, one of them was fused by Nd:YAG laser and the another one was kept without surface treatment. Through the Scanning Electron Microscopy (SEM), were done images of the surfaces and through the Energy Dispersion Spectroscopy (EDS) were obtained data about the molecular constitution of the remaining surfaces. For the comparison among the 4 groups the non-parametric test of Kruskal-Wallis was used. The results were considered significant at a maximum significance level of 5%. The group cut with bur without dentine fusion showed significant higher values of carbon in comparison with other groups. The group in which the teeth were sectioned by bur without surface treatment showed significant lower amounts of phosphorus in comparison with all other groups, followed by group where there was cut with bur and fusion by Nd:YAG and cut with Er:YAG and fusion by Nd:YAG, which did not differ between them. In the group with section by Er:YAG laser and without dentine treatment, were observed values of phosphorus significantly higher. The conclusion was that the cut surfaces with high-speed bur showed a smoother surface than the surfaces obtained with Er:YAG laser, visualized through the MEV analyses. Moreover, those same surfaces also showed lower amount of open dentine tubules, indicating that the method of section with bur could reduce the permeability of the dentine in comparison with Er:YAG laser even with the fusion by the Nd:YAG laser.

Key-Words: Apicoectomy; Er:YAG laser; Nd:YAG laser; SEM; EDS.

Lista de figuras

Figura 1	Corte da raiz com laser Er:YAG.....	19
Figura 2	Aplicação do laser Nd:YAG na superfície dentinária.....	20
Figura 3	Aparelho de microscopia eletrônica de varredura (MEV) e espectroscopia por dispersão de energia (EDS).....	21
Figura 4	Imagem do microscópio eletrônico de varredura.....	22
Figura 5	Imagens da MEV de um elemento do grupo 1 ^a	24
Figura 6	Imagens da MEV de um elemento do grupo 1B.....	25
Figura 7	Imagens da MEV de um elemento do grupo 2 ^a	26
Figura 8	Imagens da MEV de um elemento do grupo 2B.....	27

Lista de tabelas e gráficos

Quadro 1	Organização dos grupos conforme corte e tratamento da superfície dentinária.....	18
Tabela 1	Comparação dos valores Wt(%) entre os grupos de estudo.....	28
Gráfico 1	Comparação dos valores Wt(%) do elemento C entre os grupos.....	29
Gráfico 2	Comparação dos valores Wt(%) do elemento O entre os grupos	30
Gráfico 3	Comparação dos valores Wt(%) do elemento Mg entre os grupos.....	30
Gráfico 4	Comparação dos valores Wt(%) do elemento P entre os grupos.....	31
Gráfico 5	Comparação dos valores Wt(%) do elemento Ca entre os grupos.....	31

Lista de abreviaturas, siglas e símbolos

BSE	Back scattering (detector de elétrons retroespalhados)
cm	Centímetro
CO ₂	Dióxido de carbono
EDS	Espectroscopia por dispersão de energia
Er:YAG	Érbio: ítrio, alumínio, granada
Hz	Hertz
J/cm ²	Joule por centímetro quadrado
keV	quiloelétronvolt
MEV	Microscopia eletrônica de varredura
min	minuto
mm	milímetro
mJ	milijoule
µm	micrômetro
µs	microsegundo
NaCl	Cloreto de sódio
Nd:YAG	Neodímio: ítrio, alumínio, granada
nm	nanômetro
PUCRS	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
s	segundo
SE	Secondary electrons (detector de elétrons secundários)
SP	Superpulsado
W	Watt
Wt(%)	Porcentagem de peso das substâncias atômicas na espectroscopia

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	10
3. MATERIAL E METODO.....	18
3.1 AMOSTRA.....	18
3.2 ORGANIZAÇÃO DOS GRUPOS.....	18
3.3 SECCIONAMENTO DOS DENTES.....	18
3.4 TRATAMENTO DA SUPERFÍCIE DENTINÁRIA.....	19
3.5 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA E EDS.....	20
3.6 ANALISE ESTATÍSTICA.....	22
4. RESULTADOS.....	24
5. DISCUSSAO.....	32
6. CONCLUSAO.....	35
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36
8. ANEXOS.....	41

1 INTRODUÇÃO

A ressecção radicular apical, também chamada de apicectomia, é um procedimento cirúrgico em que o ápice radicular é removido, podendo ser realizada por vários métodos, a maioria utilizando brocas em alta ou baixa rotação. *Lasers* de alta potência também têm sido usados como recurso tecnológico na execução deste procedimento¹.

Segundo Oliveira et al.² (2004), a cirurgia apical é considerada uma alternativa terapêutica para dentes com canais radiculares calcificados ou perfurados, assim como para aqueles com canais contaminados e anatomia radicular complexa, diante de pinos radiculares que não podem ser removidos e canais radiculares com colonização bacteriana estável e refratária ao tratamento convencional.

A apicectomia com *laser* pode propiciar vantagens, como esterilização dos túbulos dentinários pela vaporização das bactérias, derretimento e recristalização da dentina irradiada com selamento dos túbulos dentinários, o que não ocorre com o uso de brocas de alta e baixa rotação³.

Com base nisso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do corte com *laser* Er:YAG ou broca e da fusão com o *laser* Nd:YAG na estrutura da superfície dentinária radicular, através de microscopia eletrônica de varredura (MEV), bem como na composição dos elementos químicos presentes nestas superfícies, por meio de espectroscopia por dispersão de energia (EDS).

2 REVISÃO DE LITERATURA

Quando da impossibilidade do tratamento endodôntico, do retratamento ou, ainda, na persistência do processo patológico periapical, a indicação recai sobre a cirurgia paraendodôntica⁴. A apicectomia remove o extremo apical da raiz do dente juntamente com o seu conjunto de canais radiculares⁵.

A dentina é permeável devido a sua estrutura canalicular, sendo que o canaliculo dentinário constitui-se na principal via de comunicação externa de uma substância para o interior do conduto radicular⁶. Esta permeabilidade diminui na presença da lama dentinária e também quando ocorre a aproximação com o terço apical da raiz dental⁷.

Karlovic et al⁸ realizaram um estudo com 60 dentes unirradiculares e retrobturados, comparando a eficácia do *laser* Er:YAG e o ultrassom (US) sobre a microinfiltração em obturações, utilizando diferentes materiais. As cavidades confeccionadas possuíam 3 mm de profundidade e, em cada grupo de 30 dentes, 10 foram preenchidos com MTA, 10 com super-EBA e 10 com IRM. O ultrassom utilizou uma ponta CT-5 com uma frequência de 32 kHz. Os parâmetros do *laser* foram: pulso de duração baixa (100 micros), energia de 280 mJ, e taxa de repetição de 10 Hz. Os resultados demonstraram que as cavidades preparadas com *laser* Er:YAG apresentaram microinfiltração significativamente menor com todos os materiais.

Dutra Corrêa et al.⁹ (2005) realizaram um estudo comparando, ao microscópio de luz, a morfologia da dentina de dentes bovinos e humanos. Dentes bovinos foram fixados em formol tamponado a 10%. Foram preparadas lâminas pelas técnicas de desgaste e de descalcificação; estas foram coradas por Hematoxilina/Eosina (HE) e

Tricrômico de Masson. Os autores concluíram, perante estudos previamente realizados em dentina humana, que a dentina bovina apresenta maior número de túbulos dentinários na área próxima à polpa e menor número próximo ao esmalte, semelhante à dentina humana; maior diâmetro nas proximidades do esmalte e menor diâmetro nas proximidades da polpa, ao contrário da dentina humana; a distribuição da dentina intertubular bovina próxima à polpa não foi uniforme ao longo do dente. Considerando estas conclusões, especialmente a que mostra maior diâmetro dos túbulos dentinários próximo ao esmalte, na dentina de dentes bovinos, sugere-se alterações em pesquisas que utilizam essa dentina em substituição à dentina humana.

Tanji e Eduardo¹⁰ (2002), analisaram as alterações de temperatura e estrutura morfológica de dentes bovinos irradiados por Er:YAG. Grupo 1 - energia por pulso de 250 mJ, 2 Hz de taxa de repetição, sob refrigeração água/ar (80,24J/cm²; 0,5W); Grupo 2 - 250 mJ, 2 Hz, sem refrigeração água/ar (80,24J/cm²; 0,5W); Grupo 3 - 250mJ, 4Hz, sob refrigeração água/ar (80,24J/cm²;1,0W); Grupo 4 - 250mJ, 4 Hz, sem refrigeração água/ar (80,24J/cm²; 1,0W). Os autores observaram um aumento da temperatura, significativamente maior, quando não foi usado refrigeração água/ar, assim como maior tempo para a redução da temperatura nesta condição. A microscopia óptica revelou trincas e carbonizações quando não há refrigeração dos tecidos durante a irradiação. Na microscopia eletrônica por varredura, fusões e recristalizações da dentina foram observadas após irradiação com Er:YAG sem refrigeração.

