

DANIELE ZAFALON BERALDO

**AVALIAÇÃO DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA NA SUPERFÍCIE RADICULAR
EXTERNA DURANTE A OBTURAÇÃO PELAS TÉCNICAS HÍBRIDA DE TAGGER,
TOUCH´N HEAT® E SISTEMA TC®**

CAMPO GRANDE
2015

DANIELE ZAFALON BERALDO

**AVALIAÇÃO DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA NA SUPERFÍCIE RADICULAR
EXTERNA DURANTE A OBTURAÇÃO PELAS TÉCNICAS HÍBRIDA DE TAGGER,
TOUCH´N HEAT® E SISTEMA TC®**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia - PPGO da Faculdade de Odontologia Prof. Albino Coimbra Filho - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para obtenção do título de mestre.
Orientador: Prof. Dr. Key Fabiano S. Pereira.

CAMPO GRANDE
2015

FOLHA DE APROVAÇÃO

DANIELE ZAFALON BERALDO

AVALIAÇÃO DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA NA SUPERFÍCIE RADICULAR EXTERNA DURANTE A OBTURAÇÃO PELAS TÉCNICAS HÍBRIDA DE TAGGER, TOUCH´N HEAT® E SISTEMA TC®

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia - PPGO da Faculdade de Odontologia Prof. Albino Coimbra Filho - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para obtenção do título de mestre.

Orientador: Prof. Dr. Key Fabiano Souza Pereira

Resultado: _____

Campo Grande (MS), ____ de _____ de 2015.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Key Fabiano Souza Pereira
Instituição: FAODO/UFMS

Prof. Dr. Pedro Gregol da Silva
Instituição: FAODO/UFMS

Prof. Dr. Edilson José Zafalon
Instituição: FAODO/UFMS

Dedico esta dissertação à Deus e aos meus pais Ana e Seme. Vocês são a razão da minha alegria e de tentar todos os dias ser alguém melhor.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a DEUS, pelo dom da vida e por toda a força concedida na concretização desse trabalho. Além disso, agradeço a Ele por todas as pessoas que já existiam em minha vida e as que cruzaram meu caminho durante esta etapa, todas muito especiais.

De todas as pessoas especiais, agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Key Fabiano Souza Pereira, que me acolheu e me integrou ao curso de mestrado, pelo estímulo à pesquisa, por compartilhar sabedoria, experiências, tempo e muita paciência. Admiro muito o seu brilhantismo acadêmico e clínico, sua maneira de explicar e participar de todas as etapas da pesquisa. Muito obrigada!

Agradeço ao Prof. Dr. Edilson José Zafalon por aceitar prontamente a participar da banca e por contribuir para o enriquecimento deste trabalho. Um exemplo de professor e ser humano, sempre disposto a ajudar. Era para ser o maior agradecimento de todos, mas eu fico sem palavras para descrever o quão grata eu sou a ele. Eu rezo todos os dias agradecendo por ele e sua família existirem em minha vida.

Ao Prof. Ms. Tiago Henrique de Abreu, o meu muito obrigada, por toda sua atenção e auxílio na realização da pesquisa laboratorial, sempre muito prestativo, paciente, doando parte do seu corrido tempo para colaborar na realização desse trabalho.

Agradeço ao Professor PhD. João Onofre Pereira Pinto, coordenador do Laboratório de Inteligência Artificial, Sistemas Digitais e Eletrônica de potência, por disponibilizar o aparelho de aferição de temperatura para realização da pesquisa.

Aos meus pais, Ana e Seme, minhas bases, simplesmente por terem me feito existir, por tanto amor, por tudo o que sou, por cada oração, por todos os sacrifícios, por terem me proporcionado educação e estudos, e, apesar das dificuldades, por sempre me estimularem a continuar.

À minha amiga Franciely, que eu tive o prazer de conhecer e admirar ao entrar no mestrado, obrigada por toda ajuda durante a pesquisa e incentivo sempre. Nunca vou me esquecer das confusões e apuros que passamos juntas e que também superamos juntas. Torço muito para o seu sucesso, você é merecedora de todas as suas conquistas.

Ao meu amor, Fabio, que é meu equilíbrio, por sua incansável boa vontade em me ajudar, compartilhando meus ideais e incentivando-me a prosseguir, muitas vezes acreditando mais em mim do que eu mesma. Obrigada por estar

incessantemente ao meu lado, sendo muito mais do que eu poderia esperar. Amo você!

Aos meus colegas do mestrado, companheiros nessa trajetória, sempre prestativos, dispostos a ajudar, desejo muito sucesso a todos eles.

Aos funcionários do programa de pós-graduação da FAODO/UFMS, Vera, Norah, Osvalda e Getúlio, pela dedicação, carinho e gentileza em nos dar informações e sancionar dúvidas.

A todos os professores da Pós-Graduação pelos ensinamentos e disponibilidade durante os dois anos do mestrado.

Agradeço em especial ao Prof. Dr. Pedro Gregol da Silva, por aceitar prontamente nosso convite para participar da banca.

Agradeço a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e as suas repartições. À Faculdade de Odontologia Prof. Dr. Albino Coimbra Filho, ao Laboratório de Inteligência Artificial, Sistemas Digitais e Eletrônica de Potência por me disponibilizaram todo o aparato necessário para realização do trabalho.

Um último agradecimento afetivo fica reservado a toda minha família, meu irmão Bruno, minhas cunhadas, avós, primos, tios e tias e aos meus amigos. Simplesmente, por existirem na minha vida. Por me aceitarem como eu sou, por toda a ajuda, companheirismo, compreensão, carinho e amizade. Vocês moram no meu coração.

Por fim agradeço a FUNDECT, pelo auxílio financeiro.

Se quiser viver uma vida feliz, amarre-se a uma meta, não às pessoas nem às coisas.

Albert Einstein

RESUMO

Beraldo DZ. Avaliação da variação da temperatura na superfície radicular externa durante a obturação pelas técnicas Híbrida de Tagger, Touch´n Heat® e Sistema TC®. Campo Grande; 2015. [Dissertação – Faculdade de Odontologia Prof. Albino Coimbra Filho da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul].

Com o advento das técnicas de obturação termoplásticas do canal radicular, a qual é obtida através do aquecimento da guta percha, existe uma preocupação sobre os danos nas estruturas adjacentes ao dente através de transferência de calor. O trabalho visou medir as alterações de temperatura da superfície externa de canais radiculares obturados pelas técnicas termoplásticas: fonte de calor elétrico Touch´n Heat®, Híbrida de Tagger e o Sistema TC®. Foram selecionados 45 dentes pré-molares inferiores humanos unirradiculares, os espécimes foram distribuídos aleatoriamente em 3 grupos sendo o Grupo 1: Sistema TC®, Grupo 2: Fonte de calor Touch´n Heat® e Grupo 3: Técnica Híbrida de Tagger. A mensuração de temperatura foi feita através de termopares do tipo K acoplados nos terços cervical, médio e apical. Como resultado, em relação à variação de temperatura entre a inicial e o momento onde ela foi mais elevada houve uma diferença significativa entre as técnicas utilizadas ($p < 0,001$), sendo que a maior variação foi encontrada no grupo 3, no terço médio e foi de 11,8°C e a menor variação ocorreu nas amostras do grupo 1 e foi de 2,19°C. Em todas as técnicas de obturação foi observado um aumento de temperatura, porém, nas técnicas Híbrida de Tagger e Touch´n Heat® o aumento ultrapassou e chegou próximo aos 10°C, que é a temperatura limiar para causar danos ao periodonto e osso alveolar, sendo assim, é necessário cautela na indicação das mesmas.

Palavras-chave: Obturação do canal radicular; Termoplastificada; Aquecimento.

ABSTRACT

Beraldo DZ. Temperature variation of the assessment in the outer root surface during Tagger Hybrid, Touch'n Heat® and TC System® filling techniques. Campo Grande; 2015. [Dissertation – Graduate program in dentistry, faculty of dentistry Prof. Albino Coimbra Filho, Federal University of Mato Grosso do Sul].

Since the development of the thermoplastic filling techniques root canal, which is obtained by heating the gutta percha, there is a concern about the damage to the structures adjacent to the tooth through heat transfer. The study aimed to measure the outer surface temperature changes of root canals filled by thermoplastic techniques: electric heat source Touch'n Heat®, Hybrid Tagger and the TC® System. A total of 45 teeth lower single-rooted premolars human, the specimens were randomly divided into 3 groups with Group 1: TC® System, Group 2: Heat source Touch'n Heat® and Group 3: Hybrid Technique Tagger. The measurement temperature was made by type K thermocouples coupled in the cervical, middle and apical regions. As a result, in relation to temperature variation between the initial and the moment it was higher there was a significant difference between techniques ($p < 0.001$), and the highest variation was found in group 3, in the middle third and was of 11,8°C and the smallest change occurred in the group 1 samples and was of 2,19°C. In all filling techniques a temperature rise was observed, but the both techniques hybrid tagger and Touch'n Heat® exceeded increased and reached close to 10 ° C respectively, which is the temperature threshold for damage to the alveolar bone and periodontal tissue, and thus, caution is needed in their indications.

Keywords: Root canal obturation; Thermoplasticized; Heating.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados referentes à temperatura inicial e aquela mais alta, durante a obturação do canal, em cada terço do dente, para cada uma das técnicas utilizadas.....40

Tabela 2 - Resultados referentes à diferença de temperatura entre o momento onde ela foi mais elevada e aquela no momento inicial, em cada terço do dente, para cada uma das técnicas utilizadas.....40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Dentes armazenados em água destilada.....	31
Figura 2 – Secção da coroa do elemento dentário no limite amelocementário.....	32
Figura 3 – Definição do comprimento de trabalho.....	32
Figura 4 – Aquecedor com seringas acopladas do Sistema TC®.....	34
Figura 5 – Ilustração do sistema Touch ´n Heat®.....	35
Figura 6 – Conjunto dente, termopar e cera utilidade.....	37
Figura 7 - Aparelho medidor de temperaturas Applent AT 4524 (Applent, Jiangsu, China)	37
Figura 8 - Gráfico 1 apresentando os resultados referentes à diferença de temperatura entre o momento onde ela foi mais elevada e aquela no momento inicial, em cada terço do dente, para cada uma das técnicas utilizadas.....	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UFMS	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
CAAE	Certificado de apresentação para apreciação ética
n°	Número
K	Kerr
mm	Milímetro(s)
mL	Mililitro(s)
PUI	Passive ultrasonic irrigator
EDTA	Ácido etilenodiaminotetracético
rpm	Rotações por minuto
BATLAB	Laboratório de inteligência artificial, Sistemas digitais e Eletrônica de potência
USB	Universal Serial Bus

LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Grau(s) Célsius
®	Marca registrada
#	Calibre
%	Porcentagem; porcentual de
<	Menor que
±	Desvio Padrão

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1 Efeitos do aquecimento nos tecidos adjacentes ao dente.....	16
2.2 Plastificação da guta-percha no interior do canal radicular e plastificação por dispositivos que plastificam a guta-percha fora do canal radicular.....	19
3 OBJETIVOS.....	30
3.1 Objetivo Geral.....	30
3.2 Objetivo Específico.....	30
4 MATERIAL E MÉTODO.....	31
5 RESULTADOS.....	39
6 DISCUSSÃO.....	42
7 CONCLUSÃO.....	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
APÊNDICES.....	54
ANEXO A.....	70

1 INTRODUÇÃO

Por ser a patologia endodôntica causada por micro-organismos intracanaís, a principal estratégia terapêutica para a eliminação dos mesmos, é a erradicação da infecção intracanal através das etapas de instrumentação, irrigação e obturação. (ZELTNER et al., 2009)

A obturação adequada do sistema de canais radiculares complementa todas as demais etapas do tratamento endodôntico, conduzindo e contribuindo para o êxito definitivo deste tratamento. (ROLDI et al., 2010)

Os materiais mais comumente recomendados para a obturação são a guta-percha associada a uma pequena quantidade de cimento endodôntico. A técnica de condensação lateral é uma das mais populares, no entanto, tem-se afirmado que a sua aplicação técnica não sela hermeticamente as paredes dos canais radiculares, deixando espaços vazios e produzindo uma distribuição irregular de cimento (STEPHAN et al., 1973, DAMASCENO et al., 2008). Diante disso, novas técnicas foram propostas objetivando diminuir o tempo operatório e claro, melhorar as características da qualidade do preenchimento de guta-percha, especialmente no terço apical do canal radicular. (BUCHANAN, 1994; MORAES et al., 2000; CLINTON e VAN HIMEL, 2001)

Essas modernas técnicas utilizam aquecimento para plastificar a guta-percha e conseqüentemente melhorar a sua adaptação no canal radicular. Técnicas termoplásticas necessitam de pequena quantidade de cimento, diminuindo assim o problema da infiltração que pode ocorrer pelo fato desse material não ser dimensionalmente estável e também solúvel. (DAMASCENO et al., 2008; PIATI et al., 2013)

Estudos têm mostrado o ótimo preenchimento do canal radicular proporcionado pelas técnicas termoplásticas (PEREIRA et al., 2010), entretanto, encontram-se relatos científicos de aumento da temperatura na superfície externa radicular durante a obturação com guta-percha termoplastificada injetável ou não-injetável (SALLES et al., 2010; LIPSKI, 2006) e um aumento acima de 47°C ou então, uma variação de 10°C sobre a superfície externa da raiz pode causar danos ao ligamento periodontal. (ERIKSSON et al., 1982)

O sistema que utiliza fonte de calor Touch'n Heat® (Analytic Endodontics, Orange, CA) possui como principal vantagem a realização da técnica no sentido ápice-coroa em um movimento contínuo utilizando um calcador aquecido. A potência do aparelho pode ser ajustada, mas a configuração, recomendada pelo fabricante, é a de 10, correspondendo a uma temperatura de 200°C.

A técnica Híbrida de Tagger utiliza compactadores para termoplastificar a guta-percha inserida no canal (TAGGER, 1984). Suspeita-se que o atrito causado entre o compactador e a guta-percha cause aumento de temperatura, que pode ser transferido para a superfície externa ou não.

Recentemente lançado no mercado nacional, o Sistema TC® (Tanaka de Castro & Minatel Ltda., Cascavel, PR) é um sistema de obturação termoplástica baseado na compactação mecânica de guta-percha alfa de baixa fusão, aquecida em dispositivo próprio. Pelo fato de a guta-percha já estar aquecida, o atrito causado pelo compactador dentro do canal radicular e o tempo de utilização do mesmo são menores, dissipando menos calor para a superfície radicular externa. (TANOMARU et al., 2007)

Diante da importância de se utilizar técnicas termoplásticas para obturação dos canais radiculares e da preocupação com relação à integridade dos tecidos adjacentes a raiz dentária, esse trabalho visa medir a alteração de temperatura da superfície externa de canais radiculares causados por técnicas de obturações termoplásticas amplamente empregadas no tratamento endodôntico, sendo essas, técnica utilizando fonte de calor Touch'n Heat®, técnica Híbrida de Tagger e o Sistema TC®.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Os adventos para a plastificação da guta-percha são inúmeros, desde a compactação termomecânica com instrumentos rotatórios de aço inoxidável ou níquel titânio (guta-condensador), calcadores manuais aquecidos em chamas, gutas plastificadas injetáveis, condutores de calor elétricos e insertos de aparelhos de ultrassom. Nessa revisão abordaremos todos estes adventos, e também os efeitos sofridos pelos tecidos circundantes dos dentes após uma variação de temperatura causada pelos mesmos.