Anido¹¹ (2005) comparou a dentina humana e bovina quanto à profundidade de desmineralização, com ácido fosfórico a 37% e com primer ácido. O autor também avaliou a espessura de hibridização empregando um sistema adesivo

autocondicionante e um convencional. Para tanto, utilizou 15 incisivos humanos e 15 bovinos, extraídos e congelados. Após, obteve fatias de dentina da face vestibular de 10 destes dentes, humanos e bovinos, destinadas à análise da desmineralização. Os espécimes do grupo controle receberam uma camada de verniz em sua porção cervical. Posteriormente, submeteu estas ao tratamento com ácido e em seguida, fraturou a fatia para verificação do perfil de adesão com MEV. Cinco dentes humanos e bovinos destinaram-se a análise da hibridização na porção média de dentina. Para isso, os dentes foram seccionados, divididos em duas hemi-coroas, isolados com verniz (controle), submetidos a aplicação de 2 sistemas adesivos diferentes (Clearfil SE Bond-Kuraray e Adper Single Bond-3M ESPE) utilizando as instruções do fabricante. Todas as amostras foram processadas para análise ao MEV do perfil de adesão e desmineralização. O autor concluiu que as duas dentinas apresentam comportamento similar durante os procedimentos adesivos e que dentes bovinos podem substituir dentes humanos em estudos *in vitro* da performance inicial de sistemas adesivos.

Eugénio et al¹² (2005) em um estudo onde pesquisaram a caracterização da superfície dentinária processada com *laser* excímero KrF (utilizando de 0.5 a 20 J/cm²) por meio de MEV, EDS e *Fourier Transform Infra-red Spectroscopy* (FTIR), observaram que algumas amostras apresentaram superfície dentinária plana devido à disposição de *partículas* resultantes da ablação, independentemente do pulso utilizado. Enquanto isso, outras amostras onde o pulso utilizado foi de até 1 J/cm², houve a remoção preferencialmente de dentina intertubular, dando a ela um aspecto colunar pela presença da dentina peritubular. Onde foi usado pulso maior que 1 J/cm², a superfície dentinária mostrou-se plana, coberta por material ressolidificado. Além disso, os autores

concluíram que os *lasers* excímeros são mais apropriados que os *lasers* de Nd:YAG e CO₂ para aplicação em dentina porque o curto comprimento de onda e a curta duração do pulso minimizam o dano térmico, além de permitir a remoção controlada da dentina, proporcionando cavidades bem definidas.

Turkmen et al.¹³ (2000) encontraram esferas isoladas de material recristalizado nas superfícies processadas com *lasers* de CO₂ e Nd:YAG, enquanto que tratando com *laser* excímero de ArF, produziu-se pequena mudança morfológica na dentina.

Aranha et al¹⁴ (2005) analisaram o efeito dos *lasers* Er:YAG e Nd:YAG na redução da permeabilidade da dentina através de selamento dos túbulos dentinários. Selecionaram 30 pré-molares, os quais foram seccionados na porção da junção amelocementária com disco diamantado. Foram feitas irradiações com os *lasers*, na superfície da dentina, seguindo 2 protocolos para o *laser* Nd:YAG: (A)1 w, 10 Hz e (B) 1.5 w, 15 Hz, e um para o Er:YAG :60 mJ, 2 Hz em 4 aplicações de 20 segundos cada, distante 6 mm da superfície. Logo após, as amostras foram imersas em Rodamina B 1% à 37°C em câmara umidificada. Os autores concluíram que ambos os *lasers*, pelos parâmetros usados, reduziram a permeabilidade dentinária, tendo o *laser* de Er:YAG maior eficácia.

Outro estudo ¹⁵ que analisou a resistência elástica da dentina bovina após irradiação, durante 20 segundos com *laser* Er:YAG (1,5 W, comprimento de onda de 2,94 nm, distância da superfície irradiada menor que 1 mm, área irradiada de 8x4 mm, durante 20 segundos), CO₂ (2 W, comprimento de onda de 10,6 nm, distância da superfície irradiada de 5 mm, área irradiada de 8x4 mm, durante 20 s) ou diodo (2 W, comprimento de onda de 0,81nm, distância da superfície irradiada de 1mm, área irradiada 8x4mm, durante 20 s). A resistência elástica dos tecidos irradiados variou

entre 64,3 – 73,1 MPa, enquanto que, no grupo controle, variou entre 71,0 – 78,5 MPa, mostrando uma tendência de redução após aplicação dos *lasers*.

Duarte et al.¹⁶ (2007) realizaram um estudo para comparar por microscopia eletrônica de varredura, a superfície radicular após ressecção por 4 meios: Er:YAG *laser*, broca de alta rotação #699 carbide, broca #699 carbide mais *Shofu point finishing*, e por broca *Zekrya*. Utilizaram 39 pré-molares humanos, extraídos e tratados endodonticamente e, posteriormente, mantidos a 37° C em câmara úmida. As raízes foram seccionadas apicalmente num ângulo de 90° em relação ao longo eixo do dente, cortando 2 mm abaixo do ápice radicular. Os parâmetros para a utilização do *laser* Er:YAG foram: comprimento de onda de 2,94 nm, 350 mJ de energia e frequência de 6 Hz, com irrigação. Todas as brocas foram utilizadas em alta rotação e com irrigação por solução salina. Foram tomadas microfotografias com uma ampliação de 400x para análise da superfície, e foram dados escores de 0 a 3 em ordem crescente para rugosidade da superfície. Os autores concluíram que os melhores resultados obtidos foram nos dentes que sofreram ressecção por broca #699 carbide mais acabamento com pontas *Shofu*, seguindo-se o grupo que utilizou broca *Zekrya*. O grupo em que se utilizou *laser* Er:YAG obteve os piores resultados, segundo o autor, provavelmente devido ao modo pulsátil do *laser*.

Baraldi e Puricelli¹⁷ (2000) avaliaram *in vitro* as alterações morfológicas da superfície de corte apical promovidas pela irradiação com *laser* de Nd:YAG sem contato, em diferentes potências. Para tanto utilizaram trinta dentes caninos humanos, que, após a remoção de suas coroas, receberam tratamento endodôntico. As raízes foram, então, submetidas à apicectomia, com remoção de quatro milímetros do comprimento do terço apical. O corte foi executado perpendicular ao longo eixo

radicular, sempre pelo mesmo operador. Utilizou-se, para apicectomia, fresa cirúrgica tronco-cônica, montada em motor elétrico, sob irrigação constante com água destilada. Com auxílio de disco diamantado, dois pequenos sulcos foram executados nas arestas formadas pela face apical e as paredes radiculares mesial e distal, dividindo a face apical obtida, após a apicectomia, em duas áreas: vestibular e lingual. Os sulcos serviram como guias de orientação para irradiação com *laser* de apenas uma das áreas apicais. Estas amostras foram então, irradiadas com *laser* Nd:YAG, em comprimento de onda de 1,064 nm, em modo pulsátil (pulsos de 150 ms) perpendicularmente à superfície em distância padronizada de 2 mm. O tempo padronizado da duração da irradiação foi de 30 segundos, e não se utilizou qualquer meio de refrigeração. Os 3 grupos dividiram-se pela potência utilizada no *laser*: 1,6 W, 2,0 W e 2,4 W. Os autores concluíram que o *laser* de Nd:YAG foi capaz de promover fusão e recristalização da *smear layer*, na superfície de corte de apicectomias, nas condições de irradiação descritas, ocorrendo danos térmicos eventuais.

Queiroz et al.¹⁸ (2004) desenvolveram um estudo sobre modificação da hidroxiapatita e hidróxidoapatita vitro-reforçada por irradiação de *laser* KrF excímero. Após tratados com agentes químicos apropriados, as duas substâncias foram submetidas a irradiação de *laser* KrF com 248 nm de comprimento de onda e 30 ns de duração do pulso. Utilizaram uma ampla gama de parâmetros para irradiação, com densidades variando entre 0.2 e 10 J/cm², frequências de 5, 50 e 100 Hz e número de pulsos variando de 10 à 2000. Avaliaram, então, por meio de MEV, EDS, XRD (*X-ray Diffraction*), XPS (*X-ray Photoelectron Spectroscopy*) e FTIR-ATR as superfícies. Concluíram que a rugosidade da superfície aumenta com o número de pulsos para os

dois materiais, chegando em alguns casos (1000 pulsos) a se duplicar a área de superfície da amostra.

Soares et al.¹⁹ (2007) realizaram um estudo para avaliar a morfologia molecular na dentina, após aplicação de *laser* Er:YAG. Utilizou, para isso, seis terceiros molares humanos extraídos, hígidos, os quais foram armazenados em solução de Timol 0,1% a 9°C, por uma semana. Os dentes foram, então, lavados por 24 horas com água filtrada para eliminar resíduos da solução de Timol. Logo após, o terço oclusal foi seccionado perpendicularmente ao longo-eixo do dente e as raízes foram fatiadas para o teste. A superfície de cada fatia foi dividida em 4 áreas, com cada quadrante sendo tratado diferentemente: grupo controle: ácido fosfórico 37% por 15 segundos; grupo I: *laser* Er:YAG (80 mJ, 3 Hz, 15 J, 190 pulsos); grupo II: *laser* Er:YAG(120 mJ, 3 Hz, 15 J, 128 pulsos); grupo III: *laser* Er:Yag(180 mJ ,3 Hz, 15 J, 86 pulsos). As amostras foram então submetidas a MEV e FTIR, este último utilizando 4 espectros diferentes. As imagens da MEV demonstraram que o ácido fosfórico produziu uma superfície adesiva mais favorável do que as superfícies irradiadas com *laser*. A avaliação das mudanças dos conteúdos minerais e orgânicos produzidos pelo *laser* na superfície das amostras, utilizando FTIR, revelou que o grupo III (*laser* Er:YAG 180 mJ) apresentou mudanças químicas nas proteínas, fosfatos e carbonatos da dentina.