2.1 Efeitos do aquecimento nos tecidos adjacentes ao dente.

A condensação vertical aquecida foi introduzida por Schilder em 1967, a segurança desta técnica de obturação, no que se diz respeito ao bem estar das estruturas periodontais, não havia sido apurada até 1976, quando Hand et al. avaliaram a microanatomia do periodonto lateral das raízes após introdução de instrumentos aquecidos no canal radicular. Em sua pesquisa, utilizaram seis suínos do gênero feminino. Os dentes escolhidos foram incisivos laterais e incisivos centrais inferiores, a coroa foi removida e o canal instrumentado até a lima #90. Seis incisivos laterais esquerdos e 5 incisivos centrais direitos inferiores foram obturados com condensação vertical aquecida. Seis incisivos centrais direitos inferiores formaram o grupo controle. Os animais foram sacrificados em 3, 4, 12, 24, 48 e 72 horas após o procedimento, e os espécimes examinados em microscópio. Após 3 e 4 horas as amostras apresentaram um leve infiltrado inflamatório e os ligamentos periodontais exibiram uma ligeira hiperemia vascular. Os outros períodos de avaliação produziram resultados microscópicos semelhantes, ou seja, leve infiltrado inflamatório. Concluíram que as respostas inflamatórias dos tecidos periodontais foram leves e de curta duração.

Após a concepção de obturação do sistema de canais radiculares através da plastificação da guta-percha por calor, houve uma preocupação em qualificar e quantificar os efeitos da temperatura sobre os diferentes tecidos que estão envolvidos no tratamento endodôntico. Para tanto, Eriksson et al., em 1982, realizaram um estudo para apresentar uma descrição qualitativa dos efeitos do calor

sobre o tecido ósseo. Utilizaram a tíbia de coelho para registrar, através de câmera térmica, as reações teciduais a um trauma por aquecimento de 53°C durante 1 minuto. Quando a temperatura pretendida era atingida, o fluxo de sangue parava. Uma semana após o trauma térmico, os vasos pré-existentes desapareciam e muitas células originais de gordura eram reabsorvidas ou sofriam necrose. Concluíram que na situação clínica, um aumento de temperatura de 53°C ou mais, adicionado a uma grande área da superfície é suficiente para causar injúrias teciduais e retardar a cicatrização óssea normal.

Eriksson e Albrektsson em 1983, também utilizaram tíbias de coelhos e a mesma metodologia anterior, porém, analisaram três situações: Tecido ósseo submetido à temperatura de 50°C durante 1 minuto, tecido ósseo submetido à temperatura de 47°C durante 5 minutos e tecido ósseo submetido à temperatura de 47°C durante 1 minuto. Em todas as situações foram encontradas paralisação do fluxo sanguíneo, mas apenas à temperatura de 50°C por 1 minuto ou 47°C durante 5 minutos o tecido ósseo foi reabsorvido e substituído por células de gordura. Já o aquecimento à 47°C durante 1 minuto apesar de provocar lesão de células de gordura não provocou uma lesão do tecido ósseo consistente, sendo considerada a temperatura limiar de sobrevivência deste tecido, e que acima dessa temperatura resulta-se em uma permanente cessação de fluxo sanguíneo e tecido ósseo necrosado.

No intuito de determinar se os resultados de pesquisas *in vitro* de elevação de temperatura durante obturação com termoplastificação da guta-percha poderiam ser extrapolados para as condições *in vivo*, Saunders, em 1990(a), utilizou dentes caninos de dois furões machos, totalizando 8 dentes. Os mesmos foram obturados utilizando-se compactadores de guta-percha em uma velocidade de 10.000 rotações por minuto (rpm) e a temperatura registrada através de termopar tipo K. Quando comparada a variação da temperatura do terço médio encontrada *in vitro* (15,83°C) com a encontrada *in vivo* (18,31°C), não houve diferença significativa nos resultados ($p > 0,05$), porém a dissipação do calor é mais rápida *in vivo* do que *in vitro* devido à microvascularização existente nos tecidos adjacentes da raiz. O estudo concluiu que a compactação termomecânica da guta-percha causa um aumento considerável da temperatura no ponto médio da superfície externa do canino do furão, e que estas medições estão diretamente comparáveis com os obtidos em uma investigação semelhante *in vitro*.

No mesmo ano, em 1990(b), Saunders realizou outra pesquisa também *in vivo* descrevendo os aspectos histológicos do efeito da obturação do canal por compactação termomecânica da guta-percha sobre o cimento na superfície lateral da raiz, membrana periodontal adjacente e osso alveolar. Foram criados 3 grupos com 17 furões machos distribuídos em: grupo 1 com 6 furões sacrificados 24 horas após o procedimento laboratorial, grupo 2 com 5 furões sacrificados 20 dias após o mesmo procedimento e grupo 3 com 6 furões sacrificados 40 dias após o procedimento laboratorial. Dos quatro caninos de cada furão, três eram obturados com compactador em velocidade de 10.000 rpm como descrito na metodologia do trabalho anterior, e um era obturado com condensação lateral da guta percha juntamente com cimento endodôntico tornando-se o grupo controle. Como resultados, encontrou que em todos os grupos controle de todos os tempos de abate houve demonstração de integridade celular normal da membrana periodontal. Nos caninos obturados com termocompactação encontraram-se diferentes resultados, nas 24 horas após a obturação não houve alteração patológica, resposta inflamatória ou evidência de hiperemia vascular. Vinte dias após obturação, 20 % dos dentes experimentais mostraram evidências de reabsorção na superfície do cimento na região central da raiz. Quarenta dias após a compactação termomecânica, 28% dos dentes experimentais foram afetados pela reabsorção de superfície e, destes, 22% também exibiram anquilose do osso alveolar. Concluiu que, dentro dos parâmetros do estudo, a geração de calor através da compactação termomecânica foi suficiente para estimular a reabsorção de superfície e anquilose a longo prazo.

Durante a obturação dos canais radiculares por condutores de calor elétrico, a temperatura alcançada pelos mesmos, pode causar calor suficiente para desnaturar termicamente as matrizes de dentina mineralizadas adjacentes causando uma perda de resistência mecânica. Armstrong et al., em 2006, realizaram um estudo com o objetivo de examinar, utilizando scanner de calorimetria, o efeito da desidratação sobre as temperaturas de desnaturação de matrizes de dentina humanas. Como resultado, encontraram que a temperatura de desmineralização da dentina da raiz em dentes jovens e velhos varia entre 159,1°C a 117°C. Concluíram que o uso prolongado de condutores elétricos, como o System B®, que utiliza temperatura mínima de 200°C, pode resultar em uma desnaturação localizada de dentina mineralizada adjacente.

Um estudo mais específico dos mecanismos envolvidos na modificação do reparo ósseo foi realizado por Zhang et al. em 2012, que investigaram o efeito do estresse térmico sobre a expressão e liberação de Receptor ativador de NFK- B ligante (RANKL) e Osteoprotegerina (OPG) em ligamento periodontal de humanos. O balanço do sistema OPG/RANKL controla o remodelamento ósseo e alterações nas concentrações dessas moléculas podem causar perda de massa óssea. Em sua metodologia, os ligamentos periodontais foram obtidos a partir do terço médio das superfícies de pré-molares humanos saudáveis, e armazenados em cultura celular em meio adequado. Os meios de cultura foram aquecidos em reservatório de água com temperaturas experimentais de 39°C, 43°C, 47°C e 50°C. Quando a temperatura subiu para 47°C, a liberação de RANKL aumentou, e ocorreu um dramático desregulamento na proporção de expressão RANKL/OPG, o que induziu uma reabsorção óssea no local. Nas células aquecidas à 50°C, a redução foi mais dramática ainda em comparação com todas as outras temperaturas. Os autores alertaram os cirurgiões dentistas sugerindo utilizar medidas de proteção para controlar o calor, tal como a irrigação contínua durante a utilização de ultrassons ou diminuindo o tempo de operação da obturação, quando utilizadas técnicas de guta-percha aquecidas.

2.2 Plastificação da guta percha no interior do canal radicular e plastificação por dispositivos que plastificam a guta percha fora do canal radicular

Fors et al., em 1985, estudaram o aumento da temperatura na superfície externa da raiz durante obturação do canal com técnica de condensação termomecânica. Foram utilizados 15 pré-molares humanos, obturados com termoaquecimento da guta-percha no interior do canal radicular, através de compactador de McSpadden na velocidade de 10.000 rpm durante 8 segundos. Para registro da temperatura foi utilizado um termostato adaptado na superfície externa da raiz localizado 5 milímetros (mm) da coroa em direção ao ápice. O aumento da temperatura variou de 19°C à 50°C. O estudo mostrou que uma considerável elevação da temperatura ocorreu na superfície da raiz durante a condensação termomecânica *in vitro*, e esta pode possibilitar complicações periodontais.

Em 1986, Hardie também realizou uma investigação do aumento de temperatura da superfície externa da raiz durante a compactação termomecânica da

guta-percha. Para isso, utilizou 40 caninos superiores com ápice totalmente formados. O registro da temperatura foi feito através de termopares instalados nos terços coronal, médio e apical, distantes 5 mm entre si. Dois grupos com 20 dentes cada foram formados. O grupo 1 foi obturado somente com gutapercha e o grupo 2 com gutapercha e cimento endodôntico. Os compactadores foram selecionados conforme o diâmetro de preparo do dente. Como resultados, encontrou diferença significativa ($p < 0,001$) entre as regiões de registro, sendo que a parte central apresentou média de aumento de temperatura de $14,63^{\circ}\text{C}$ sem cimento e média de $13,45^{\circ}\text{C}$ com cimento. Não houve diferença significativa entre os grupos e também não houve correlação entre espessura da dentina com o aumento da temperatura. A autora concluiu que o método de compactação termomecânica é rápido e eficiente em canais retos, porém, o aumento de temperatura na superfície da raiz, em conjunto com o risco de ruptura do instrumento, sublinham a necessidade de cautela na execução do mesmo.

Continuando a investigação da geração de calor para a superfície externa do dente, Hardie publicou um novo artigo em 1987. Dessa vez comparando técnicas de obturação envolvendo o termoaquecimento da gutapercha. Quatro grupos foram formados: grupo 1 contendo 13 dentes obturados utilizando compactador acionado a 8.000 rpm; grupo 2 contendo 20 dentes e compactador acionado a 16.000 rpm; grupo 3 contendo 20 dentes utilizando a técnica Híbrida de Tagger e o grupo 4 com 20 dentes utilizando o Sistema Obtura®. A autora avaliou também o declínio da dissipação do calor nos tempos de 1, 1.5, 2 e 3 minutos. Como resultado encontrou que quanto maior a velocidade de acionamento do compactador, maior o aumento de temperatura tanto no ápice quanto na parte central da raiz, e que o sistema Obtura®, que consiste de injeção de gutapercha termoplastificada, causa menor aumento de temperatura que as registradas nos grupos de compactação termomecânica, porém, a dissipação desse calor é mais lenta.

Em 1989, surge o trabalho de Joiner et al., que teve como objetivo medir a temperatura da gutapercha nos terços apical e médio da raiz enquanto a mesma é termoplastificada por oscilação ultrassônica. Utilizaram dentes incisivos para a pesquisa, conectando dois termopares tipo T à superfície da gutapercha através de dois orifícios, atravessando o cimento e dentina. Dois ultrassons foram comparados: o Cavitron 2001® e o ultra-Enac®, ambos utilizados para a referida oscilação. Como resultado encontraram que, embora ambas as unidades tenham produzido um

pequeno aumento da temperatura, houve uma diferença significativa na quantidade de tempo necessário para termoplastificar a guta-percha entre a unidade Cavitron® e a unidade Enac®. A unidade Cavitron® foi 22 vezes mais eficiente que a unidade Enac® em relação à termoplastificação da guta-percha.

Com o objetivo de apresentar um sistema que registrasse com precisão as temperaturas da raiz radicular, Weller et al., em 1991, criaram um novo modelo de sistema, onde utilizaram apenas um dente natural, sendo este um incisivo central superior humano. A coroa do mesmo foi removida e a raiz foi totalmente incluída em resina acrílica, formando um bloco. Foram realizados 16 furos no bloco por onde passaram 16 termopares acoplados de 2 em 2 mm a partir do ápice. O canal radicular foi obturado 10 vezes sem utilização de cimento endodôntico, utilizando-se guta percha injetável do sistema Obtura®. As temperaturas variaram de 31,40°C à 86,26°C, sendo a maior temperatura registrada próximo ao terço cervical. Os autores concluíram que este novo modelo permite repetidas obturações com diferentes técnicas e materiais, utilizando-se apenas uma amostra, e com relação à precisão, houve uma relação linear no aumento das temperaturas registadas na raiz, porém, as temperaturas registradas foram menores do que o esperado.

Utilizando a mesma metodologia dos autores citados acima, Jurcak et al., em 1992, mensuraram a temperatura intracanal produzida por repetidas obturações em um modelo de canal radicular utilizando-se o condutor elétrico Touch'n Heat®, que foi regulado nas potências de 2 a 6. Como resultado encontraram um maior aumento de temperatura na potência 6, sendo esta de 93,73°C a 5 mm do ápice. Recomendaram utilizar uma potência de 2 ou 3 para diminuir o aumento causado pelos calcadores no interior do canal.

Mccullagh et al., em 1997, investigaram através de câmera térmica, alterações de temperatura na superfície radicular externa dos dentes durante obturação termomecânica. Para a pesquisa, 30 dentes pré-molares humanos foram utilizados, dividindo-se em 10 dentes para cada grupo. Os grupos foram baseados na velocidade de rotação do compactador, sendo estas três velocidades: 8.000 rpm, 12.000 rpm e 16.000 rpm e o tempo de trabalho do mesmo dentro do canal foi de 20 segundos. Em todas as configurações de velocidade encontraram nos resultados um aumento da temperatura da superfície externa da raiz maior que 47°C, porém, nas velocidades de 12.000 rpm e 16.000 rpm houve um aumento mais rápido da temperatura quando comparado com a velocidade de 8.000 rpm. Os autores

concluíram que as temperaturas máximas registradas diminuiriam o fluxo sanguíneo dos tecidos circundantes devido à demanda de dissipação do calor.

Um estudo de 1998, de Lee et al., comparou a variação de temperatura de 30 dentes unirradiculares, sendo estes, 10 pré-molares inferiores, 10 incisivos inferiores e 10 incisivos superiores, utilizando três diferentes tipos de fontes de calor: System B®, Touch'n Heat® e Calcador aquecido. Para mensurar a temperatura, um termopar foi acoplado 2 mm abaixo da junção amelocementária e cada canal foi obturado 3 vezes com cada fonte de calor. Utilizando o System B®, a variação de temperatura foi menor que 10°C em todos os espécimes, com o Touch'n Heat®, a variação de temperatura foi menor nos pré-molares inferiores e incisivos superiores, e maior que 10°C nos incisivos inferiores. Já, com o calcador aquecido, a variação foi maior que 10°C em todos os espécimes. Utilizando teste estatístico Scheffe ($p < 0.05$), foi encontrada uma interação significativa entre o grupo dos dentes e os diferentes tipos de fontes de calor. Os autores concluíram que a condensação vertical com o System B® não deve danificar os tecidos perirradiculares, no entanto, o cuidado deve ser tomado no uso do Touch'n Heat® e dos calcadores aquecidos em incisivos inferiores.

Floren et al., em 1999, mensuraram a temperatura da superfície radicular, utilizando a técnica de obturação System B®, em diferentes temperaturas: 250°, 300°, 350°, 400°, 450°, 500°, 550° e 600°C. Para a pesquisa, apenas um incisivo central superior humano foi utilizado, onde se acoplaram termopares para medir a temperatura. Vinte obturações foram realizadas separadamente e sem utilização de cimento endodôntico. Apenas a 5 mm do ápice radicular, os autores encontraram a variação da temperatura radicular externa maior que 10°C, o que poderia causar danos às estruturas de suporte se essa temperatura durasse um minuto inteiro ou mais. Os autores concluíram então que, qualquer ajuste da temperatura no aparelho System B® em 250°C ou acima, tem o potencial de causar danos à superfície da raiz, mesmo um aumento que exceda os 10°C durante alguns segundos. Ainda relataram que, se tais temperaturas realmente ocorressem *in vivo*, os mesmos danos poderiam ocorrer, mas não enfatizaram tal determinação.

Um modelo *in vitro* foi criado por Romero et al., em 2000, com o objetivo de simular o ligamento periodontal, permitindo avaliar a temperatura radicular externa e sua dissipação aos tecidos circundantes, o mais próximo da situação clínica. Utilizaram onze caninos superiores e onze raízes mesiais de molares inferiores,

sendo que os dentes foram embebidos em alginato como substituto do ligamento periodontal, já que, o seu conteúdo de água é semelhante ao teor de água do corpo humano. Um *plugger* F do System B® foi pré-fixado nos canais e utilizado para condensação da guta-percha juntamente com cimento endodôntico Roth®. A pressão do *plugger* foi aplicada por 10 segundos e a temperatura externa mensurada através de dois termopares localizados no ápice e à 5mm do mesmo no sentido coronal. Cada obturação foi repetida 4 vezes nos dois conjuntos de dentes, foram registradas as temperaturas iniciais e a mais alta em cada ponto, e a diferença calculada. Nos resultados não encontraram variação de temperatura maior que 2°C, e a máxima encontrada foi na raiz mesial de molar inferior no terço médio. Os autores concluíram que a transferência de calor depende da espessura da raiz e que o System B® causou apenas uma elevação da temperatura, porém, insignificante ao ligamento periodontal.

Em relação ao método de mensuração da temperatura externa da raiz, foi realizado um estudo por Cullagh et al., em 2000, comparando o uso de termopares e o uso de uma câmera termográfica simultaneamente, no intuito de quantificar o calor produzido na superfície da raiz utilizando o System B®. Encontraram um aumento médio registrado pela câmera de 28,4°C, e nos termopares de 13,9°C. A diferença entre as temperaturas de pico, registradas pelos dois sistemas, foi significativa ($p < 0,0001$) com a mensuração de imagens térmicas, mais elevada. Concluíram que a câmera termográfica é um método útil para analisar mudanças de temperatura e pode ajudar a localizar áreas de produção máxima de calor, porém para ser precisa em sua mensuração necessita de calibração minuciosa para as análises.

No ano de 2001, Sweatman et al., avaliaram a associação da temperatura radicular externa com a termoplastificação da guta-percha. Em sua metodologia, utilizaram três incisivos centrais superiores instrumentados com o sistema rotatório Profile®. A obturação foi realizada com o System B® com três diferentes *pluggers* (F, FM e M) e três temperaturas diferentes (200°C, 250°C e 300°C), também com o Obtura II® e o Ultrasonic®. Para medir a temperatura, quatro termopares foram colocados na superfície externa da raiz cimentados com cianocrilato nas medidas de 0, 2, 4 e 6 mm a partir do comprimento de trabalho. Não houve variação da temperatura maior que 10°C na superfície externa radicular em nenhuma das técnicas, sendo que, a temperatura externa máxima atingida foi de 9,12°C para os 6 mm com o *plugger* FM a 300°C.

Wu et al., em 2002, utilizaram sessenta caninos superiores e inferiores obturados com fonte de calor Touch'n Heat® e posteriormente seccionados para averiguar a área do canal preenchida por guta percha. Após instrumentação e secagem dos mesmos, a fonte de calor Touch'n Heat® foi ajustada na potência 10, os calcadores foram introduzidos no canal radicular nas distâncias de 2 e 4 mm aquém do comprimento de trabalho. Um termopar foi fixado na ponta do calcador para registrar a temperatura, entre 5 e 9 segundos a temperatura registrada foi de 180 à 230°C, e a temperatura máxima atingida foi aos 15 segundos de 270°C. Quando o calor foi aplicado 2 mm aquém do comprimento de trabalho a área de preenchimento de guta percha atingiu 100% em 21 raízes e quando o calor foi aplicado 4 mm aquém do comprimento de trabalho apenas 4 raízes atingiram 100% da área preenchida. Apesar da diferença no resultado os autores concluíram que não houve diferença significativa entre as duas profundidades e que a temperatura não influenciou na área de preenchimento por guta percha e sim a profundidade de penetração do calcador.

Os condutores de calor elétricos possuem ajustes de temperatura, e podem ser introduzidos no canal em diferentes profundidades. Utilizando essas duas variáveis, Jung et al., em 2003, compararam a área preenchida por guta-percha em canais ovais criados artificialmente com resina acrílica obturados com System B®. Os 75 canais foram instrumentados e divididos em grupos. Grupos 1, 2 e 3 foram obturados com profundidade de penetração de 4 mm aquém do ápice e temperaturas de 100°C, 200°C e 350°C respectivamente, os grupos 4 e 5 foram obturados com calcadores à 3 mm do ápice e temperatura regulada em 200°C, sendo que, no grupo 5 utilizou-se calcador frio para compactar a guta-percha. Não foram encontradas diferenças significativas entre as diferentes temperaturas ($P > 0,05$). A 1 mm do ápice, o grupo 4 apresentou a maior área preenchida por guta-percha (95,57%) seguido dos grupos 5 (84,72%) e grupo 2 (67,33%) ($P < 0,05$). Os autores concluíram que a temperatura do *plugger* dentro do canal não afetou a área de preenchimento da guta-percha, no entanto, a profundidade de penetração do calcador foi significativamente relacionada com a mesma.

Lipski e Wozniak (2003) avaliaram a temperatura externa das raízes de 20 pré-molares após tratamento endodôntico, com obturação Thermafil® e posterior retratamento com System B®. Um *plugger* FM do sistema foi utilizado a uma temperatura de 225°C durante 5 segundos em 10 dentes e durante 8 segundos em

outros 10 dentes. Uma câmera termográfica foi utilizada para mensurar as temperaturas. A temperatura variou entre 26,7°C a 46°C. Os autores concluíram que essa temperatura tem um potencial elevado para causar injúrias no cimento, ligamento periodontal e osso alveolar.

Bailey et al., em 2004, investigaram a variação de temperatura radicular externa quando utilizadas diferentes potências e tempo de ativação de ultrassom para plastificar a guta-percha no interior do canal radicular. Utilizaram em seu estudo um único canino inferior que sofreu repetidas obturações através de ultrassom (Enac®) com três diferentes potências (1, 3 e 5) e três diferentes durações de ativação (4, 10 e 15s). Para mensurar a temperatura, oito termopares do tipo K foram colocados na região média e apical. Encontraram um aumento na variação da temperatura maior que 10°C na configuração de potência 5 e duração de ativação de 15 segundos. No terço médio a variação de temperatura ocorrida foi significativamente ($p < 0,001$) maior do que a ocorrida no ápice. Concluíram que a combinação da potência em 5 e duração de ativação de 15 segundos poderia causar danos aos tecidos circundantes.

Lipski, em 2005, avaliou o aumento da temperatura da superfície da raiz durante a obturação do canal radicular pela técnica de onda de condensação utilizando o System B®, o que diferenciava do trabalho anterior do mesmo autor, em 2003, onde o sistema era utilizado em um retratamento. Foram utilizados, neste estudo, 45 dentes com canal único, sendo estes, incisivos centrais superiores, incisivos centrais inferiores e caninos superiores. Os dentes foram separados em três grupos contendo 15 dentes cada. A obturação foi realizada com o *plugger* do System B® a 5 mm aquém do comprimento de trabalho e ajustado a uma temperatura de 200°C. Em teste estatístico Mann-Whitney U, com nível de significância $< 0,5$, o autor comparou o aumento de temperatura da face mesial dos espécimes e, posteriormente, da face vestibular. Foi encontrada uma diferença significativa entre as temperaturas comparadas dos incisivos centrais inferiores e caninos superiores, sendo que, a variação de temperatura dos incisivos centrais inferiores ultrapassou 10°C, o que é sugestivo para causar danos às estruturas de suporte (cimento, ligamento periodontal e osso alveolar).

Com o objetivo de analisar o preenchimento de guta percha no interior do canal radicular, Villegas et al., em 2005, avaliaram se a temperatura indicada para obturação por fonte de calor System B®, é suficiente para preencher

adequadamente a anatomia do canal radicular. Na pesquisa utilizaram um incisivo central inferior, obturado por 10 vezes e dividido em dois grupos: Grupo A – *plugger* FM introduzido a 2 mm do comprimento de trabalho, temperatura de 200°C e potência em 10 e Grupo B - mesmo procedimento do grupo A, porém, com o *plugger* FM localizado à 4 mm do comprimento de trabalho. Apenas no grupo A foi encontrado adaptação adequada da guta-percha e os autores concluíram que a escolha dos sistemas de aquecimento da guta-percha atualmente utilizados, deve ser aprovada pelos clínicos para garantir uma obturação de boa qualidade, sem prejudicar os tecidos periodontais.

Madaratti et al. (2008), investigaram *in vitro* o aumento de temperatura da superfície radicular externa durante remoção de instrumento Protaper® F2 fraturado dentro do canal radicular através de ultrassom CPR® (Obtura-Spartan, Fenton, MO), comparando as variáveis: espessura de dentina, ajuste de potência e tamanho da ponta utilizada. Utilizaram 50 incisivos inferiores, os quais possuem espessura de dentina relativamente fina. Os dentes foram descoronados, deixando o comprimento da raiz em 10 mm. A seção mais coronal, tanto mesio-distal quanto vestibulo-lingual foram medidas. As pontas de ultrassom foram utilizadas durante 120 seg e sem refrigeração. Os grupos foram divididos em 5: CPR com ponta de tamanho 6 (CPR6) e potência 1; CPR2 e potência 1; CPR5 e potência 1; CPR5 e potência 2,5 e o último grupo CPR5 e potência 5. Para mensurar a temperatura utilizaram três termopares do tipo K, fixados na superfície radicular externa com cera utilidade, dois na região coronal e o terceiro na região apical. Os pesquisadores encontraram diferença significativa entre os grupos utilizando potências 1 e 2,5 com o grupo utilizando potência 5, na configuração de potência 5 a variação de temperatura encontrada é maior e correspondeu a 17,5°C. Concluíram que as variáveis utilizadas no estudo influenciaram no resultado de aumento de temperatura, o calor transmitido para a superfície externa da raiz foi inversamente relacionado com a espessura de dentina remanescente, e o ultrassom ajustado em potência 5 não é recomendado para remoção de instrumentos endodônticos fraturados.

Em 2009, Ribeiro et al., compararam a percentagem da área preenchida por guta-percha, nos níveis de 2 e 4 mm do terço apical de canais distais de molares inferiores. Foram utilizadas 30 raízes obturadas por três técnicas: Sistema Termoplástico TC®, Thermafil® e condensação lateral. Para cada técnica foram utilizados 10 dentes. Nas raízes foram realizados cortes com disco diamantado

dupla face nº 7020 (KG Sorensen, Brasil) e os cortes foram fixados em lâmina de microscópio para análise em um aumento de 80 vezes. Nos resultados encontraram diferença significativa entre as técnicas obturadoras. Concluiu-se que as técnicas condensação lateral e Sistema TC® obtiveram os melhores resultados, apresentando diferenças estatísticas significantes quando comparados ao Thermafil® no nível de 2 mm. No nível de 4 mm, não foram encontradas diferenças entre as técnicas.

Roldi et al., em 2010, avaliaram a variação térmica nos terços cervical e médio da superfície radicular externa de 40 raízes vestibulares de pré-molares superiores, utilizando a técnica de condensação termomecânica da guta-percha idealizada por McSpadden. Os autores compararam as temperaturas inicial e final das raízes através de teste estatístico, encontrando diferença significativa entre elas ($p < 0,01$), porém, essa variação foi inferior ao aumento de temperatura necessário para prejudicar os tecidos perirradiculares, o que poderia causar reabsorções e até necrose do tecido ósseo.

Em 2010, Bramante et al., avaliaram a liberação de calor para a superfície externa da raiz durante a simulação de procedimento de retratamento endodôntico. Os autores utilizaram 60 dentes humanos do tipo incisivo central superior, e três técnicas para desobturação, sendo elas, duas técnicas rotatórias: Protaper UR® e Mtwo R® e a terceira com instrumentos manuais. A quantidade de calor liberado na superfície radicular externa durante a remoção da obturação foi medida com termopares localizados nos terços cervical e apical. Como resultados, encontraram uma maior variação de temperatura no grupo do Protaper UR®, porém esta não ultrapassou os 10°C necessários para causar danos as estruturas periodontais.

O objetivo do trabalho de Lipski et al., em 2010, foi medir a temperatura na superfície radicular externa de dentes humanos durante remoção de pinos intraradiculares utilizando-se ultrassom. Para a pesquisa utilizaram 36 incisivos humanos divididos em três grupos: 12 incisivos centrais superiores, 12 incisivos laterais superiores e 12 incisivos inferiores. Os dentes foram instrumentados, obturados e os pinos cimentados com cimento de fosfato de zinco. Para a remoção dos pinos intraradiculares, foi realizada em cada amostra a utilização do ultrassom durante 2 minutos sem irrigação ou com irrigação constante de 20 ml ou 40 ml/min. A mensuração da temperatura radicular foi feita com toda superfície externa exposta o

ar e registradas através de câmera de imagem térmica. A análise estatística entre os grupos de dentes mostraram diferenças na elevação média de temperatura de incisivos centrais superiores e incisivos laterais superiores em comparação com os incisivos inferiores quando foram utilizadas pontas de ultrassom nas amostras sem irrigação ou com 20 ml/min de irrigação. As amostras com irrigação de 40 ml/min não apresentaram diferença estatística significativa e foram as únicas em que a variação não ultrapassou 10°C.

Diferentemente das outras metodologias citadas, Zhou et al., em 2010, utilizaram um elemento finito feito através de escaneamento por microscópio tomográfico de um primeiro molar inferior permanente extraído por razões periodontais. Esse scanner permitiu a representação em computador da raiz do dente humano, ligamento periodontal e o osso alveolar. Através de um software chamado Ansys®, foi realizada a simulação do preparo do canal radicular e a obturação utilizando o System B®. A ativação do calor do *plugger* foi realizada nos tempos de 3 e 4 segundos, e a fase de compactação em tempo de 4 segundos e não foi utilizado cimento endodôntico no procedimento. Uma variação de temperatura significativa foi detectada quando o tempo de ativação foi de 4 segundos nos canais mesiolinguais e mesiovestibulares, atingindo 10,52°C e 11,88°C respectivamente, com maior temperatura encontrada na zona de perigo, que se encontra entre os canais radiculares e a furca. Os autores concluíram que deve-se ter cuidado para não estender o tempo de ativação do *plugger* do System B® para além de 3 segundos, o que é clinicamente difícil de se controlar.

Piati et al., em 2013, investigaram a área preenchida por guta-percha em canais instrumentados pelo Sistema Reciproc®, com lima única R25. Em sua metodologia utilizaram 15 raízes mesiais de molares inferiores e três técnicas de obturação: Cone único sistema Reciproc®, Mcspadden modificada e Sistema TC®. Após as obturações os dentes foram seccionados nos níveis de 2 mm e 4 mm do forame e imagens foram obtidas para medir a porcentagem da área do canal obturada com os materiais obturadores e os espaços vazios. O Sistema TC apresentou média maior de preenchimento que as outras duas técnicas realizadas, sem distinção dos níveis, em consequência, o cimento apresentou a menor média, ambos com diferenças significantes para as técnicas Mcspadden Modificada e Cone único sistema Reciproc®. Com relação à área vazia o comportamento foi igual para todas as técnicas.