Slutzky-Goldberg et al.²⁰ realizaram um estudo para comparar o efeito do *laser* de CO₂ e da broca de alta rotação na microdureza dos tecidos duros dos dentes humanos. Dez dentes humanos (molares e pré-molares) hígidos foram obtidos e armazenados em solução salina estéril à 4°C. Posteriormente, as coroas foram separadas das raízes usando uma broca de alta rotação e foram seccionadas verticalmente em várias fatias com disco diamantado em baixa velocidade e os tecidos

pulparem remanescentes foram devidamente removidos. As 12 fatias remanescentes foram tratadas em quatro áreas, no esmalte e na dentina, usando *laser* CO₂, e duas diferentes áreas, no esmalte e na dentina, usando uma broca de alta rotação, ambos os tratamentos por 3 segundos. O *laser* 9.6 µm foi regulado em 7 e 3,5 W, à 5 µs de duração de pulso e 10 Hz de taxa de repetição. A broca utilizada foi de modelo C1, da marca Strauss&Co., em alta rotação, no esmalte e dentina. O estudo demonstrou que, no esmalte, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Porém, na dentina, o *laser* CO₂ parece ter enfraquecido mais os limites da cavidade de dentina, provavelmente devido a sua maior efetividade em tecidos com altas concentrações de água.

Çelik et al.²¹ realizaram um estudo comparando a microdureza da dentina remanescente em cavidades dentinárias preparadas com laser de Er, Cr:YSGG e Er:YAG, comparando com o método convencional por brocas. Para isso, utilizaram o teste de microdureza de Vickers, microscopia eletrônica de varredura (MEV) e espectroscopia (EDS). Cavidades de 3x3 mm de área por 2 mm de profundidade foram feitas utilizando os seguintes parâmetros: laser Er,Cr:YSGG – 6W, com frequência de 20Hz, irrigação de 30% ar e 70% água, para o esmalte e, para preparo em dentina, 4W, 25Hz com a mesma irrigação; laser Er:YAG – 600 mJ, a 6 Hz, com spray de água contínuo, alterando para 250 mJ a 4 Hz com a mesma irrigação para a dentina. Outro grupo utilizou broca diamantada da maneira tradicional, com irrigação abundante até atingir as medidas padronizadas pelo estudo. Os autores não obtiveram resultados estatisticamente significantes quanto a diferença na microdureza dentinária, assim como não foi encontrada diferença na morfologia molecular entre os grupos.

3 MATERIAL E METODO

3.1 Amostra

Foram utilizados 20 dentes bovinos, incisivos centrais inferiores permanentes, obtidos no Frigorífico Silva, em Santa Maria/RS (anexo 2). Após extração dos dentes das mandíbulas bovinas, os mesmos foram lavados e raspados com o objetivo de remover quaisquer restos de ligamento periodontal. Em seguida, foram armazenados imersos em água deionizada a 4°C, trocada semanalmente.

3.2 Organização dos grupos

Os dentes foram divididos, aleatoriamente, em dois grupos, com 10 dentes cada, de acordo com o tipo de seccionamento ao qual seriam submetidos. Após o corte, uma superfície dentinária permaneceu intacta (Subgrupos 1A e 2A) e a outra foi tratada com *laser Nd:YAG* (Subgrupos 1B e 2B) (Quadro 1).

Quadro 1 – Organização dos grupos conforme corte e tratamento da superfície dentinária

GRUPO	N	CORTE	SUBGRUPOS	TRATAMENTO SUPERFÍCIE
1	10	Broca diamantada	1A	Não
			1B	<i>Laser Nd:YAG</i>
2	10	<i>Laser Er:YAG</i>	2A	Não
			2B	<i>Laser Nd:YAG</i>

3.3 Seccionamento dos dentes

No grupo 1, os 10 dentes foram seccionados, na porção média da raiz, com uso de uma broca cilíndrica diamantada de alta rotação 4138 (KG Sorensen), à 380.000 rpm, sob irrigação constante de solução fisiológica 0,9% pela ponteira da caneta, em ângulo de 90 graus com o longo-eixo do dente.

No grupo 2, os dentes foram seccionados, na porção média da raiz, com o *laser* Er:YAG, no modo pulsátil, em frequência de 10 Hz, energia por pulso de 500 mJ (potência de 5 W) e sob refrigeração constante do spray ar/água, à aproximadamente 3 mm do dente (Figura 1).

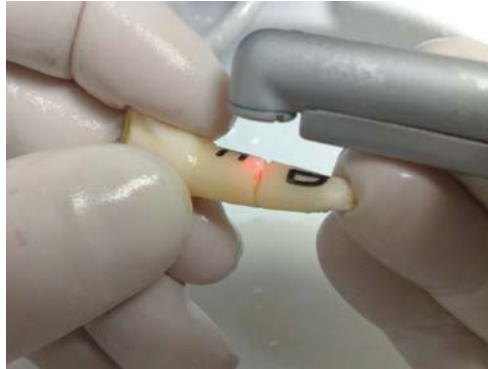


Figura 1. Corte da raiz com laser Er:YAG

3.4 Tratamento da superfície dentinária

Após o corte, cada dente resultou em duas superfícies com o mesmo tipo de corte. Uma superfície permaneceu intacta e, na outra (subgrupos 1B e 2B), foi feita fusão dentinária com *laser* Nd:YAG, no modo pulsátil, com frequência de 20 Hz, sem refrigeração, com energia de pulso de 200 mJ (potência de 4 W), durante 60 s, com fibra óptica distanciada à aproximadamente 2 mm da superfície dentinária, protocolo baseado no trabalho de POZZA (2005)^{17, 21-22} (Figura 2). A aplicação do *laser* foi realizada em ziguezague, nos sentidos vestibulo-palatino e méso-distal, para que toda a superfície exposta pelo corte fosse tratada. Após cada uso, a extremidade da fibra óptica recém utilizada foi cortada com cortador especial.



Figura 2. Aplicação do laser Nd:YAG na dentina

Todos os dentes foram marcados com tinta preta resistente à água, nas duas metades, de acordo com o grupo e o subgrupo aos quais pertencem. Após, todas as amostras foram armazenadas, novamente, em água deionizada a 4°C, com a extremidade incluída em cera utilidade afim de manter a superfície de corte livre e em imersão constante na substância.

Ambos os *lasers* foram utilizados a partir do equipamento Twinlight Laser Dental® (Fotona, Eslovênia), previamente calibrado por empresa certificada da marca.

3.5 Microscopia eletrônica de varredura e EDS

As amostras foram levadas para análise no Centro de Microscopia e Microanálises da Pontifícia Universidade do Rio Grande do Sul e analisadas em um microscópio eletrônico de varredura Philips, modelo XL 30 (Figura 3). Este microscópio possui ainda um sistema de EDS, utilizado para identificar a composição química das amostras, além de permitir o mapeamento dos mesmos, em toda a área selecionada.



Figura 3. Aparelho de microscopia eletrônica de varredura (MEV) e espectroscopia por dispersão de energia (EDS)

As amostras foram deixadas por duas semanas em dessecador. Após este período, foram metalizadas por um filme de ouro através de uma técnica de deposição de íons (*Sputter Coater*), devido à não condução elétrica de amostras biológicas.

As amostras foram posicionadas convenientemente, em porta-amostras do microscópio (*stubs*), para uma boa visualização da superfície cortada. A fim de permanecerem na posição adequada, utilizou-se cianoacrilato de etila para fixá-las.

Foram, então, obtidas imagens de MEV das 40 superfícies cortadas visando à observação da totalidade da face. Foram tomadas imagens com 35x, 1000x e 3000x de magnificação. A energia do feixe de elétrons foi de 20 keV e o diâmetro do feixe utilizado de 4.9 nm. A morfologia da superfície das amostras foi avaliada com o detector de elétrons secundários (SE), em magnificação de 70x.

Também foram obtidas imagens de MEV com o detector de elétrons retroespalhados (BSE) por exibir melhor contraste entre materiais com significativas diferenças de pesos atômicos. Análises por EDS para a identificação dos elementos

químicos presentes em cada superfície foram realizadas com um detector de estado sólido de Si (Li) (Figura 4).