Em 2014, Viapiana et al., pesquisaram o aumento da temperatura externa de 4 caninos superiores humanos, utilizando cimentos endodônticos diferentes (AH plus®, MTA Fillapex®, Pulp Canal Sealer® e um cimento endodôntico experimental) e condições ambientais diferentes, sendo estas: contato com o ar, imersos em solução salina balanceada de Hank e em solução salina balanceada de Hank gelatinizada. Para tanto, foi utilizado o System B® ativado em 200°C por 30 segundos, e termopares localizados em três níveis diferentes da raiz, apical, médio e cervical. Nas regiões cervical e médio, o tipo de cimento não afetou o aumento da temperatura, já na região apical, as obturações com o cimento AH Plus® exerceram um aumento da temperatura externa, além disso, os autores concluíram que o meio ambiente circundante, exerce influência sobre a dissipação de calor, e que em contato com o ar o aumento de temperatura é maior.

Recentemente, Marroquin et al., 2015, investigaram *in vitro* a influência da temperatura das fontes de calor emanadas por sistemas elétricos sobre a guta-percha. Seis dentes superiores unirradiculares foram inseridos em polímero sintético branco formando um modelo que pudesse simular condições clínicas tão perto quanto possível. Utilizou-se o System B® na temperatura de 200°C indicada pelo fabricante e uma câmera de infravermelho para obtenção das imagens termográficas. Os calcadores foram introduzidos nas profundidades de 1 e 5 mm aquém do comprimento de trabalho. Uma diferença considerável tornou-se perceptível entre a temperatura pré-definida (200°C) e a temperatura real alcançada pelo calcador. A temperatura média geral dos calcadores e dos cones de guta-percha foi de 324,96°C e 159,52°C respectivamente. Concluíram que a conicidade e tamanho dos cones de guta-percha não estão relacionados com potencial de condutividade térmica, e que a guta-percha é um condutor térmico pobre.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Aferir *in vitro* a temperatura da superfície externa de canais radiculares em dentes humanos pré-molares inferiores durante a etapa de obturação.

3.2 Objetivo Específico

Comparar as variações de temperatura nas diferentes técnicas de obturação termoplásticas (Touch'n Heat®, técnica Híbrida de Tagger e o Sistema TC®) e verificar qual é a técnica que apresenta menor variação.

4 MATERIAL E MÉTODO

Este estudo seguiu os princípios éticos e foi submetido ao Comitê de Ética para Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) e aprovado com número (nº) do certificado de apresentação para apreciação ética (CAAE) 36405614.4.0000.0021 (Anexo A).

Foram selecionados 45 dentes pré-molares inferiores humanos unirradiculares, extraídos por finalidade ortodôntica ou periodontal. Foi analisado o comprimento inicial e constatação de canal único, ausência de fraturas radiculares e formação completa do ápice, visualmente e por exame radiográfico. Os espécimes foram limpos de todo tecido periodontal remanescente e cálculo e, armazenados em água destilada (Figura 1).



Figura 1 – Dentes armazenados em água destilada.

Os dentes tiveram suas coroas seccionadas, na altura da junção amelodentinária, com disco diamantado dupla face nº 7020 (KG® Sorensen, Brasil) com micromotor e peça reta em baixa rotação (Figura 2), para facilitar o acesso à câmara pulpar e preparo biomecânico.



Figura 2 – Secção da coroa do elemento dentário no limite amelocementário

A definição do comprimento de trabalho foi feita introduzindo-se uma lima tipo Kerr (K) #10. Quando visualizada a lima ultrapassando o forame apical, recuou-se 1 mm e então foi definido o comprimento de trabalho (Figura 3).

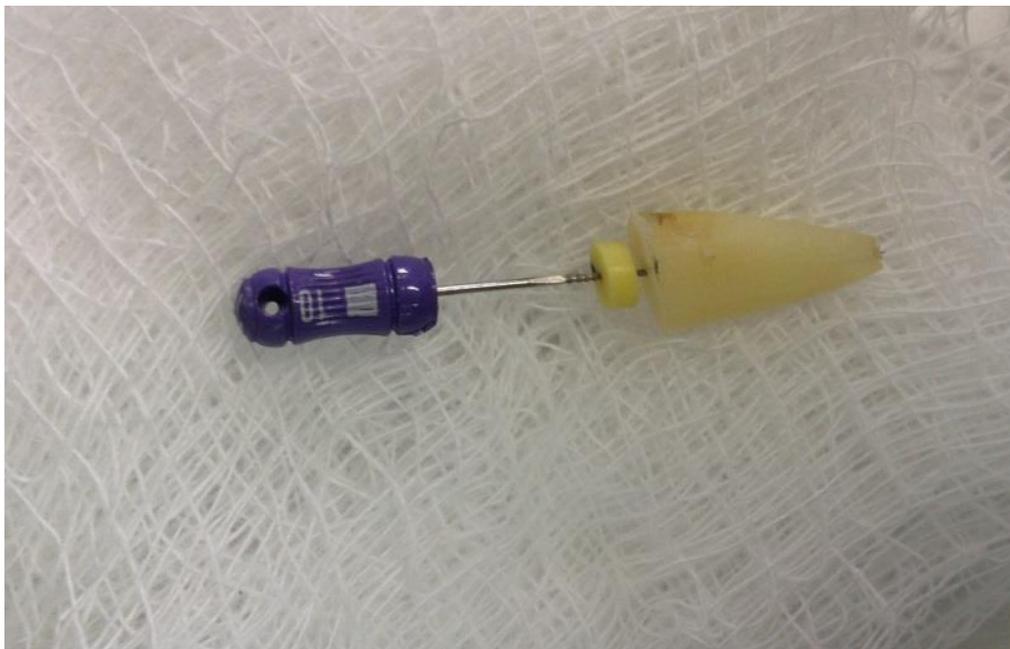


Figura 3 – Definição do comprimento de trabalho

Posteriormente, os espécimes foram instrumentados com o sistema Reciproc® (VDW, Munique, Alemanha), sendo padronizado o batente apical no

instrumento R40, uma vez que o instrumento apical inicial foi sempre a lima manual aço-inox #20K (VDW, Munique, Alemanha).

Como solução irrigadora química auxiliar durante a instrumentação, utilizou-se o hipoclorito de sódio a 2,5%, com um volume aproximado de 20 mL de solução por canal. Antes da obturação, foi realizada a irrigação passiva ultrasônica (PUI) sendo a solução agitada por inserto ultrassônico específico “irrisonic” (Helse, Ind. E Com., Santa Rosa de Viterbo, Brasil) acoplado a um aparelho de ultrassom Jet Sonic (Gnatus, Ribeirão Preto, Brasil) na seguinte sequência: inserção de hipoclorito de sódio a 2,5% e ativação ultrassônica por 20 segundos, inundação com EDTA Trissódico (Biodinâmica, Ibiaporã, Brasil), nova ativação de 20 segundos e mais uma vez inserção de hipoclorito de sódio a 2,5% e ativação ultra-sônica por 20 segundos, totalizando 1 minuto de agitação da solução irrigadora. Em sequência os canais foram abundantemente irrigados com 10 mL de soro fisiológico.

A partir daí, os canais foram secos com pontas de papel absorvente (Dentsply Maillefer®) de calibre #40 e comprimento correspondente ao real de trabalho. No momento da obturação o cimento endodôntico utilizado foi o AH Plus® (Dentsply Maillefer®).

Após a realização do preparo dos espécimes, descritos anteriormente, os mesmos foram distribuídos aleatoriamente em 3 grupos. Duas das 45 amostras foram descartadas devido a erro na gravação do software do aparelho que registrou a variação de temperatura, sendo assim os grupos permaneceram com: grupo 1 (Sistema TC®) 15 espécimes, grupo 2 (Touch'n Heat®) 15 espécimes e grupo 3 (Híbrida de Tagger) com 13 espécimes.

Grupo 1: Sistema TC®

Este sistema utiliza apenas a guta-percha tipo alfa (de baixa fusão), sem o emprego do cone principal. Seguindo recomendações do fabricante, após a instrumentação, realizou-se a limpeza final e a secagem dos espécimes como já descrito previamente. Levou-se o cimento endodôntico (AH plus®) envolvido em um cone de papel de igual numeração do instrumento de memória no interior do canal no comprimento de trabalho e, ao remover o cone de papel, verificou-se a presença de uma fina camada de cimento ao redor das paredes do canal. A seringa do Sistema TC® foi então colocada no aquecedor (Figura 4) e ligou-se o mesmo. A

luz indicadora de aquecimento acendeu, demonstrando que estava ocorrendo a plastificação da guta-percha. Quando a luz apagou (em média, cerca de 2,5 minutos – dependendo da temperatura ambiente), foi o indicativo de que a plastificação estava pronta. Em seguida, um compactador de guta-percha # 25 (Dentsply Maillefer®) foi recheado em sua parte ativa com a guta plastificada pelo emprego de suave pressão no êmbolo da seringa, o que gerou uma camada uniforme de guta-percha plastificada no compactador.

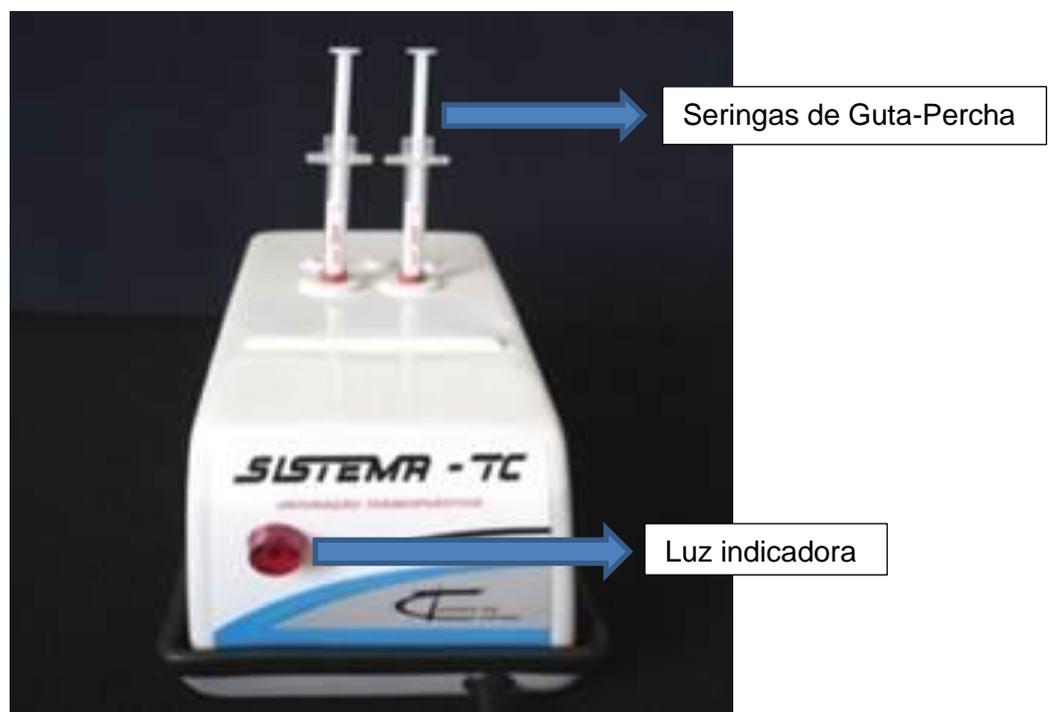


Figura 4 – Aquecedor com seringas acopladas do Sistema TC®.

O compactador foi introduzido e acionado em velocidade de 10.000 rpm com movimentos de “pistonamento” até alcançar aproximadamente 1 mm aquém do comprimento real de trabalho, sendo retirado em seguida de encontro a uma das paredes do canal também com movimentos de “pistonamento”. Esse procedimento levou cerca de 5 segundos. Após a remoção do compactador do canal, com um condensador vertical dígito-palmar, realizou-se a condensação vertical até o resfriamento total da guta-percha, perceptível pelo seu endurecimento.

O possível excesso de guta-percha que tenha ficado na região da entrada do canal foi removido com uma colher de dentina levando o corte de encontro a uma das paredes da câmara pulpar. Assim, eliminou-se a necessidade de instrumentos

aquecidos para cortar e dar acabamento na embocadura dos canais. (PEREIRA et al., 2010)

Grupo 2: Fonte de calor elétrico Touch´n Heat®

Previamente, a ponta do condensador do aparelho, cujo diâmetro adaptava-se a 4 mm do comprimento de trabalho foi selecionada. O interruptor do Touch´n Heat® foi acionado, e o nível de potência colocado em 10 (Figura 5).

Em sequência, o cone de guta-percha principal M (Odous De Deus®, Brasil), calibrado no diâmetro #40, correspondente à modelagem deixada pelo instrumento do sistema Reciproc®, foi adaptado, juntamente com o cimento (AH plus®) no comprimento real de trabalho. O condensador foi ativado para aquecer pelo toque na caneta do aparelho e direcionado através do cone de guta-percha em movimento único até alcançar o limite de 4mm a 4mm do comprimento de trabalho. Nesse momento, o aquecimento foi interrompido e uma pressão mantida até completar o tempo de 10 segundos, intervalo de tempo esse que foi compreendido desde o início do procedimento. Após esse tempo, novo toque foi dado na caneta do aparelho para gerar novo aquecimento e retirar a ponta do interior do canal radicular. Após isso, calcadores frios foram utilizados para compensar a contração da guta-percha durante seu resfriamento.



Figura 5 – Ilustração do sistema Touch´n Heat®

Grupo 3: Técnica Híbrida de Tagger

Essa técnica consiste na associação da técnica de McSpadden com a técnica de condensação lateral como descrito por Tagger em 1984. A adaptação do cone de guta-percha principal M (Odous De Deus®, Brasil), foi feita através da calibração do mesmo em diâmetro #40, besuntou-se o cone com uma pequena quantidade de cimento (AH plus®), levando o conjunto guta-percha mais cimento no interior do canal radicular. Com o auxílio de espaçadores digitais, acrescentou-se alguns cones de guta-percha secundários XF (Dentsply Maillefer®) em quantidade que variou de acordo com o calibre do canal radicular obturado, proporcionando guta-percha suficiente para preencher todo o canal.

Em sequência, selecionamos o Guta Condensador, de calibre dois números acima em relação ao calibre do cone de guta-percha principal, ou seja, #50 (Dentsply Maillefer®). Então, estabeleceu-se a profundidade de penetração do compactador que foi inserido em distância de 3 mm aquém do comprimento real de trabalho, com o motor de baixa rotação girando no sentido horário a uma velocidade de 10.000 rpm, com movimentos de vai e vem, no tempo de 10 segundos. Após retirarmos o compactador do interior do canal radicular, condensamos com calcadores verticais a guta-percha.

As mensurações de temperatura das obturações foram obtidas no laboratório de Inteligência Artificial, Eletrônica de Potência e Sistemas Digitais (BATLAB) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para tal, utilizamos três termopares do tipo K crômio-alumínio (Omega Engineering Inc., Stamford, CT).

Utilizamos cera utilidade (new wax – technew, Brasil) para fixar os termopares na superfície radicular externa, que foram colocados nos terços cervical, médio e apical, da face mesial dos dentes, assegurando o contato entre os termopares e a superfície externa da raiz. Utilizando o comprimento de trabalho da raiz dividimos esta medida por três e marcamos os terços com caneta esferográfica. O conjunto dente, termopar e cera utilidade (figura 6) foi então fixado em uma morsa de bancada, para realizarmos as obturações com as três técnicas já descritas anteriormente. As obturações só se iniciaram após as temperaturas iniciais captadas pelos termopares, nos três terços, mostrarem-se estáveis. Um aparelho medidor de temperaturas Applent AT 4524 (Applent, Jiangsu, China) (figura 7), foi utilizado para gravar as mesmas durante o tempo de trabalho e permaneceu gravando até

completar um minuto, contados em cronômetro. O aparelho permitiu gravar e armazenar as informações em dispositivo pen-drive por ter em suas especificações uma interface comunicadora USB.