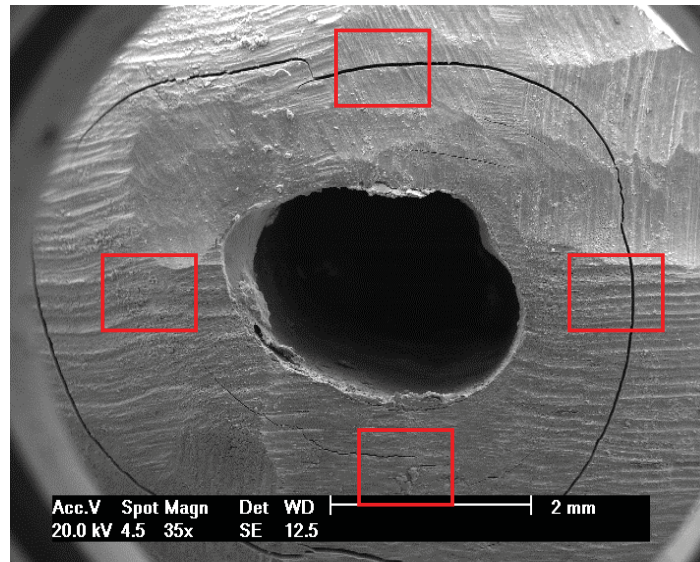


Figura 4. Imagem do microscópio eletrônico de varredura com ampliação de 35x. Os quadrados marcados em vermelho foram as áreas selecionadas para exame com EDS. Para todas as superfícies foram selecionados 4 locais em pontos equidistantes para aquisição dos dados.

3.6 Análise estatística

A análise estatística foi realizada através de tabelas, gráficos e estatísticas descritivas (média e desvio-padrão) e alguns testes estatísticos destacados a seguir.

Para a verificação da normalidade dos dados o primeiro teste a ser executado foi o teste Kolmogorov- Smirnov. Os resultados deste teste apontam que algumas das variáveis analisadas não tiveram esta condição garantida (apresentar distribuição normal), sendo assim os testes utilizados para a comparação foram testes não-paramétricos.

Para a comparação entre os 4 grupos utilizou-se o teste não-paramétrico Kruskal-Wallis.

Os resultados foram considerados significativos a um nível de significância máximo de 5% ($p \leq 0,05$) e para o processamento e análise destes dados foi utilizado o software estatístico SPSS versão 10.0

4 RESULTADOS

Análise da microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Os elementos do grupo 1A (dentes que passaram por ressecção radicular com broca e não tiveram a superfície dentinária tratada com *laser* Nd:YAG) apresentaram ao microscópio eletrônico de varredura, superfície regular, presença de smear layer e, com exceção de um elemento do grupo, os túbulos dentinários completamente obliterados.

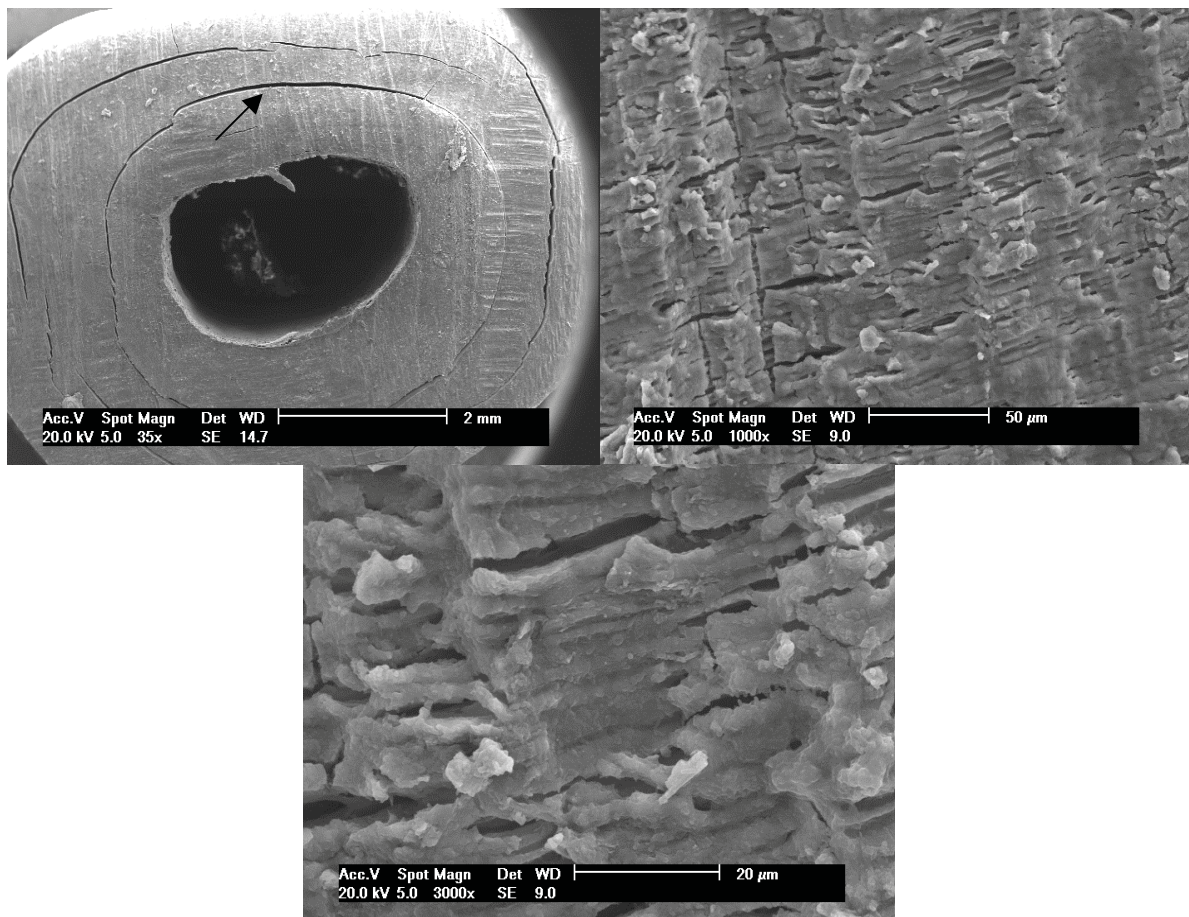


Figura 5. Imagens da MEV de um elemento do grupo 1A, sob aumentos de 35x, 1000x e 3000x. Este dente apresenta trincas cocêntricas (seta), como a grande maioria dos elementos neste trabalho, devido ao processo de secagem e remoção de ar do interior do aparelho. Nota-se uma superfície muito regular, com poucas ranhuras e ausência de túbulos dentinários expostos ou abertos.

Os elementos do grupo 1B(dentes seccionados com broca de alta rotação e tratados com *laser Nd:YAG*) apresentaram igualmente superfície muito regular, com pouca exposição de túbulos dentinários abertos e smear-layer fusionada.

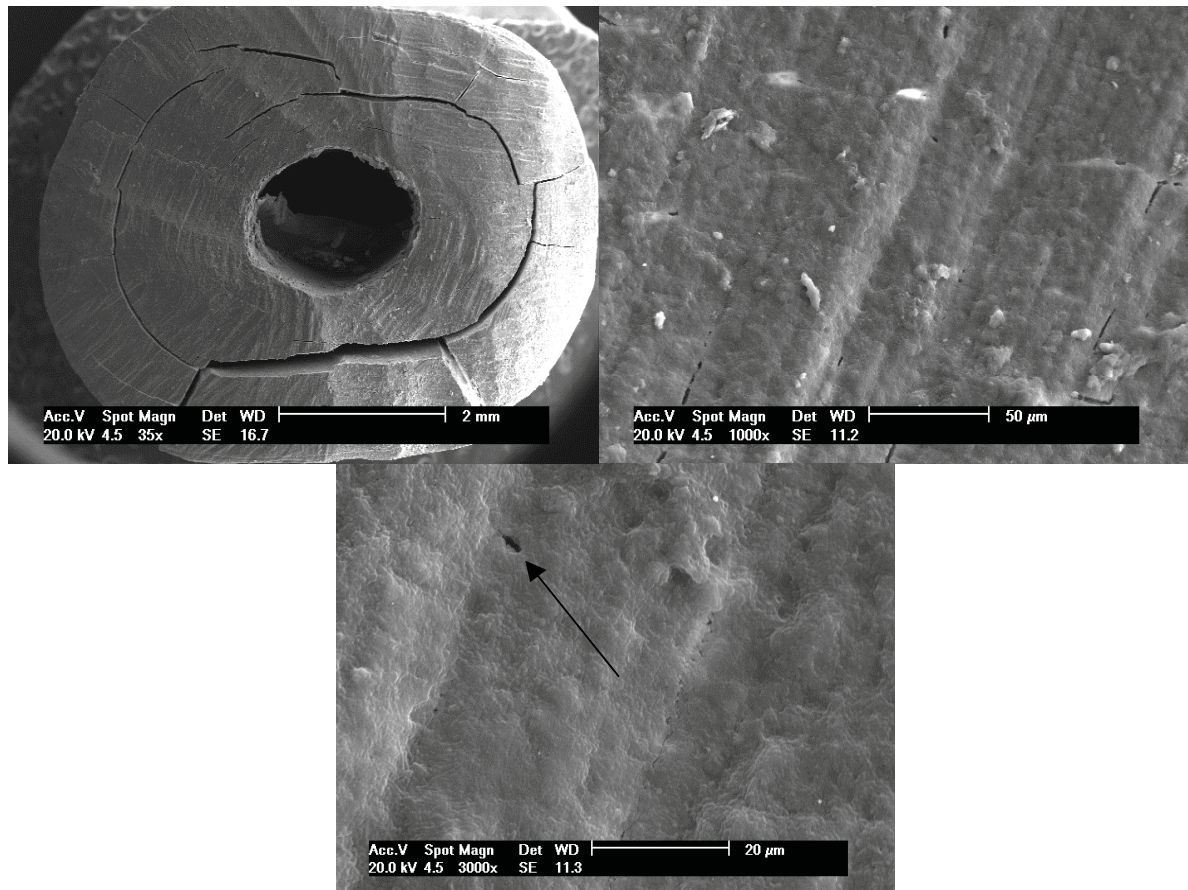


Figura 6. Imagens da MEV de um elemento do grupo 1B, sob aumentos de 35x, 1000x e 3000x. Aparência regular com fusão da smear-layer. A seta indica um túbulo dentinário aberto.

Os elementos do grupo 2A (dentes seccionados com *laser* Er:YAG sem receber tratamento da superfície dentinária por *laser* Nd:YAG) apresentaram em sua totalidade superfície irregular e, com exceção de 2 elementos, os túbulos dentinários parcialmente abertos.

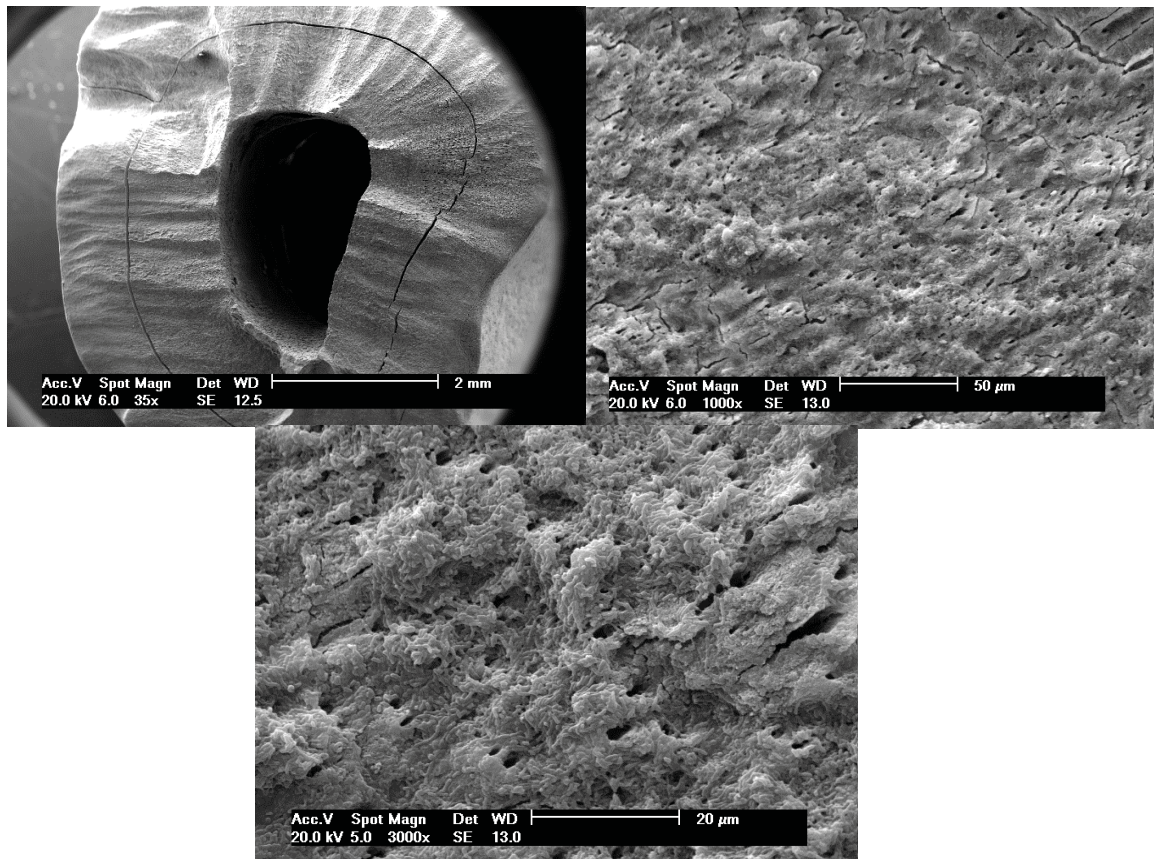


Figura 7. Imagens da MEV de um elemento do grupo 2A sob aumentos de 35x, 1000x e 3000x. Superfície rugosa e irregular com grande exposição de túbulos dentinários abertos.

Os elementos do grupo 2B (dentes seccionados com *laser* Er:YAG e com a superfície dentinária tratada por *laser* Nd:YAG) apresentaram em sua totalidade superfície irregular e metade dos elementos apresentou túbulos dentinários abertos.

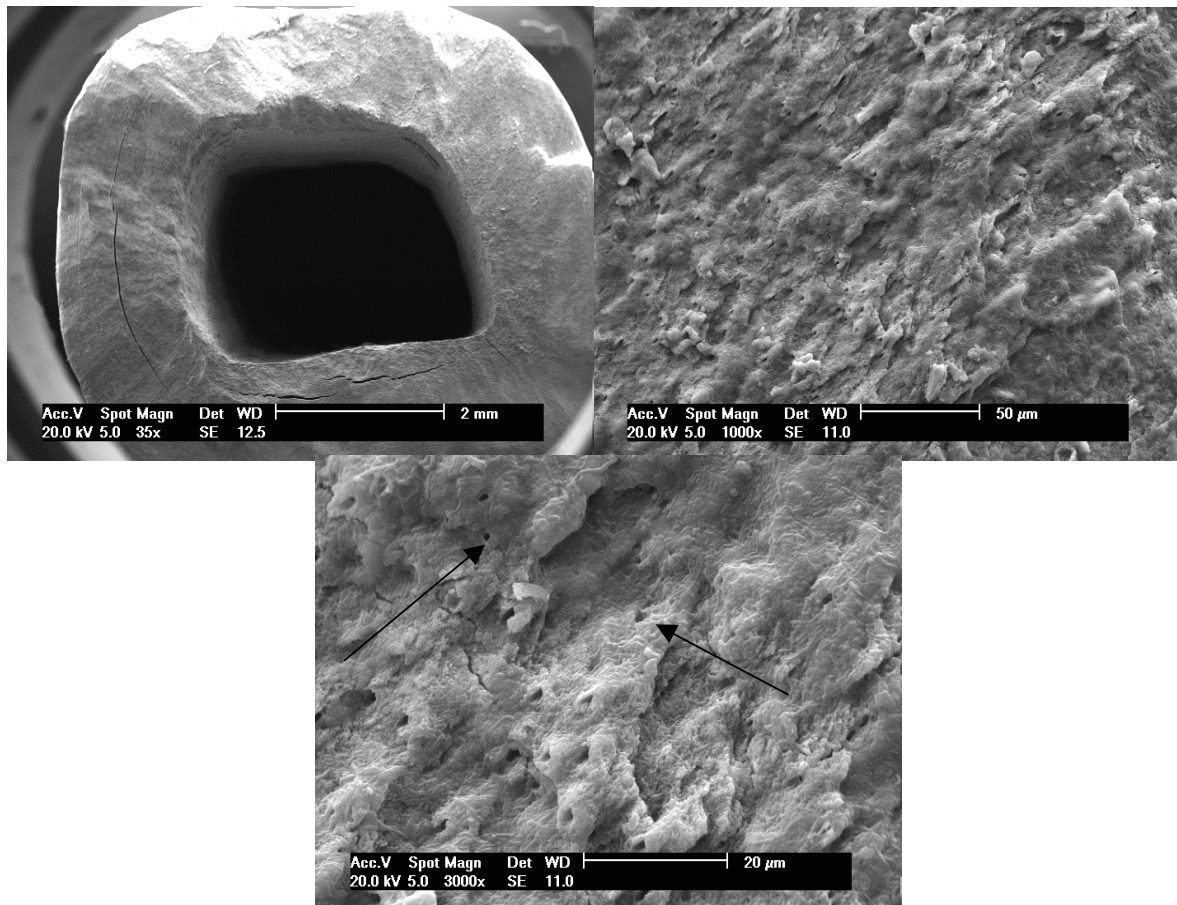


Figura 8. Imagens da MEV de um elemento do grupo 2B em aumentos de 35x, 1000x e 3000x. Superfície irregular, embora o a aplicação do laser Nd:YAG tenha fusionado a smear layer dando um aspecto mais liso do que o grupo 2A. Mesmo assim, ainda há presença de túbulos dentinários abertos (setas).

Na análise por EDS foram encontrados os seguintes dados.