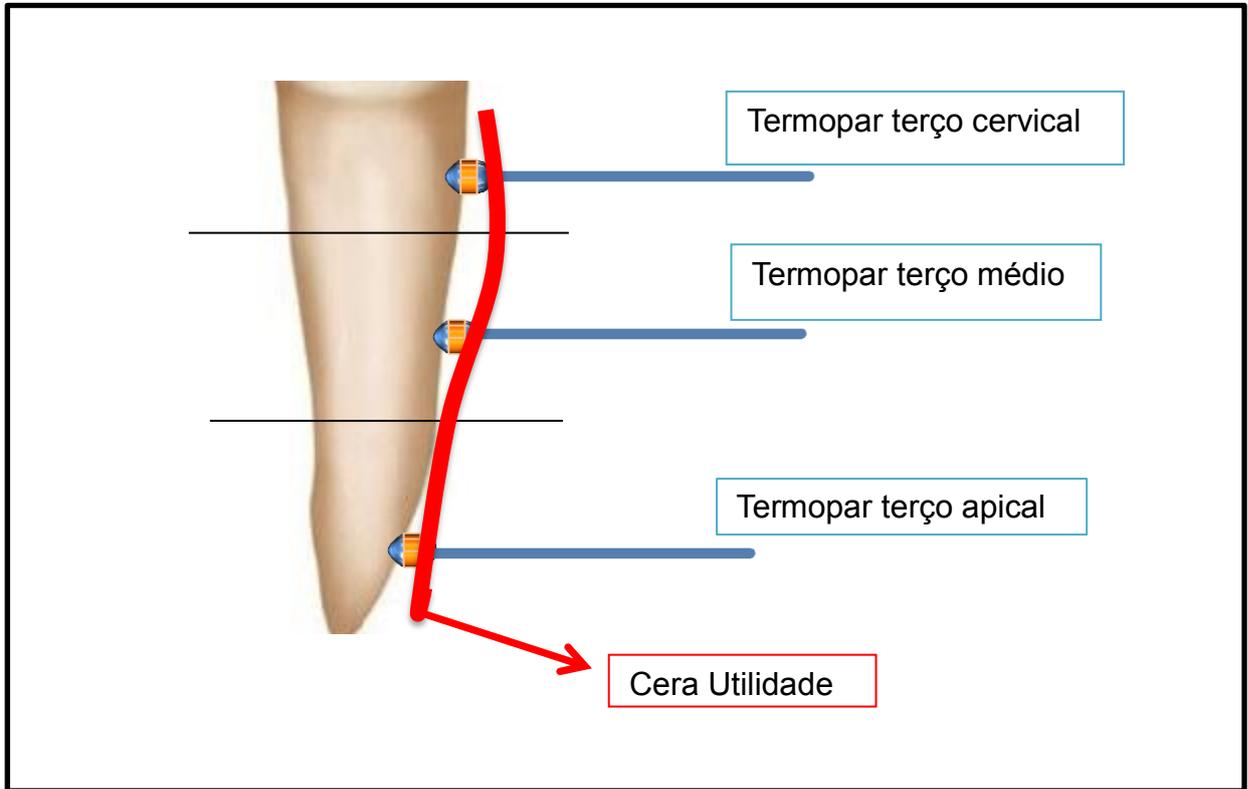


Figura 6 – Conjunto dente, termopar e cera utilidade.



Figura 7 - Aparelho medidor de temperaturas Applent AT 4524 (Applent, Jiangsu, China)

Com estes dados, a avaliação do efeito da técnica, do terço e da interação entre estes dois fatores, em relação à diferença de temperatura entre o momento onde ela foi mais elevada e aquela no início do procedimento, foi realizada por meio do teste ANOVA de duas vias de medidas repetitivas seguido pelo pós-teste de Tukey, para múltiplas comparações. Os demais resultados das variáveis avaliadas neste estudo foram apresentados na forma de estatística descritiva ou na forma de tabelas e gráfico. A análise estatística foi realizada utilizando-se o programa estatístico SigmaPlot, versão 12.5, considerando um nível de significância de 5%.

5 RESULTADOS

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados referentes à temperatura inicial e aquela mais alta, durante a obturação do canal, em cada terço do dente, para cada uma das técnicas utilizadas. Já os resultados referentes à diferença de temperatura entre o momento onde ela foi mais elevada e aquela no momento inicial, em cada terço do dente, para cada uma das técnicas utilizadas, estão apresentados na Tabela 2 e ilustrados na Figura 8. Na análise geral dos dados, em relação à diferença da temperatura entre o momento onde ela foi mais elevada e aquela no momento inicial, houve um efeito significativo da técnica utilizada (teste ANOVA de duas vias de medidas repetitivas, $p < 0,001$), do terço analisado ($p < 0,001$) e uma interação entre estes dois fatores ($p < 0,001$). Nas múltiplas comparações (pós-teste de Tukey), no terço cervical a elevação da temperatura ao se utilizar a técnica Sistema TC® foi significativamente menor do que aquela observada para as técnicas Touch'n Heat® e Híbrida de Tagger ($p < 0,05$). Já no terço médio, a elevação de temperatura foi diferente entre as três técnicas avaliadas, sendo que ela foi menor na técnica Sistema TC®, seguida pela técnica Touch'n Heat® e finalmente pela técnica Híbrida de Tagger ($p < 0,05$). Por outro lado, no terço apical não houve diferença significativa entre as técnicas, em relação à diferença da temperatura entre o momento onde ela foi mais elevada e aquela inicial ($p > 0,05$).

Na comparação entre os terços, na técnica Touch'n Heat®, o aumento da temperatura nos terços cervical e médio foi significativamente maior do que aquele observado para o terço apical (pós-teste de Tukey, $p < 0,05$). Já na técnica Híbrida de Tagger, o aumento da temperatura no terço médio foi maior do que nos demais terços cervical e apical ($p < 0,05$). Além disso, o aumento da temperatura no terço cervical foi maior do que aquele observado para no terço apical ($p < 0,05$). Finalmente, na técnica Sistema TC®, não houve diferença significativa entre os terços analisados, em relação ao aumento da temperatura ao se obturar o canal (pós-teste de Tukey, $p > 0,05$).

Tabela 1: Resultados referentes à temperatura inicial e aquela mais alta, durante a obturação do canal, em cada terço do dente, para cada uma das técnicas utilizadas.

Técnica	Terço		
	Cervical	Médio	Apical
Touch'n Heat®			
Inicial	27,91±0,38	28,06±0,42	27,98±0,42
Mais alta	37,15±0,45	35,76±0,60	30,69±0,38
Híbrida de Tagger			
Inicial	26,12±0,14	26,16±0,17	26,22±0,17
Mais alta	33,82±0,68	37,96±1,29	29,82±0,39
Sistema TC®			
Inicial	27,53±0,53	27,74±0,58	27,74±0,60
Mais alta	29,58±0,69	29,93±0,70	29,93±0,69

Os resultados estão apresentados em média±erro padrão da média.

Tabela 2: Resultados referentes à diferença de temperatura entre o momento onde ela foi mais elevada e aquela no momento inicial, em cada terço do dente, para cada uma das técnicas utilizadas.

Técnica	Terço		
	Cervical	Médio	Apical
Touch'n Heat®	9,25±0,40Aa	7,70±0,80Ba	2,71±0,23Ab
Híbrida de Tagger	7,69±0,68Ab	11,80±1,28Aa	3,60±0,38Ac
Sistema TC®	2,05±0,51Ba	2,19±0,56Ca	2,19±0,54Aa

Os resultados estão apresentados em média±erro padrão da média. Letras maiúsculas diferentes na coluna representam diferença significativa entre as técnicas, em cada terço analisado, no pós-teste de Tukey ($p < 0,05$). Letras minúsculas diferentes na linha representam diferença significativa entre os terços em cada uma das técnicas analisadas, no pós-teste de Tukey ($p < 0,05$).

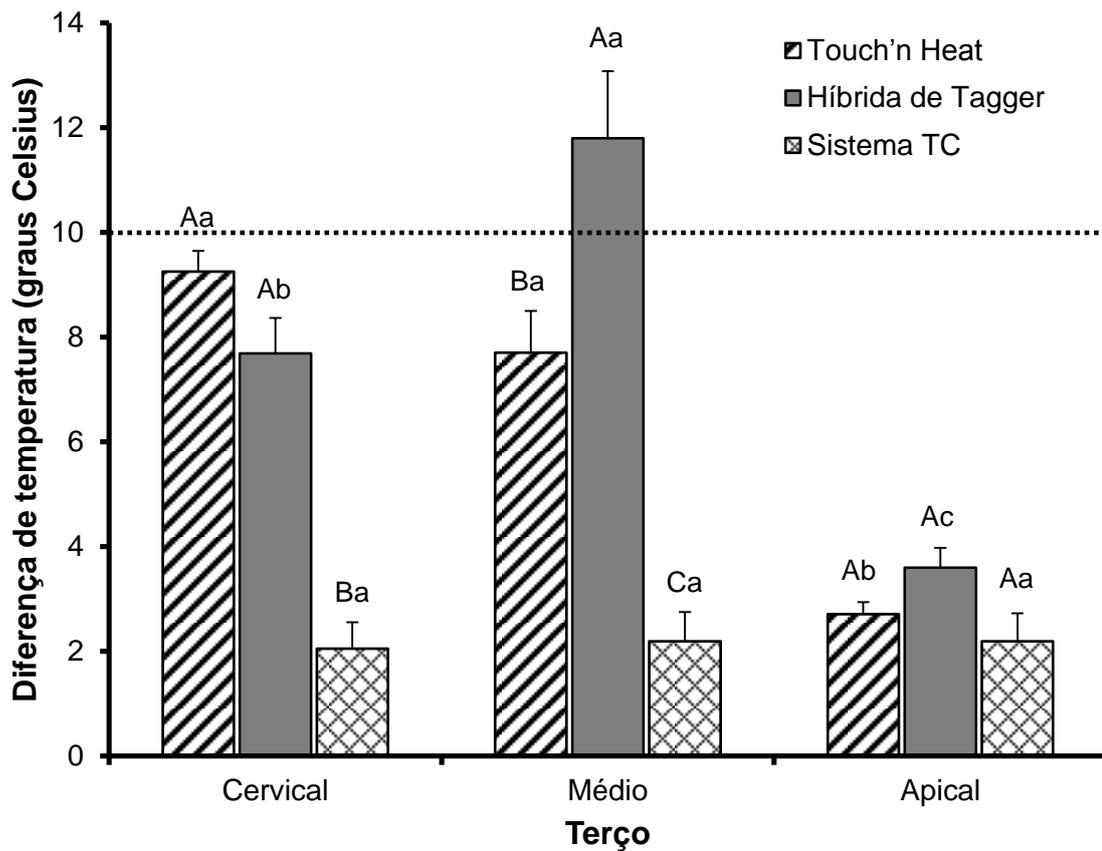


Figura 8: Gráfico 1 apresentando os resultados referentes à diferença de temperatura entre o momento onde ela foi mais elevada e aquela no momento inicial, em cada terço do dente, para cada uma das técnicas utilizadas. Cada coluna representa a média e a barra o erro padrão da média. Letras maiúsculas diferentes representam diferença significativa entre as técnicas, em cada terço analisado, no pós-teste de Tukey ($p < 0,05$). Letras minúsculas diferentes representam diferença significativa entre os terços em cada uma das técnicas analisadas, no pós-teste de Tukey ($p < 0,05$).

6 DISCUSSÃO

Buscando técnicas adequadas de obturação, que preenchessem tridimensionalmente o sistema de canais radiculares, surgiram as obturações termoplásticas, que como dito anteriormente, causam aquecimento da guta-percha para uma melhor adaptação da mesma em todos os terços do canal (SCHILDER, 1967; TAGGER, 1984; BUCHANAN, 1994). Esse aquecimento no interior do canal radicular transmite para a superfície radicular externa aumento de temperatura, que varia de acordo com a técnica utilizada. Partindo da temperatura corporal de 37°C, é sabido que, ao ultrapassar 47°C, o fluxo sanguíneo é cessado e o tecido ósseo necrosado. Portanto, uma variação de 10°C é o limiar aceito para que as estruturas adjacentes ao dente mantenham-se sadias. (ERIKSSON e ALBREKTSSON, 1983)

Para mensuração da temperatura o presente estudo utilizou termopares do tipo K cromo-alumínio (Omega Engineering Inc., Stamford, CT). Eles cobrem temperaturas na faixa de -200°C a 1200°C. Podem ser utilizados em grandes quantidades, variando de acordo com a pesquisa. Também são utilizados tanto no interior do canal radicular, quanto na superfície externa da raiz. (JURCAK et al., 1992; LEE et al., 1998; FLOREN et al., 1999)

Câmeras térmicas também são utilizadas para aferir a variação de temperatura (LIPSKI, 2005; LIPSKI, 2006; LIPSKI et al., 2010; MARROQUIN et al., 2015). Previamente ao experimento, realizamos um estudo piloto onde foi possível verificar a dificuldade de calibração da câmera quanto à emissividade dos tecidos da raiz, distância e temperatura ambiente. Desvantagens essas mostradas também por Cullagh et al., em 2000. Portanto, optamos por utilizar os termopares, os quais são precisos, fáceis de manusear, e permitem um registo mais apurado da região radicular do dente. (WELLER et al., 1991; CULLAGH et al., 2000)

Estudos demonstraram em suas metodologias a fixação dos termopares com cianocrilato (SWEATMAN et al., 2001) e resina fotopolimerizável (LEE et al., 1998; FLOREN et al., 1999), porém, para facilitar o processo de aferição utilizamos a utilidade (newwax - technew, Brasil) para fixação, pois isso assegura o contato com a superfície radicular externa, o que é suficiente para que o termopar capture com

precisão a temperatura atingida durante o tempo de obturação. (WELLER et al., 1991)

Para se aproximar das condições *in vivo*, os resultados foram dados como variações de temperatura (BRAMANTE et al., 2010) e não com as temperaturas de pico. No presente estudo avaliamos três diferentes técnicas de obturação com as superfícies radiculares inteiras expostas ao ambiente de uma sala climatizada. A temperatura do dente não seguiu a temperatura corpórea, pois de acordo com Fors et al. (1985), em uma investigação *in vitro*, o intervalo de temperatura registrado é um processo totalmente linear. Sendo assim, a diferença em graus Celsius na temperatura de início pode ser desprezada e a elevação da temperatura observada pode ser comparada como se partíssemos de 37°C, o que não interferiria nos resultados.

Entre as técnicas de obturação, o System B® é um dos condutores de calor elétrico mais pesquisado quanto aos efeitos que o aquecimento do mesmo pode causar nos tecidos circundantes ao dente. Nesse trabalho, avaliamos o Touch'n Heat®, que é um dispositivo de transmissão de calor elétrico praticamente igual ao System B®, sendo inclusive, produzido e comercializado pelo mesmo fabricante. A diferença entre os aparelhos está no seu layout. O System B® tem um display que indica a temperatura que está sendo usada para aquecer a guta percha. O aparelho Touch'n Heat® apresenta uma escala de 1 a 10, sendo a recomendação utilizá-lo entre 7 e 10, pois isso equivale ao aquecimento de 200°C do aparelho System B® a qual é recomendada pelo fabricante (BUCHANAN, 1994). Outro dado importante da avaliação do Touch'n Heat® nesse trabalho foi devido ao maior uso no Brasil, provavelmente por causa do seu custo menor.