Tabela 1. Comparação dos valores Wt(%) entre os grupos de estudo

<i>Elemento</i>	<i>Grupo</i>	<i>n</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio-padrão</i>	<i>p</i>
C	Grupo1A	10	5,46	16,67	9,54 ^A	3,34	0,050
	Grupo 1B	10	4,23	15,28	6,80 ^B	3,79	
	Grupo 2A	10	5,55	9,99	6,92 ^B	1,26	
	Grupo 2B	10	4,40	11,08	7,66 ^{AB}	2,13	
O	Grupo1A	10	23,28	33,65	28,66	2,89	0,226
	Grupo 1B	10	23,57	29,36	26,59	1,71	
	Grupo 2A	10	25,02	31,21	27,95	2,05	
	Grupo 2B	10	25,07	30,27	28,00	1,89	
Mg	Grupo1A	10	0,00	1,64	0,81	0,57	0,230
	Grupo 1B	10	0,66	1,78	1,18	0,37	
	Grupo 2A	10	0,69	1,81	1,27	0,29	
	Grupo 2B	10	0,58	2,64	1,35	0,65	
P	Grupo1A	10	19,98	26,51	22,26 ^A	1,69	0,008
	Grupo 1B	10	21,40	26,51	24,78 ^B	1,53	
	Grupo 2A	10	19,27	25,25	23,57 ^C	1,82	
	Grupo 2B	10	21,54	25,25	23,53 ^C	1,32	
Ca	Grupo1A	10	33,97	42,74	37,72	2,86	0,186
	Grupo 1B	10	32,81	43,54	40,43	3,22	
	Grupo 2A	10	36,39	44,59	39,70	2,51	
	Grupo 2B	10	36,23	44,58	39,45	2,89	

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si

Através dos resultados do teste não-paramétrico Kruskal-Wallis verifica-se que existe diferença significativa entre os grupos para os seguintes elementos:

- **Elemento C:** O grupo 1A apresenta valores significativamente superiores aos grupos 1B e 2A (que não diferem entre si). O grupo 2B não apresenta diferença significativa. ($p=0,050$)

- **Elemento P:** O grupo 1A apresenta valores significativamente inferiores a todos os outros grupos, seguido pelos grupos 2A e 2B (que não diferem entre si). E por fim, com valores significativamente superiores aos outros grupos o grupo 1B. ($p=0,008$)

- Os demais elementos químicos, O (Oxigênio), Mg (Magnésio) e Ca (Cálcio) não obtiveram diferença significativa entre os grupos.

Gráfico 1. Comparação dos valores Wt(%) do elemento C entre os grupos de estudo

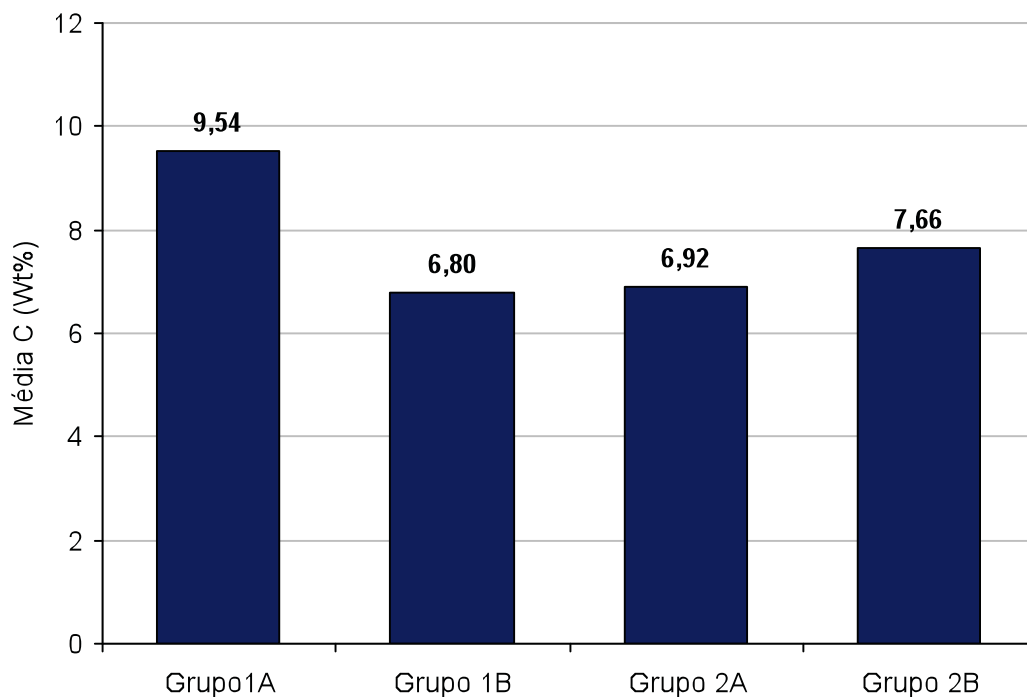


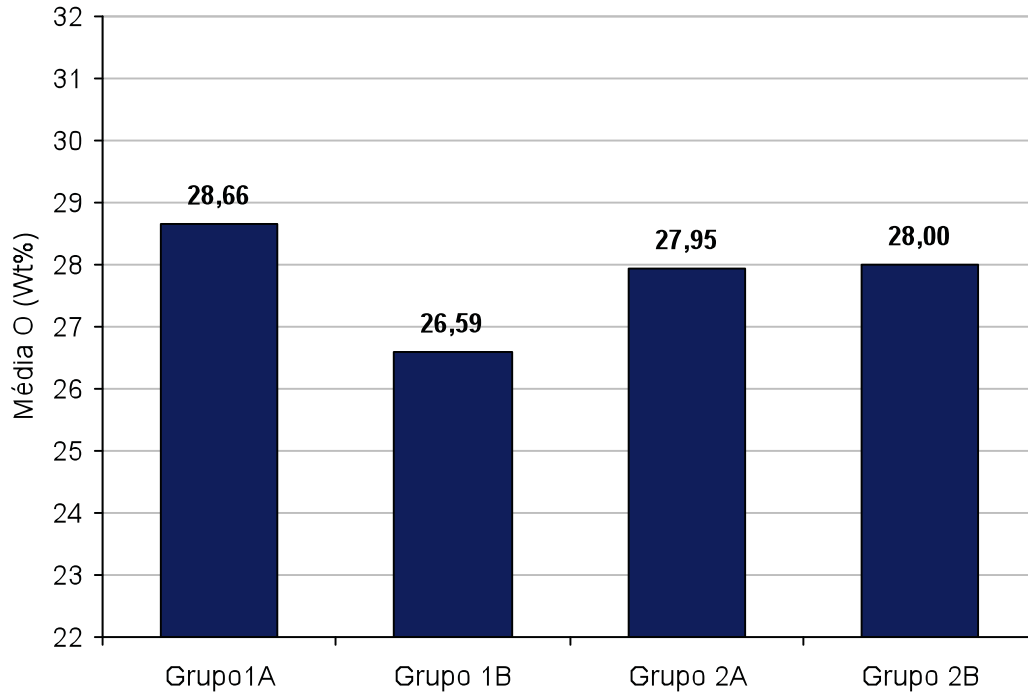
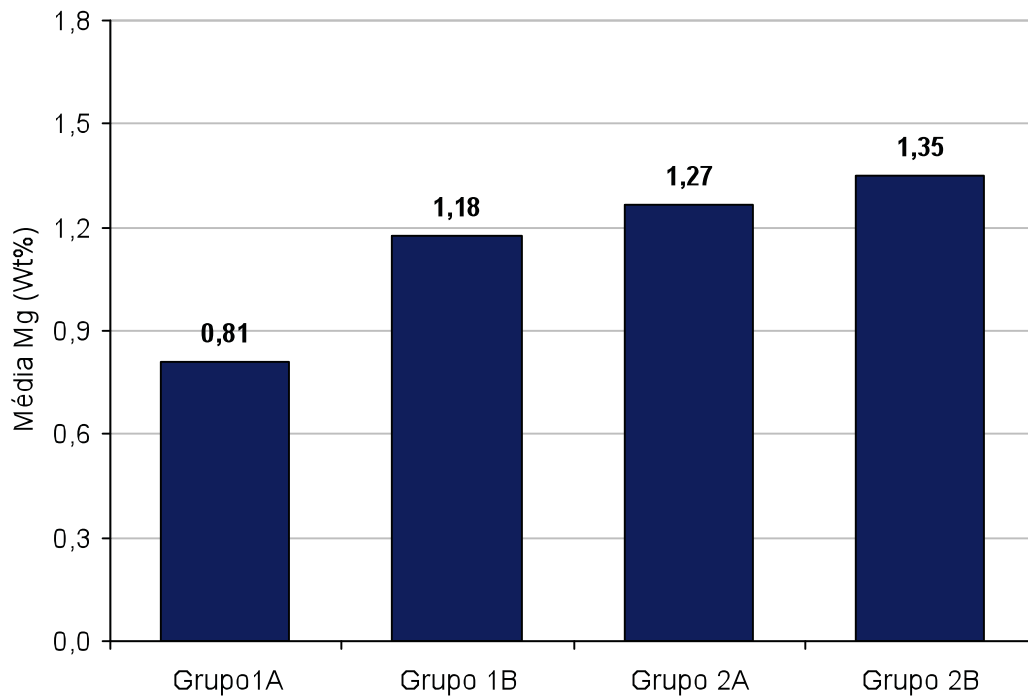
Gráfico 2. Comparação dos valores Wt(%) do elemento O entre os grupos de estudo**Gráfico 3.** Comparação dos valores Wt(%) do elemento Mg entre os grupos de estudo

Gráfico 4. Comparação dos valores Wt(%) do elemento P entre os grupos.