A técnica Híbrida de Tagger é a mais antiga utilizada e preconizada dentre as três técnicas estudadas. Em nossa pesquisa foi executada seguindo os padrões de tempo de trabalho, 10 segundos e ajuste de velocidade de rotação, em 10.000 rpm (TAGGER, 1984) e apresentou maior variação de temperatura que as demais técnicas estudadas, de 11,8°C. Apesar de suas vantagens e indicações, esta foi a única técnica que ultrapassou os 10°C, temperatura limite de variação que causaria injúrias aos tecidos circundantes (ERIKSSON e ALBREKTSSON 1983). Com o compactador a 8.000 rpm e a 16.000 rpm a temperatura radicular externa também apresentou variação maior que 10°C, nos achados de Hardie em 1987, eles concluíram que quanto maior a velocidade do compactador maior a temperatura

produzida no interior do canal radicular, conseqüentemente, o calor transmitido para a superfície radicular externa é maior.

O sistema Touch'n Heat®, chegou próximo a essa variação de temperatura, porém, não excedeu o limite. Contrariando esses achados, Lee et al., em 1998, encontraram uma variação de temperatura maior que 10°C quando avaliaram o Touch'n Heat®. Podemos sugerir que a variação de temperatura maior encontrada no trabalho de Lee et al., foi em função do tipo de dente utilizado. Pré-molares, possuem uma camada considerável de dentina, quando comparados aos incisivos centrais inferiores. A espessura de dentina é inversamente proporcional à elevação de temperatura na superfície radicular externa. (MADARATI et al., 2008)

O Sistema TC® não possui trabalhos relatando a elevação de temperatura e suas conseqüências aos tecidos. É um sistema brasileiro que traz excelentes resultados em pesquisas avaliando a área de preenchimento da guta-percha no interior do canal radicular, superando todos os principais sistemas de obturação utilizados (RIBEIRO et al., 2008; PEREIRA et al., 2010; DAMASCENO et al., 2008, PIATI et al., 2013). No presente estudo, esse sistema foi o que apresentou menor variação de temperatura, e a diferença estatística encontrada entre este e as duas outras técnicas foi significativa. O pequeno aumento de temperatura nesse sistema deve-se provavelmente ao fato de a guta-percha ser aquecida fora do canal radicular, diminuindo o atrito entre o compactador e a parede interna do canal.

Nas técnicas Híbrida de Tagger e Touch'n Heat®, o terço cervical analisado apresentou maior aumento de temperatura do que encontrado no Sistema TC®, uma vez que o calcador utilizado pela fonte de calor Touch'n Heat® penetra numa profundidade de 4 mm aquém do comprimento real de trabalho e tem a temperatura ajustada em torno de 200°C aproximadamente e o compactador utilizado na técnica Híbrida de Tagger necessita de grande atrito para plastificar a guta-percha. Devemos considerar que a guta-percha nas técnicas com maior variação, é inserida em sua forma sólida no interior do canal, uma vez que a guta-percha do Sistema TC® já é inserida plastificada no canal, o que justifica esses resultados, sendo mais uma das vantagens do referido sistema.

Assim como, quando citamos o terço médio, a maior variação de temperatura foi encontrada nas amostras obturadas com a técnica Híbrida de Tagger, devido à presença de maior massa de guta-percha e maior tempo de utilização do compactador nessa localização. (ROMERO et al., 2000; BAILEY et al., 2004)

No terço apical de todos os sistemas não foi encontrada diferença estatística significativa, devido ao fato de os calcadores e compactadores não atingirem essa região e o aquecimento dessa área ser realizado através da dissipação do calor (SWEATMAN et al., 2001; FLOREN et al., 1999). Por conta dessa dissipação, embora não tenha sido avaliado e apresentado em nossos resultados, observou-se que, enquanto, as temperaturas nos terços cervical e médio decaíam, no terço apical a temperatura aumentava, esse fenômeno ocorreu em todas as técnicas utilizadas.

Apesar de termos gravado a temperatura das amostras durante 1 min em cronômetro, não foi avaliado o tempo necessário para que o calor se dissipasse e voltasse à temperatura de partida. Quando utilizada a técnica Híbrida de Tagger, Lispki, em 2005, verificou que, após atingida a temperatura de pico, a temperatura dissipava-se rapidamente. Quanto maior a velocidade que a temperatura de pico é atingida mais rápida é a dissipação de calor. Sistemas que utilizam guta-percha termoplastificada fora do canal radicular aumentam menos a temperatura externa, porém, a dissipação do calor é mais lenta (HARDIE, 1987). Esses dados demonstrados por Hardie (1987) não interfeririam no Sistema TC®, pois as variações de temperaturas geradas não ultrapassaram 3°C, sendo assim não há preocupação com relação à dissipação da temperatura gerada por esse sistema.

Todas as amostras do presente estudo foram obturadas com cimento endodôntico AH Plus® para simular um procedimento de obturação próximo à situação clínica, uma vez que este é o cimento que apresenta excelentes propriedades biológicas e físicas, sendo o cimento padrão utilizado no tratamento endodôntico atual.

O presente estudo apresenta resultados que necessitariam de pesquisas *in vivo* para confirmar o aumento de temperatura encontrado. Apesar dessa necessidade, não encontrou-se diferença significativa entre a variação da temperatura encontrada *in vivo* com a encontrada *in vitro*, no trabalho de Saunders de 1990.

As técnicas de obturação termoplástica são muito utilizadas devido à minimização do tempo operatório no tratamento endodôntico e melhora no preenchimento dos canais radiculares. A avaliação da dissipação de calor causada pelas mesmas para a superfície externa da raiz é de grande importância, devido ao fato de que uma variação maior que 10°C causar injúrias ao periodonto e osso alveolar (ERIKSSON e ALBREKTSSON, 1983; SAUNDERS, 1990b), e um

desregulamento é encontrado no sistema de remodelamento ósseo quando ultrapassada essa temperatura (ZHANG et al., 2012). Observando os resultados encontrados, todos os sistemas apresentaram aumento da temperatura radicular externa durante o procedimento de obturação. A técnica Híbrida de Tagger ultrapassou 10°C no terço médio dos canais radiculares e o sistema Touch'n Heat® chegou próximo a essa temperatura no terço cervical. O Sistema TC® produziu menor variação de temperatura e, conseqüentemente, menor possibilidade de danos aos tecidos circundantes, a variação máxima de temperatura encontrada para esse sistema foi de 2,19°C, o que sugere uma segurança na execução da mesma. Para uma melhor determinação de qual técnica utilizar, este estudo deveria ser realizado *in vivo*. Enquanto isso, com exceção do Sistema TC®, as demais técnicas avaliadas nesse estudo deveriam ser utilizadas com cautela.

7 CONCLUSÃO

Através dos resultados obtidos no presente estudo, é possível concluir que:

Em todas as técnicas avaliadas (Sistema TC®, Híbrida de Tagger e Touch'n Heat®) foi encontrado aumento de temperatura na superfície radicular externa.

O Sistema TC apresentou variação de temperatura menor que as demais técnicas.

REFERÊNCIAS¹

Armstrong SR, Jessop JL, Winn E, Tay FR, Pashley DH. Denaturation Temperatures of Dentin Matrices. I. Effect of Demineralization and Dehydration. JOE 2006; 32(7):638-41.

Bailey GC, Cunnington SA, Ng YL, Gulabivala, Setchell DJ. KUltrasoundic condensation of gutta-percha: the effect of power setting and activation time on temperature rise at the root surface – an in vitro study. Int Endod J 2004; 37:447–54.

Bramante CM, Fidelis NS, Assumpção TS, Bernardineli N, Garcia RB, Bramante AS, Moraes IG. Heat Release, Time Required, and Cleaning Ability of Mtwo R and ProTaper Universal Retreatment Systems in the Removal of Filling Material. JOE 2010; 36(11):1870-3.

Buchanan LS. The continuous wave of condensation technique: a convergence of conceptual and procedural advances in obturation. Dent Today. 1994; 13(10):80-5.

Clinton K, Van Himel T. Comparison of a Warm Gutta-Percha Obturation Technique and Lateral Condensation. JOE 2001; 27(11):692-5.

Cullagh JJ, Setchell DJ, Hussey DL, Biagioni P, Lamey PJ, Bailey G. A comparison of thermocouple and infrared thermographic analysis of temperature rise on the root surface during the continuous wave of condensation technique. Int Endod J 2000; 33:326-32.

Damasceno JLN, Silva PG, Queiroz ACFS, Wardasca de Oliveira PT, Pereira KFS. Estudo comparativo do selamento apical em canais radiculares obturados pelas técnicas cone único e sistema TC. RGO 2008; 56(4):417-22.

¹ Estilo Vancouver apresentado pelo Comitê Internacional de Editores de Revistas Médicas, publicadas inicialmente em 1979.

Eriksson A, Albrektsson B, Grane, Macqueen D. Thermal injury to bone: a vital microscopic description of heat effects. *Int. J. Oral Surg.* 1982; 11:115-21.

Eriksson AR, Albrektsson T. Temperature threshold levels for heat-induced bone tissue injury: A vital-microscopic study in the rabbit. *J Prosth Dent* 1983; 50:101-7.

Floren JW, Wellen RN, Pashley DH, Kimbrough WF. Changes in root surface temperatures with In vitro use of the System B HeatSource. *JOE* 1999. 25(9):593-5.

Fors U, Jonasson E, Bergquist A, Berg JO. Measurements of the root surface temperature during thermo-mechanical root canal filling in vitro. *Int Endod J* 1985; 18:199-202.

Hand RE, Huget EP, Tsaknis PJ. Effects of a warm gutta-percha technique on the lateral periodontium. *Oral Surg* 1976; 42(3):395-401.

Hardie EM. Heat transmission to the outer surface of the tooth during the thermo-mechanical compaction technique of root canal obturation. *Int Endod J* 1986; 19:73-7.

Hardie EM. Further studies on heat generation during obturation techniques involving thermally softened gutta-percha. *Int Endod J* 1987; 20:122-7.

Joiner HL, Canales ML, Del Rio CE. Temperature changes in thermoplasticized gutta-percha: A comparison of two ultrasonic units. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1989; 68:764-9.

Jung IY, Lee SB, Kim ES, Lee CY. Effect of different temperatures and penetration depths of a System B plugger in the filling of artificially created oval canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003; 96:453-7.

Jurcak JJ, Weller RN, Kulild JC, Donley DL. In Vitro Intracanal Temperatures Produced during Warm Lateral Condensation of Gutta-percha. *JOE* 1992; 18(1):1-3.

Lee FS, Cura JV, BeGole E. A comparison of root surface temperatures using different obturation heat sources. JOE 1998; 24(9):617-20.

Lipski M. In vitro Infrared Thermographic Assessment of root surface temperatures generated by high-temperature thermoplasticized Injectable gutta-percha obturation. JOE 2006; 32(5):438-41.

Lipski M. Root Surface temperature rises during root canal obturation, in vitro, by the continuous wave of condensation technique using System B HeatSource. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2005; 99:505-10.

Lipski M, Debicki M, Drozdziak A. Effect of different water flows on root surface temperature during ultrasonic removal of posts. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2010; 110:395-400.

Lipski M, Wozniak K. In vitro infrared thermographic assessment of root surface temperature rises during thermofil retreatment using System B. JOE 2003; 29(6):413-5.

Madarati AA, Qualtrough AJ, Watts DC. Factors Affecting Temperature Rise on the External Root Surface During Ultrasonic Retrieval of Intracanal Separated Files. JOE 2008; 34(9):1089-92.

Marroquin BB, Wolf TG, Schürger D, Willershausen B. Thermoplastic Properties of Endodontic Gutta-percha: A Thermographic In Vitro Study. JOE 2015; 41(1):79-82.

Mccullagh JJ, Agioni PA, Lamey PJ, Hussey DL. Thermographic assessment of root canal obturation using thermomechanical compaction. Int Endod J 1997; 30:191-5.

Moraes GI, Betti LV, Kotsubo AM, Yoshizawa MT. Técnica Híbrida de Tagger. O melhor nível de atuação do compactador. RGO 2000; 48(3):141-4.

Pereira KFS, Zanella HVN, Silva PG, Queiroz ACFS, Vardasca de Oliveira PT, Chita JJ. Análise comparativa da área preenchida pela obturação no terço apical dos canais radiculares em três diferentes técnicas. *Pesq Bras Odontoped Clin Integr* 2010; 10(2):217-23.

Piati DCK, Pereira KFS, Ramos CRV, Ferreira LC, Arashiro FN, Zafalon EJ. Avaliação de Técnicas de Obturação para Canais Instrumentados pelo Sistema Reciproc®. *Pesq Bras Odontoped Clin Integr* 2013; 13(2):205-12.

Ribeiro MA, Queiroz ACFS, Silva PG, Yoshinari GH, Guerisoli DMZ, Pereira KFS. Estudo comparativo da área apical preenchida pela guta-percha nas técnicas de obturação TC, Thermafil e Condensação Lateral. *Rev Odontol Unesp* 2009; 38(1):65-71.

Roldi A, Intra JBG, Barroso JM, Intra TJSA, Martins LO. Avaliação da variação da temperatura na superfície radicular externa durante a obturação pela técnica de McSpadden. *Rev Odontol Bras Central*. 2010; 18(48):34-7.

Romero AD, Green DB, Wucherpfenning AL. Heat Transfer to the Periodontal Ligament During Root Obturation Procedures Using an In Vitro Model. *JOE* 2000; 26(2):85-7.

Salles AA, Zerbielli M, Damascena RM, Irala LED, Grazziotin-Soares R. Temperature rise on the root surface during cervical preparation using LA Axxess bur – an in vitro study. *RSBO*. 2010; 7(2):193-9.

Saunders EM. In vivo findings associated with heat generation during thermomechanical compaction of gutta-percha. Part I. Temperature levels at the external surface of the root. *Int Endod J* 1990; 23:263-7. (a)

Saunders EM. In vivo findings associated with heat generation during thermomechanical compaction of gutta-percha. Part II. Histological response to temperature elevation on the external surface of the root. *Int Endod J* 1990; 23:268-74. (b)

Schilder H. Filling root canals in three dimensions. *Dent Clin North Am* 1967; 11:723-43.

Stephan MB, Stephen RD, Melvin G. Gutta-percha root canal fillings, an in vitro analysis. *Oral surg* 1973; 35(2):226-31.

Sweatman TL, Baumgartner JC, Sakaguchi RL. Radicular Temperatures Associated with Thermoplasticized Gutta-Percha. *JOE* 2001; 27(8):512-5.

Tagger M. Evaluation of the apical seal produced by a hybrid root canal filling method, combining lateral condensation and thermatic compaction. *J Endod* 1984; 10(7):299-303.

Tanomaru Filho M, Souza CA, Guerreiro JM, Barros DB. Evaluation of the thermoplasticity of different gutta-percha cones and the TC system. *J Appl Oral Sci.* 2007; 15(2):131-4.

Viapiana R, Tanomaru JM, Tanomaru MF, Camilleri J. Investigation of the Effect of Sealer Use on the Heat Generated at the External Root Surface during Root Canal Obturation Using Warm Vertical Compaction Technique with System B Heat Source. *JOE* 2014; 40(4):555-61.

Villegas JC, Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H. Intracanal temperature rise evaluation during the usage of the System B: replication of intracanal anatomy. *Int Endod J* 2005; 38:218–22.

Weller RN, Jurcak JJ, Donley DL, Kulild JC. A New Model System for Measuring Intracanal Temperatures. *JOE* 1991; 17(10):491-4.

Wu MK, Sluis MV, Wesselink PR. A preliminary study of the percentage of gutta-percha-filled area in the apical canal filled with vertically compacted warm gutta-percha. *Int Endod J* 2002; 35:527-35.

Zeltner M, Peters OA, Paqué F. Temperature changes during ultrasonic irrigation with different inserts and modes of activation. *JOE* 2009; 35(4):573-7.

Zhang L, Zhou X, Wang Q, Wang Y, Tang L, Huang D. Effect of heat stress on the expression levels of receptor activator of NF- κ B ligand and osteoprotegerin in human periodontal ligament cells. *Int Endod J* 2012; 45:68-75.