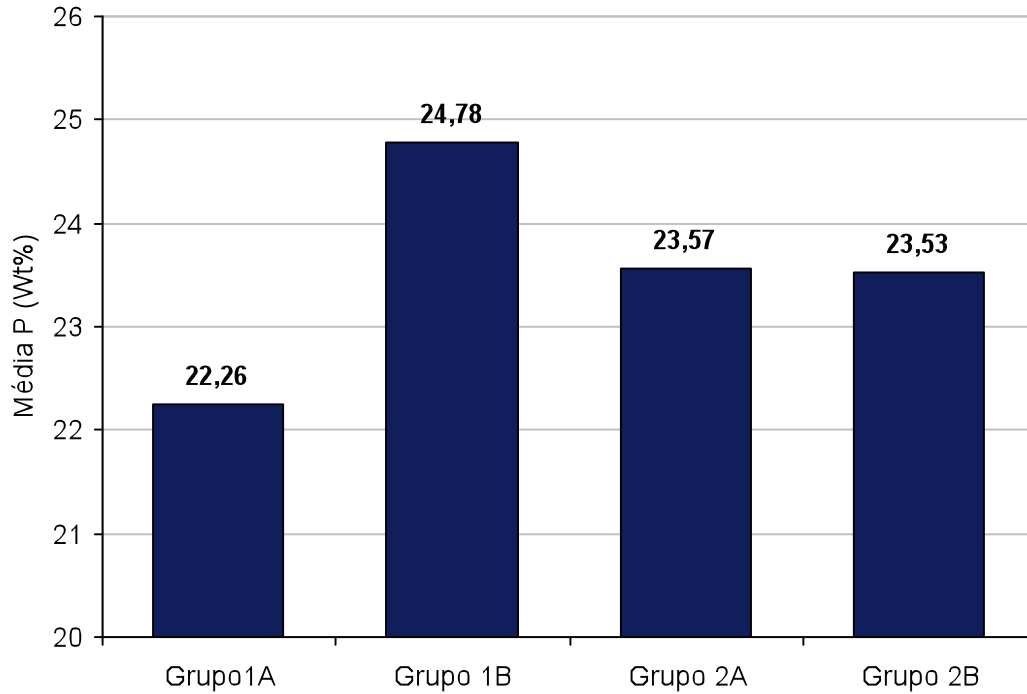
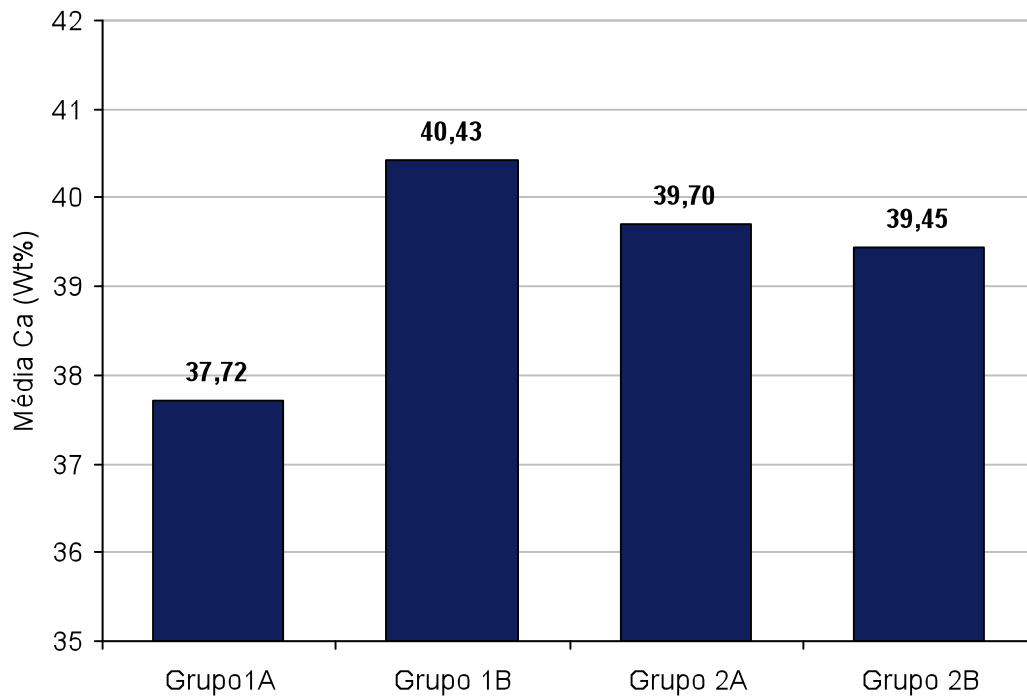


Gráfico 5. Comparação dos valores Wt(%) do elemento Ca entre os grupos.



5 DISCUSSÃO

Para a realização desse trabalho foram utilizados dentes bovinos (incisivos inferiores permanentes). Foi optado por estes dentes, devido a facilidade de obtenção e da similaridade com a dentina humana e padronização na morfologia radicular, já que estes dentes apresentam pouca variação de forma e tamanho.¹¹

A análise por microscopia eletrônica de varredura revelou que os grupos cortados com broca (1A e 1B) apresentaram superfície mais lisa do que os grupos onde os dentes foram cortados com laser Er:YAG, como também foi descrito no estudo de Duarte Corrêa et al.⁹ Muito provavelmente isso se deve ao fato de o laser Er:YAG ser utilizado no modo pulsátil, não cortando a dentina regularmente.^{1,9,26,27}

Segundo Kessler et al.²⁸ e Gown-Soares et al.²⁹, superfícies cortadas com broca, por serem mais lisas, apresentam maior permeabilidade dentinárias do que as cortadas com laser Er:YAG. Neste trabalho foi evidenciado o oposto, pois as superfícies cortadas com laser Er:YAG apresentaram maior concentração de túbulos dentinários abertos do que as superfícies remanescentes do corte com broca. Isso provavelmente se deve ao fato de que a *smear layer* restante na superfície cortada por broca obliterou os canalículos dentinários perante a análise por MEV, ao passo que o laser Er:YAG ablaçou a camada de lama dentinária.

Superfícies lisas remanescentes de apicectomias melhoram o reparo tecidual em nível de ligamento periodontal e favorecem a colocação do material retrobturador, além de dificultarem a proliferação de microorganismos.²⁸

Também sob a análise da superfície por MEV, verificou-se que os grupos onde foi usado laser Nd:YAG (1B e 2B) a superfície apresentou uma *smear-layer* fusionada em relação aos grupos 1A e 2A. Aparentemente esta fusão e recristalização da *smear-*

layer foi responsável, ao menos no grupo 2B, pela menor quantidade de túbulos dentinários abertos.

Praticamente todos os dentes usados no experimento, sob microscopia eletrônica, apresentaram trincas ou fraturas. Isto é considerado um fato corriqueiro neste tipo de análise, tendo em vista que ocorre devido ao processo de secagem e ao vácuo do sistema interno do aparelho de microscopia. Ao passo que exista ainda uma mínima umidade dentro do dente, com a diminuição da pressão atmosférica para obtenção do vácuo no aparelho ocorre uma expansão deste líquido no interior destes túbulos, causando fraturas ou trincas na dentina.

Os elementos químicos analisados neste trabalho sob espectroscopia por dispersão de energia (EDS) foram o Carbono, oxigênio, magnésio, fósforo e cálcio. Na composição da dentina encontra-se água (aproximadamente 12%), material orgânico (18%) e matéria inorgânica ou mineral (70%), esta última composta por unidades moleculares de hidroxiapatita, cuja respectiva fórmula é $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ além de alguns fosfatos de cálcio, carbonatos, sulfatos e outros elementos como flúor, cobre, zinco e ferro.³⁰ Em se tratando de dentes bovinos, é interessante observar que a presença de flúor tende a ser zero, já que o contato destes animais com água fluoretada é raro e os dentifrícios ou colutórios bucais não são utilizados.

Nos 4 tipos de tratamento pelos quais passaram as superfícies dentinárias neste estudo, a variação da porcentagem dos elementos Magnésio, Oxigênio e Cálcio não foi estatisticamente significativa.

O elemento Carbono obteve valores significativamente superiores, no grupo 1A (dente cortado com broca e sem fusão por *laser* Nd:YAG) aos valores dos grupos 1B (cortado com broca e com superfície fusionada por Nd:YAG) e 2A (cortado com laser

Er:YAG e sem fusão da superfície), estes dois últimos não diferindo estatisticamente entre si. O grupo 2B onde foi utilizado corte com laser Er:YAG e fusão da superfície por Nd:YAG não apresentou resultados significativamente diferentes em relação a nenhum dos outros grupos. Isso contradiz estudos como o de Lustosa³¹, no qual, utilizando de metodologia diferente deste estudo, afirma que o grupo que utilizou broca de alta rotação foi o que obteve menores valores de carbono ao exame de espectroscopia, em comparação com os dentes apicectomizados por laser CO2 ou Er:YAG.