Zhou X, Chen Y, Wei X, Liu L, Zhang F, Shi Y, Wu W. Heat transfers to periodontal tissues and gutta-percha during thermoplasticized root canal obturation in a finite element analysis model. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; 110:257-63.

APÊNDICE A

O quadro abaixo apresenta o valor da temperatura mensurada por termopares localizados nos terços cervical, médio e apical durante obturação termoplástica com o sistema Touch 'n Heat®, durante tempo de gravação de 1 minuto.

TOUCH'N HEAT®			
Amostra 39	Cervical*	Médio*	Apical*
00:10:06	30.2	30.3	30
00:10:11	30.2	30.4	30.1
00:10:16	30.3	30.5	30.2
00:10:21	30.3	30.5	30.3
00:10:26	30.3	30.5	30.4
00:10:31	31	30.8	30.4
00:10:36	34.1	34.6	30.5
00:10:41	36.2	36.7	30.7
00:10:46	37.2	37.5	31.2
00:10:51	37.2	37.2	31.5
00:10:56	37.1	36.9	31.8
00:11:01	36.7	36.4	32
00:11:06	36.2	36.2	32.4
Amostra 41			
00:41:04	25.7	25.3	25.2
00:41:09	27.6	27.5	25.2
00:41:14	32.2	34.7	25.7
00:41:19	34.7	36.0	26.1
00:41:24	35.5	35.5	27.0
00:41:29	35.4	34.8	27.5
00:41:34	34.8	33.8	27.9
00:41:39	34.3	33.1	28.0
00:41:44	33.7	32.3	28.1
00:41:49	33.2	31.8	28.1
00:41:54	32.8	31.3	28.1
00:41:59	32.2	30.8	28.0
00:42:04	31.7	30.3	27.9
Amostra 42			
00:16:41	30.2	30	30.1
00:16:46	34.4	36.2	30.2
00:16:51	37.6	38.2	30.5
00:16:56	39	38.7	31
00:17:01	39.5	38.6	31.4
00:17:06	38.6	38	31.8
00:17:11	37.9	37.5	32
00:17:16	37.2	37	32.1

00:17:21	36.5	36.4	32.3
00:17:26	36.2	36.1	32.4
00:17:31	35.6	35.7	32.4
00:17:36	35.2	35.3	32.4
00:17:41	34.7	34.9	32.5
Amostra 44			
00:21:46	28	29	29
00:21:51	28.4	29.1	29.1
00:21:56	31.7	31.4	29.1
00:22:01	35.7	33.9	29.3
00:22:06	36.8	34.5	29.5
00:22:11	36.4	34.3	30
00:22:16	35.9	34.1	30.3
00:22:21	35.4	33.8	30.5
00:22:26	35	33.5	30.8
00:22:31	34.8	33.4	30.9
00:22:36	34.3	33.2	31
00:22:41	34	32.9	31.1
00:22:46	33.7	32.7	31.1
Amostra 47			
00:31:59	25.5	25.0	25.0
00:32:04	26.2	25.2	25.0
00:32:09	29.3	33.9	26.0
00:32:14	31.3	36.9	27.2
00:32:19	32.6	37.1	28.1
00:32:24	33.3	36.6	28.6
00:32:29	33.6	35.6	28.9
00:32:34	33.6	35.2	29.0
00:32:39	33.4	34.3	29.2
00:32:44	33.1	33.8	29.3
00:32:49	32.8	33.2	29.1
00:32:54	32.4	32.6	29.1
00:32:59	32.4	32.5	29.0
Amostra 48			
00:23:41	28.5	29.1	29.2
00:23:46	28.5	29.1	29.2
00:23:51	33.4	31.6	29.3
00:23:56	37.7	37.1	29.8
00:24:01	39	38.5	30.3
00:24:06	38.8	37.9	31.1
00:24:11	38.5	37.4	31.5
00:24:16	38.1	36.8	31.8
00:24:21	37.7	36.3	32
00:24:26	37.4	35.9	32.1
00:24:31	36.7	35.6	32.2
00:24:36	36.2	35.1	32.2

00:24:41	35.6	34.9	32.2
Amostra 50			
00:26:01	27.6	27.9	27.6
00:26:06	27.7	28.1	27.7
00:26:11	30.9	29.2	27.8
00:26:16	35.9	33.7	28.7
00:26:21	37.7	35.6	29.9
00:26:26	37.1	35.1	30.7
00:26:31	36.3	34.5	31.1
00:26:36	35.4	34	31.4
00:26:41	34.9	33.7	31.6
00:26:46	34.3	33.4	31.7
00:26:51	33.9	33	31.7
00:26:56	33.5	32.7	31.7
00:27:01	33.1	32.5	31.7
Amostra 51			
00:28:31	28.4	28.7	28.5
00:28:36	30	28.9	28.6
00:28:41	34.9	33	28.8
00:28:47	37.2	33.7	29.2
00:28:52	36.9	33.1	29.6
00:28:57	36.4	32.9	29.9
00:29:02	35.8	32.6	30
00:29:07	35	32.4	30.3
00:29:12	34.5	32.2	30.4
00:29:17	33.8	32	30.4
00:29:22	34	32.4	30.3
00:29:27	31	30	29.1
00:29:32	29.4	28.6	28.3
Amostra 52			
00:30:22	28.7	29.1	28.6
00:30:27	30.6	30	28.7
00:30:32	35.4	31.7	29.5
00:30:37	36.4	32	30.5
00:30:42	37.5	32.2	31.5
00:30:47	36.9	31.8	31.9
00:30:52	35.7	31.3	32.2
00:30:57	34.9	31	32.2
00:31:02	34	30.8	32.2
00:31:07	33.4	32	32
00:31:12	33.1	32.9	31.9
00:31:17	32.8	32.9	31.8
00:31:22	32.5	32.8	31.7
Amostra 53			

00:35:44	25.4	25.4	25.4
00:35:49	27.1	26.0	25.4
00:35:54	31.8	34.9	25.4
00:35:59	36.9	40.0	25.5
00:36:04	38.4	38.9	26.0
00:36:09	37.7	36.9	26.6
00:36:14	36.9	35.9	27.1
00:36:19	35.8	34.9	27.5
00:36:24	35.2	34.3	27.7
00:36:29	34.6	33.6	27.9
00:36:34	34.0	33.1	28.0
00:36:39	33.5	32.5	28.0
00:36:44	32.9	32.0	28.0
Amostra 54			
00:32:57	28.2	28.7	28.8
00:33:02	29.4	28.9	28.9
00:33:07	34.9	32.3	29
00:33:12	37.6	33.8	29.2
00:33:17	37.1	33.6	29.7
00:33:22	36.4	33.2	29.9
00:33:27	35.5	32.9	30.1
00:33:32	34.9	32.5	30.3
00:33:37	34.4	32.3	30.3
00:33:42	33.8	32	30.4
00:33:47	33.5	31.9	30.4
00:33:52	33.1	31.7	30.4
00:33:57	32.5	31.4	30.4
Amostra 55			
00:39:47	27.9	28.4	28.4
00:39:52	27.9	28.4	28.4
00:39:57	30	28.4	28.4
00:40:02	34.6	31.8	28.4
00:40:07	37.1	32.8	29
00:40:12	36.7	32.4	29.5
00:40:17	35.7	32	29.9
00:40:22	34.9	31.6	30.2
00:40:27	34.1	31.3	30.4
00:40:32	33.3	30.9	30.3
00:40:37	32.8	30.7	30.5
00:40:42	32.3	30.5	30.5
00:40:47	31.9	30.3	30.5
Amostra 56			

00:42:37	27.8	28.2	28.1
00:42:42	28.9	28.4	28.2
00:42:47	33.2	31.7	28.3
00:42:52	36.1	32.9	28.4
00:42:57	36	32.5	28.6
00:43:02	35.5	32	28.9
00:43:07	34.5	31.5	29.1
00:43:12	33.8	31.1	29.2
00:43:17	33.1	30.8	29.3
00:43:22	32.3	30.5	29.3
00:43:27	31.8	30.3	29.3
00:43:32	31.4	30.2	29.3
00:43:37	29.1	28.4	28.1
Amostra 58			
00:47:37	29	28.1	28.2
00:47:42	34.3	34.1	28.3
00:47:47	38.3	37.1	28.6
00:47:52	39.8	36.1	29.5
00:47:57	39.5	35.3	30.1
00:48:02	38.6	34.7	30.5
00:48:07	37.7	34	30.9
00:48:12	37.2	33.5	30.9
00:48:17	36.5	33	31.0
00:48:22	36	32.4	30.9
00:48:27	35.5	32.1	30.8
00:48:32	34.4	32.5	30.5
00:48:37	32.1	31	29.9
Amostra 60			
00:50:47	27.5	27.7	27.6
00:50:52	28.7	28	27.6
00:50:57	32.4	33.2	28.2
00:51:02	34.3	35.3	29.6
00:51:07	33.7	34.3	30.4
00:51:12	32.8	33.5	31.1
00:51:17	32.1	32.8	31.3
00:51:22	31.4	32.1	31.3
00:51:27	30.9	31.6	31.2
00:51:32	30.5	31.1	31.1
00:51:37	30.1	30.7	30.9
00:51:42	29.8	30.4	30.7
00:51:47	29.5	30.1	30.5

Quadro 1 – Valor da temperatura mensurada por termopares localizados nos terços cervical, médio e apical durante obtenção termoplástica com sistema Touch 'n Heat®, durante tempo de 1 minuto.

*As temperaturas gravadas encontram-se em Graus Celsius.

APÊNDICE B

O quadro abaixo apresenta o valor da temperatura mensurada por termopares localizados nos terços cervical, médio e apical durante obturação termoplástica com a técnica Híbrida de Tagger, durante tempo de gravação de 1 minuto.

HIBRIDA DE TAGGER			
Amostra 3	CERVICAL *	MÉDIO*	APICAL *
01:38:25	26.6	26.6	26.7
01:38:30	26.5	26.6	26.6
01:38:35	26.7	27.0	26.6
01:38:40	28.4	32.8	26.8
01:38:45	31.2	37.2	28.8
01:38:50	31.5	36.2	29.5
01:38:55	30.9	34.8	29.9
01:39:00	30.5	33.3	29.9
01:39:05	30.1	32.2	29.8
01:39:10	29.6	31.5	29.7
01:39:15	29.3	30.5	29.4
01:39:20	28.9	30.0	29.2
01:39:25	28.6	29.5	29.0
Amostra 22			
01:44:00	26.0	26.0	26.0
01:44:05	26.3	27.8	26.0
01:44:10	30.1	38.4	30.0
01:44:15	32.3	39.5	31.4
01:44:20	33.3	37.9	31.9
01:44:25	33.7	36.8	31.8
01:44:30	33.9	35.5	31.6
01:44:35	33.8	34.7	31.3
01:44:40	33.7	34.0	31.0
01:44:45	33.5	33.5	30.9
01:44:50	33.2	32.8	30.5
01:44:55	32.7	32.1	30.2
01:45:00	32.4	31.9	30.0
Amostra 23			
01:47:30	25.9	25.9	25.9
01:47:35	26.2	27.8	25.9
01:47:40	28.1	34.4	27.3
01:47:45	31.1	38.6	29.4
01:47:50	32.1	38.0	30.0
01:47:55	32.7	36.8	30.4
01:48:00	32.8	36.0	30.6
01:48:05	32.8	35.2	30.6
01:48:10	32.6	34.3	30.5

01:48:15	32.4	33.7	30.4
01:48:20	32.2	33.1	30.2
01:48:25	32.0	33.0	30.0
01:48:30	31.5	32.5	29.7
Amostra 24			
01:53:35	26.0	26.2	26.3
01:53:40	26.0	29.0	26.6
01:53:45	26.3	28.7	27.2
01:53:50	26.5	28.1	27.2
01:53:55	26.0	27.2	26.7
01:54:00	27.1	48.8	28.6
01:54:05	27.7	48.6	29.9
01:54:10	28.6	47.0	31.0
01:54:15	29.3	45.9	31.2
01:54:20	29.3	33.4	30.6
01:54:25	28.5	31.3	29.8
01:54:30	28.5	30.6	29.4
01:54:35	28.9	29.2	28.8
Amostra 25			
01:49:50	25.8	25.8	25.8
01:49:55	25.8	25.8	25.8
01:50:00	27.9	28.0	25.9
01:50:05	34.7	34.2	26.8
01:50:10	35.0	34.1	27.3
01:50:15	35.0	33.6	27.7
01:50:20	34.7	33.2	28.1
01:50:25	34.2	32.4	28.3
01:50:30	33.7	31.8	28.4
01:50:35	33.2	31.4	28.5
01:50:40	32.8	31.0	28.5
01:50:45	32.5	30.7	28.5
01:50:50	32.1	30.4	28.4
Amostra 26			
01:52:05	25.8	25.8	25.8
01:52:10	26.7	27.0	25.8
01:52:15	28.6	30.1	25.9
01:52:20	33.2	34.1	26.5
01:52:25	33.8	33.6	27.0
01:52:30	33.7	33.0	27.3
01:52:35	33.4	32.6	27.6
01:52:40	33.0	32.3	27.8
01:52:45	32.5	31.8	28.0
01:52:50	32.1	31.5	28.0
01:52:55	31.6	31.1	28.1
01:53:00	31.2	30.5	28.1
01:53:05	28.8	28.3	27.0

Amostra 27			
01:54:55	26.1	26.1	26.1
01:55:00	26.1	26.2	26.2
01:55:00	29.8	31.3	26.3
01:55:00	36.9	41.2	28.0
01:55:00	37.6	41.3	28.8
01:55:00	36.9	39.8	29.5
01:55:00	36.2	38.6	29.8
01:55:00	35.4	37.6	30.0
01:55:00	34.8	36.5	30.0
01:55:00	34.2	35.5	30.2
01:55:00	33.7	34.8	30.2
01:55:00	33.2	34.2	30.2
01:55:00	31.0	30.4	29.0
Amostra 29			
01:57:50	25.6	25.6	25.6
01:57:55	26.5	26.6	25.8
01:58:00	34.2	39.8	28.4
01:58:05	36.2	41.2	29.6
01:58:10	36.1	40.2	30.1
01:58:15	35.5	38.9	30.6
01:58:20	34.7	37.8	30.8
01:58:25	33.9	36.4	30.8
01:58:30	33.1	35.2	30.6
01:58:35	32.8	34.7	30.5
01:58:40	32.3	33.9	30.3
01:58:45	31.7	33.1	30.1
01:58:50	31.2	32.5	29.8
Amostra 30			
02:00:55	25.7	25.6	25.9
02:01:00	26.1	27.2	25.9
02:01:05	27.7	29.8	27.8
02:01:10	28.5	29.9	28.5
02:01:15	29.5	29.3	29.4
02:01:20	29.8	28.9	29.9
02:01:25	30.1	28.2	30.0
02:01:30	30.1	28.1	30.0
02:01:35	30.0	27.9	30.0
02:01:40	29.9	27.6	29.9
02:01:45	29.7	27.4	29.7
02:01:50	29.6	27.3	29.6
02:01:55	29.3	27.0	29.3
Amostra 31			
02:04:41	26.1	26.0	25.8
02:04:46	26.2	26.0	25.8
02:04:51	28.3	27.7	25.8

02:04:56	33.1	33.4	25.9
02:05:01	34.1	34.0	26.0
02:05:06	34.1	33.8	26.2
02:05:11	33.6	33.4	26.6
02:05:16	33.2	33.0	26.8
02:05:21	32.8	32.6	27.1
02:05:26	32.6	32.0	27.2
02:05:31	30.4	29.5	26.8
02:05:36	28.8	28.1	26.2
02:05:41	28.6	28.0	26.0
Amostra 32			
02:07:36	25.8	25.9	26.1
02:07:41	25.9	26.8	26.1
02:07:46	29.4	35.4	26.2
02:07:51	32.0	37.8	26.6
02:07:56	34.4	36.3	27.5
02:08:01	34.6	34.7	28.0
02:08:06	34.3	33.7	28.5
02:08:11	33.8	32.9	28.6
02:08:16	33.3	31.9	28.8
02:08:21	32.7	31.4	28.7
02:08:26	32.1	30.7	28.6
02:08:31	31.8	30.3	28.6
02:08:36	31.3	29.9	28.5
Amostra 33			
02:11:06	26.8	26.8	27.2
02:11:11	26.8	26.8	27.2
02:11:16	27.4	29.2	27.1
02:11:21	32.9	39.3	27.4
02:11:26	35.8	40.3	27.9
02:11:31	36.9	39.4	28.6
02:11:36	36.9	38.6	29.0
02:11:41	36.7	37.8	29.4
02:11:46	36.1	37.1	29.6
02:11:51	32.1	31.8	28.2
02:11:56	29.6	29.5	27.5
02:12:01	27.3	27.7	26.9
02:12:06	27.0	27.1	26.8
Amostra 35			
02:13:21	27.4	27.8	27.7
02:13:26	27.4	28.3	27.7
02:13:31	29.4	32.3	28.6
02:13:36	32.7	36.5	30.1
02:13:41	33.8	36.6	30.8
02:13:46	33.5	35.6	31.1

02:13:51	33.0	34.8	31.3
02:13:56	32.5	33.8	31.3
02:14:01	31.1	30.5	29.9
02:14:06	29.2	29.3	28.7
02:14:11	28.5	28.7	28.3
02:14:16	27.8	27.9	27.8
02:14:21	27.6	27.0	27.0

Quadro 2 – Valor da temperatura mensurada por termopares localizados nos terços cervical, médio e apical durante obturação termoplástica com a técnica Híbrida de Tagger durante tempo de 1 minuto.

*As temperaturas gravadas encontram-se em Graus Celsius.

APÊNDICE C

O quadro abaixo apresenta o valor da temperatura mensurada por termopares localizados nos terços cervical, médio e apical durante obturação termoplástica com o Sistema TC®, durante tempo de gravação de 1 minuto.

Sistema TC®	Cervical	Médio	Apical
Amostra 4			
01:45:00	26.2	26.5	26.3
01:45:05	26.1	26.5	26.3
01:45:10	26.6	26.7	26.5
01:45:15	27.3	28.4	27.3
01:45:20	27.6	28.7	27.7
01:45:25	27.5	28.4	27.6
01:45:30	27.3	28	27.5
01:45:35	27.1	27.9	27.4
01:45:40	27	27.5	27.3
01:45:45	26.8	27.4	27.1
01:45:50	26.6	27.2	27
01:45:55	26.6	27.2	26.9
01:46:00	26.2	26.6	26.5
Amostra 5			
01:52:15	26.1	26.1	25.8
01:52:20	26.2	26	25.8
01:52:25	26.9	26.2	25.9
01:52:30	27.2	27.3	27.9
01:52:35	27.3	27.8	28.6
01:52:40	27.2	27.8	28.6
01:52:45	27.1	27.7	28.4
01:52:50	26.9	27.6	28.2
01:52:55	26.9	27.5	27.9
01:53:00	26.8	27.5	27.7
01:53:05	26.7	27.6	27.7
01:53:10	26.3	26.8	26.8
01:53:15	25.9	26.4	26.2
Amostra 6			
00:32:26	30.0	30	30.0
00:32:31	34.2	33.9	32.9
00:32:36	34.2	33.9	32.8
00:32:41	34.1	33.8	32.6
00:32:46	34.1	33.8	32.5

00:32:51	34.1	33.8	32.5
00:32:56	34.2	33.8	32.5
00:33:01	34.3	33.8	32.6
00:33:06	34.4	33.9	32.7
00:33:11	34.4	34.1	32.8
00:33:16	34.3	34.2	32.9
00:33:21	34.1	34.2	33.6
00:33:26	34.3	34.1	33.4
Amostra 7			
00:37:48	25.4	25.6	25.5
00:37:53	25.8	26.0	26.0
00:37:58	26.7	28.8	28.0
00:38:03	27.5	30.3	29.7
00:38:08	27.8	30.2	29.8
00:38:13	27.9	30.0	29.6
00:38:18	28.0	29.8	29.4
00:38:23	28.0	29.5	29.1
00:38:28	28.0	29.2	28.9
00:38:33	27.8	28.6	28.6
00:38:38	27.6	28.4	28.1
00:38:43	27.2	27.6	27.6
00:38:48	26.9	27.2	27.2
Amostra 9			
00:43:03	29.9	30.9	30.6
00:43:08	29.8	30.8	30.4
00:43:13	30.1	31.3	30.8
00:43:18	30.2	30.8	30.6
00:43:23	30.9	31	30.8
00:43:28	30.4	30.3	30.2
00:43:33	29.1	29.1	29.2
00:43:38	29.2	29.1	29.1
00:43:43	30.5	30.3	30.6
00:43:48	30	31.4	31.4
00:43:53	29.7	31.1	30.8
00:43:58	30	31.1	30.6
00:44:03	31	31.4	31.2
Amostra 10			
00:49:52	31	31	31.4
00:49:57	31.1	31.8	31.9
00:50:02	32	32.3	31.7
00:50:07	31.3	31.6	31.5
00:50:12	30.7	31.1	31.1

00:50:17	30.5	30.7	30.7
00:50:22	30.5	30.7	30.6
00:50:27	31.1	31.3	31.3
00:50:32	30.9	31.1	31.2
00:50:37	30.9	30.9	30.8
00:50:42	30.5	30.5	30.7
00:50:47	30.2	29.9	30.2
00:50:52	30	30.4	31.6
Amostra 11			
00:53:22	25.4	25.4	25.6
00:53:27	25.3	25.3	25.4
00:53:32	25.3	25.3	25.3
00:53:37	25.2	25.2	25.3
00:53:42	25.2	25.3	25.3
00:53:47	25.2	25.2	25.3
00:53:52	25.3	25.6	26
00:53:57	26.5	27.1	27.4
00:54:02	28.8	29	28.5
00:54:07	29.7	30.1	30
00:54:12	29.9	30	29.6
00:54:17	30.8	31.1	30.4
00:54:22	31.2	31.3	31.2
Amostra 12			
00:56:13	31	31.1	31.2
00:56:18	31	31.2	31.3
00:56:23	31.2	31.2	31.3
00:56:28	31.1	31.2	31.3
00:56:33	31	31.1	31.3
00:56:38	31.1	31.2	31.4
00:56:43	31.1	31.2	31.4
00:56:48	31.1	31.3	31.4
00:56:53	31.1	31.3	31.4
00:56:58	31	31.2	31.4
00:57:03	30.9	31.1	31.3
00:57:08	31	31.2	31.3
00:57:13	31.1	31.2	31.4
Amostra 13			
01:00:58	29.2	30.5	30.8
01:01:03	29.8	31	31
01:01:08	29.9	31	31
01:01:13	29.7	30.8	30.6
01:01:18	29.7	30.8	30.7

01:01:23	30.1	32.6	33
01:01:28	29.7	31.3	32.5
01:01:33	29.4	31	31.6
01:01:38	29.8	31.2	31.4
01:01:43	30.4	31.2	31.3
01:01:48	30.3	31.2	31.3
01:01:53	32.4	33.2	32.2
01:01:58	32.8	33.4	33.3
Amostra 14			
01:06:43	27.1	27.7	27.9
01:06:48	27.8	28.8	30.3
01:06:53	27.7	28.9	30.4
01:06:58	27.8	28.7	29.7
01:07:03	27.7	28.5	28.8
01:07:08	28.4	29.6	31.7
01:07:13	28.1	29.5	31.2
01:07:18	28	29.1	30.2
01:07:23	28.1	29	29.8
01:07:28	28.1	28.9	29.2
01:07:33	27.9	28.7	28.7
01:07:38	27.5	28.1	28.5
01:07:43	27.3	27.9	28
01:07:38	27.5	28.1	28.5
Amostra 15			
01:12:03	26.2	26.3	26.2
01:12:08	26.2	26.3	26.2
01:12:13	26.3	26.3	26.2
01:12:18	26.2	26.3	26.2
01:12:23	26.3	26.3	26.2
01:12:28	26.3	26.3	26.3
01:12:33	26.2	26.3	26.2
01:12:38	26.2	26.3	26.2
01:12:43	26.2	26.3	26.2
01:12:48	26.3	26.3	26.3
01:12:53	26.2	26.3	26.2
01:12:58	26.3	26.2	26.2
01:13:03	26.3	26.3	26.3
Amostra 16			
01:15:18	26.6	26.6	26.5
01:15:23	26.6	26.6	26.5
01:15:28	26.6	26.5	26.4
01:15:33	26.6	26.5	26.4

01:15:38	26.6	26.5	26.4
01:15:43	26.5	26.5	26.4
01:15:48	26.6	26.5	26.4
01:15:53	26.6	26.5	26.4
01:15:58	26.4	26.4	26.4
01:16:03	26.8	26.4	26.3
01:16:08	26.9	26.5	26.3
01:16:13	27	26.4	26.4
01:16:18	27	26.3	26.3
Amostra 18			
01:20:08	26.2	26.2	26.1
01:20:13	26.8	26.2	26.1
01:20:18	26.8	26.3	26.2
01:20:23	26.9	26.3	26.2
01:20:28	26.8	26.2	26.1
01:20:33	26.9	26.3	26.2
01:20:38	26.8	26.2	26.2
01:20:43	26.8	26.2	26.1
01:20:48	26.8	26.2	26.1
01:20:53	26.8	26.3	26.2
01:20:58	26.9	26.3	26.2
01:21:03	26.8	26.4	26.3
01:21:08	26.9	26.4	26.2
Amostra 19			
01:23:43	26.7	26.2	26.2
01:23:49	26.7	26.3	26.2
01:23:54	26.6	26.2	26.2
01:23:59	26.2	28.6	26.8
01:24:04	26.9	28.4	29.7
01:24:09	28.6	30.2	30.3
01:24:14	29.2	30.6	30.7
01:24:19	27.6	28.7	29
01:24:24	32.3	32.5	32.3
01:24:29	32.6	32.6	32.5
01:24:34	30.2	30.6	31.2
01:24:39	28.5	28.9	29.7
01:24:44	28.1	28.5	29.2
Amostra 21			
01:28:24	26.0	26.0	26.0
01:28:29	27.1	26.7	26.8
01:28:34	27.1	26.7	26.8
01:28:39	27	26.7	26.7

01:28:44	26.9	26.6	26.7
01:28:49	26.8	26.6	26.6
01:28:54	26.8	26.6	26.6
01:28:59	26.7	26.5	26.6
01:29:04	26.6	26.5	26.5
01:29:09	26.6	26.5	26.5
01:29:14	26.6	26.5	26.5
01:29:19	26.5	26.4	26.5
01:29:24	26.5	26.4	26.4

Quadro 3 – Valor da temperatura mensurada por termopares localizados nos terços cervical, médio e apical durante obturação termoplástica com Sistema TC®, durante tempo de 1 minuto.

*As temperaturas gravadas encontram-se em Graus Celsius.

ANEXO A


PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP
DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA NA SUPERFÍCIE RADICULAR EXTERNA EM DIFERENTES TÉCNICAS DE OBTURAÇÃO

Pesquisador: DANIELE ZAFALON BERALDO

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 36405614.4.0000.0021

Instituição Proponente: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio
FUND. DE APOIO E DE DESENV. DO ENSINO, CIENCIA E TECN. DO ESTADO DO MS

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 855.606

Data da Relatoria: 02/11/2014

Apresentação do Projeto:

Com o advento das técnicas de obturação do canal radicular com guta-percha termoplastificada e associada a temperaturas elevadas, existe uma

preocupação sobre os danos nas estruturas através de transferência de calor. Nesse contexto, instrumentos otatórios colocados no interior do canal radicular durante a compactação termomecânica de guta-percha podem causar um aumento de temperatura na superfície externa da raiz, podendo levar a mudanças histológicas no periodonto. O trabalho visa medir a alteração de temperatura da superfície externa de canais radiculares causados pelas obturações termoplásticas, sendo essas, técnica de onda de condensação utilizando fonte de calor System B, técnica híbrida de Tagger e o

Sistema TC. Na metodologia, serão selecionados 60 dentes pré-molares inferiores humanos unirradiculares, os dentes serão distribuídos aleatoriamente em 3 grupos de 20 espécimes, sendo o Grupo 1: Sistema TC, Grupo 2: Técnica de onda de condensação utilizando fonte de calor System B e Grupo 3: Técnica Híbrida de agger. A mensuração de temperatura será feita através de câmera termográfica. Espera-se encontrar aumento de temperatura nos três tipos de obturação termoplástica, porém um menor aumento de temperatura na obturação com o sistema TC, devido

Endereço: Pró Reitoria de Pesquisa e Pós Graduação/UFMS
Bairro: Caixa Postal 549 **CEP:** 79.070-110
UF: MS **Município:** CAMPO GRANDE
Telefone: (67)3345-7187 **Fax:** (67)3345-7187 **E-mail:** bioetica@propp.ufms.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DO
MATO GROSSO DO SUL -
UFMS



Continuação do Parecer: 855.606

ao menor tempo de atrito proporcionado dentro do canal.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Mensurar in vitro a temperatura da superfície externa de canais radiculares em dentes humanos pré-molares inferiores durante a etapa de obturação.

Objetivo Secundário:

Comparar as variações de temperatura nas diferentes técnicas de obturação termoplásticas (técnica de onda de condensação utilizando fonte de calor Touch'n Heat, técnica híbrida de Tagger e o Sistema TC) e verificar qual é a técnica que apresenta menor variação.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Segundo a pesquisadora, não há riscos previstos, por se tratar de pesquisa laboratorial.

Benefícios:

Avanço científico na área de endodontia.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto apresenta relevância técnica e ao curso de pós-graduação em odontologia, em nível de mestrado. Os efeitos nocivos do calor sobre a dentina e polpa em dentes vitais, durante procedimentos restauradores, são bem conhecidos aos dentistas, e medidas cautelosas são rotineiramente aplicadas na prática clínica.

Inversamente, os profissionais são menos atentos para o potencial dano de transmissão de calor à dentina radicular, ligamento periodontal, ou ao apoio ósseo em dentes que serão tratados endodonticamente.

Espera-se encontrar aumento de temperatura nos três tipos de obturação termoplástica. Porém um menor aumento de temperatura na obturação com o sistema TC, devido ao menor tempo de atrito proporcionado dentro do canal.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresenta Termo de Doação de Dentes Permanentes do Tipo Pré-molares Inferiores (60) à pesquisadora vinculada a Faculdade de Odontologia, provenientes da Clínica Volte a Sorrir. Apresenta Declaração de Uso de Material Biológico e Dados Coletados. Há dispensa de TCLE por se tratar de pesquisa laboratorial IN VITRO. Apresenta orçamento Financeiro da pesquisa.

Endereço: Pró Reitoria de Pesquisa e Pós Graduação/UFMS
Bairro: Caixa Postal 549 CEP: 79.070-110
UF: MS Município: CAMPO GRANDE
Telefone: (87)3345-7187 Fax: (87)3345-7187 E-mail: bioetica@propp.ufms.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DO
MATO GROSSO DO SUL -
UFMS



Continuação do Parecer: 855.606

Recomendações:

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Nada a declarar.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

CAMPO GRANDE, 03 de Novembro de 2014

Assinado por:
Edilson dos Reis
(Coordenador)

Endereço: Pró Reitoria de Pesquisa e Pós Graduação/UFMS
Bairro: Caixa Postal 549 **CEP:** 79.070-110
UF: MS **Município:** CAMPO GRANDE
Telefone: (67)3345-7187 **Fax:** (67)3345-7187 **E-mail:** bioetica@propp.ufms.br