Tanji¹⁰ afirmou que, sem uso de refrigeração, as superfícies irradiadas com laser Er:YAG apresentaram trincas e carbonizações, geradas por grande aumento de temperatura da superfície irradiada.

Neste estudo foi utilizada refrigeração em todos os grupos, utilizando laser ou broca para secção. Sendo assim, como o grupo 1A, o qual resultou de uma superfície seccionada por broca com refrigeração sem fusão de smear-layer, obteve a maior porcentagem de carbonatos, é passível de se entender que houve geração de calor excessivo com o uso da broca, mesmo refrigerada pelo spray, maior inclusive que com o uso de laser Er:YAG.

Outros estudos podem-se somar a este, utilizando os mesmos parâmetros com dentes humanos ou mesmo outros tipos de laser, como *lasers* excímeros e lasers de CO2, a fim de se melhor elucidar as conseqüências e vantagens do uso destas técnicas.

6 CONCLUSÃO

Com base nos dados obtidos nesta pesquisa, chega-se a seguintes conclusões:

- a) as superfícies resultantes dos dentes que foram cortados com broca de alta rotação obtiveram superfície mais lisa ao exame de MEV do que as superfícies resultantes dos dentes cortados com laser Er:YAG;
- b) as superfícies dentinárias que passaram por corte com broca e não foram fusionadas com laser Nd:YAG apresentaram valores maiores de carbono que as cortadas com laser, porém, não há indícios ao exame de MEV de focos de carbonizações em nenhum dos grupos. As superfícies cortadas por broca obtiveram menor índice de túbulos dentinários abertos, sugerindo que por este método de secção dentinária, a permeabilidade da dentina resultante será menor que a dentina cortada com laser Er:YAG, mesmo utilizando aplicação por laser Nd:YAG.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Paghdiwala AF. Root resection of endodontically treated teeth by Er:YAG laser radiation. J endodont 1993;19(2):91-94.
2. Oliveira RG et al. Scanning electron microscopy (SEM) and optical microscopy: effects of Er:YAG and Nd:YAG lasers on apical seals after apicoectomy and retrofill. Photomed Laser Surg 2004;22(6):533-536.
3. Arens DL, Levy GC. A comparison of dentin permeability after bur and laser apicoectomies. Compendium of Continuing Education in Dentistry 1993;14(10):1290-1298.
4. Leonardo MR, Leal JM. Endodontia: Tratamento dos canais radiculares. 2ª ed., São Paulo: Panamericana, 1991. 594p.
5. Marzola C. Cirurgia pré-protética. 3a ed, São Paulo, ed. Pancast 2002. 412 p.
6. Lee BS et al. Ultrastructural changes of human dentin after irradiation by Nd:YAG laser. Lasers Surg Med 2002;30:246-252
7. Pecora JD et al. Effect of Dakin and EDTA solutions on dentin permeability of root canals. Braz Dent J 1993;4(2):79-84.

8. Karlovic Z et al. Erbium:YAG laser versus ultrasonic in preparation of root-end cavities. J endodont 2005;31(11):821-3.
9. Dutra Corrêa M et al. Estudo comparativo ao microscópio de luz da morfologia das dentinas bovina e humana. Rev. ABO nac 2005;13(3):179-83.
10. Tanji EY, Eduardo CP. Estudo in vitro da variação de temperatura em dentina irradiada com o *laser* de Er:YAG - análise termográfica.(TESE). FOU SP, São Paulo;2002.
11. Anido A. Dentina humana e bovina: estudo da profundidade de desmineralização e da espessura da hibridização empregando-se um sistema adesivo convencional ou autocondicionante: análise em MEV (TESE). São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Odontologia, 2005.
12. Eugénio S et al. Characterisation of dentin surfaces processed with KrF excimer laser radiation. Biomaterials 2005;26:6780-6787.
13. Turkmen C et al. Effect of CO₂, Nd:YAG, and ArF excimer lasers on dentin morphology and pulp chamber temperature: an in vitro study. J Endod. 2000;26(11):644-8.
14. Aranha ACC et al. Effects of Er:YAG and Nd:YAG lasers on dentin permeability in root surfaces: a preliminary in vitro study. Photomed Laser Surg 2005;23(5):504-508.

15. Tonami K et al. Effects of laser irradiation on tensile strength of bovine dentin. *Photomed Laser Surg* 2005;23(3):278-83.
16. Duarte MA et al. Evaluation of apical surface roughness after root resection: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;104:74-76.
17. Baraldi CE e Puricelli E. Estudo in vitro das alterações morfológicas da superfície de raízes submetidas à apicetomia e irradiadas com *laser* de Nd:YAG. *Ver fac odont ufrgs* 2000;40(2):29-35.
18. Queiroz AC et al. Laser surface modification of hydroxyapatite and glass-reinforced hydroxyapatite. *Biomaterials* 2004;25:4607-4614.
19. Soares LE et al. Combined FT-Raman and SEM studies of the effects of Er:YAG laser irradiation on dentin. *Photomed Laser Surg* 2007;25(4):239-44.
20. Slutzky-Gokdberg I et al. The effect of CO2 laser on the microhardness of human dental hard tissues compared with that of the high-speed drill. *Photomed Laser Surg* 2008;26(1):65-68.
21. Çelik EU et al. Effect of different laser devices on the composition and microhardness of dentin. *Operative Dentistry* 2008;33(5): 496-501.

22. Pozza, DH. Avaliação, por infiltração de corante, de tecnologias *Laser* em cirurgias paraendodônticas (TESE). Universidade Federal da Bahia, 2005.
23. Kimura Y et al. A comparative study on the effects of three types of Laser irradiation at the apical stop and apical leakage after obturation. *J Clin Laser Med Surg* 1999;17(6):261-66.
24. Mello JB e Mello GPS. *Laser em odontologia*. São Paulo: Editora Santos, 2001, 174p
25. Lin CP et al. Phase, compositional, and morphological changes of human dentin after Nd:YAG Laser treatment. *J Endod* 2001;27(6):389-93.
26. Sasaki KM et al. Compositional analysis of root cementum and dentin after Er:YAG laser irradiation compared with CO₂ lased and intact roots using Fourier transformed infrared spectroscopy. *J Period Res* 2002a;37(1):50-59.
27. Sasaki KM et al. Morphological analysis of cementum and root dentin after Er:YAG laser irradiation. *Lasers Surg Med* 2002b;31(2):79-85.
28. Kessler G, Koren R, Kessler A. Long-term clinical evaluation of endodontically treated teeth by 15F CO₂ microprobe, three years clinical follow-up of 1512 root canals: *in vivo* study. In: *Conf in laser Dent*, 5. Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers 1999;3593:27-29.

29. Gouw-Soares S, Lage Marques JL, Eduardo CP. Apicoectomy by Er:YAG laser: permeability and morphological study of dentine cut surface. In: Int Las Cong. Athens, Greece. Proceedings 1996;365-370.
30. Oda M, Matos AB, Liberti EA. Morfologia da dentina tratada com substâncias dessensibilizantes: avaliação através de microscopia eletrônica de varredura. Rev Odont Univ São Paulo 1999;13(4):337-342.
31. Lustosa AC. Análise de superfícies dentinárias apicectomizadas com Broca, Laser CO₂ e Laser Er:YAG por meio de MEV e EDS. Tese de Doutorado. Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2008.



Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COMITÊ DE ÉTICA PARA O USO DE ANIMAIS



Ofício 057/09 - CEUA

Porto Alegre, 21 de maio de 2009.

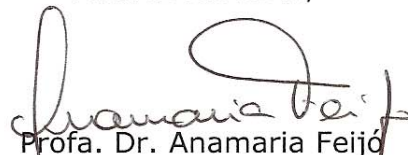
Senhor Pesquisador:

O Comitê de Ética para o Uso de Animais apreciou e aprovou seu protocolo de pesquisa, registro CEUA 09/00095, intitulado: **"Análise da superfície dentinária radicular seccionada com broca e laser Er: YAG e fusionada com laser Nd: YAD por meio de MEV e EDS"**.

Sua investigação está autorizada a partir da presente data.

Relatórios do andamento do projeto devem ser entregues a este Comitê.

Atenciosamente,



Prof. Dr. Anamaria Feijó
Coordenadora do CEUA - PUCRS

Ilmo. Sr.
Prof. Dr. João Batista Blessmann Weber
Faculdade de Odontologia
N/Universidade

Santa Maria, 5 de janeiro de 2009.

Eu, Gabriel da Silva Moraes, autorizo o Cirurgião Dentista Alessandro Marchiori Farret a obter 30 dentes bovinos, oriundos do matadouro deste frigorífico, para utiliza-los na sua dissertação de mestrado de título: **Análise da superfície dentinária radicular seccionada com broca e *laser* Er:yag e fusionada com *laser* Nd:yag por meio de MEV e EDS**, pesquisa esta a ser realizada nas dependências da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.



Gabriel da Silva Moraes
Diretor Comercial do Frigorífico Silva