

SIMONIDES CONSANI  
Cirurgião Dentista

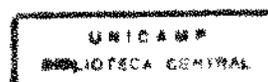
INSTRUMENTOS CORTANTES ROTATÓRIOS

"Estudo das variações térmicas ocorridas na câmara pulpar, durante o corte dos tecidos duros dos dentes".

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade de Campinas, para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (Dentística Operatória).

PIRACICABA

1968



À memória de meu pai,

À minha mãe e irmãos,

À Selma.

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. PLÍNIO ALVES DE MORAES, Diretor desta Faculdade, pelo apoio e estímulo e, principalmente, pela participação humana a todos quantos desta Casa, temos a honra de participar.

Ao Prof. Dr. CARLOS HENRIQUE ROBERTSON LIBERALLI, Ex-Diretor desta Casa de Ensino, a cuja visão e norteamento, deve a Faculdade suas realizações no campo do ensino e da pesquisa.

Ao Prof. Dr. DALTON BELMUEDES DE TOLEDO, Livre-Docente da Cadeira de Dentística Operatória, patenteamos nosso reconhecimento pelo estímulo, cooperação cultural e confiança depositada.

Ao Prof. Dr. LUIZ ANTONIO RUHNKE, responsável pela Cadeira de Materiais Dentários desta Faculdade, nosso orientador idealista que, coadjuvando sua capacidade cultural ao calor de sua amizade, incentivou-nos nesse trabalho, removendo as dificuldades surgidas.

Aos componentes da Cadeira de Física e Meteorologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, e muito particularmente - aos:

Prof.Dr.ADMAR CERVELINI, Cate-- drático, e

Prof.Dr.AFONSO DECICO, Assisten te, pela inestimável orientação científica e colaboração técnica recebidas.

Ao Dr. ROBERTO SIMIONATO DE MORAES, Assistente da Cadeira de Matemática e Estatística - da Escola Superior de Agricul tura "Luiz de Queiroz", pelos cálculos estatísticos efetua- dos.

Aos colegas da Cadeira, Profes sôres Assistentes Drs. WILSON A MÂNCIO MARCHI, RAUL SARTINI FI- LHO, HILTON DUPART NASCIMENTO e ao Instrutor JOSÉ DO CARMO BAT- TISTUZZO.

Ao Técnico de Laboratório SIDNEY BARBOSA DE SOUZA.

Aos senhores IVES ANTONIO CORAZ- ZA e SEBASTIÃO RODRIGUES DE BAR- ROS,

o nosso reconhecimento

## Í N D I C E

1 - INTRODUÇÃO .....	Pag. 7
2 - REVISTA BIBLIOGRÁFICA .....	Pag. 9
3 - PROPOSIÇÃO .....	Pag. 37
4 - MATERIAIS - APARELHOS E INSTRUMENTAIS .....	Pag. 38
5 - MÉTODO .....	Pag. 39
6 - RESULTADOS OBTIDOS .....	Pag. 43
7 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	Pag. 56
8 - CONCLUSÃO .....	Pag. 62
9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	Pag. 63
10 - APÊNDICE .....	Pag. 70

\*

\* \*

## 1 - INTRODUÇÃO

A idéia da realização do presente trabalho ocorreu-nos durante a prática clínica, quando verificamos que as brocas usadas na chamada ultra-alta velocidade de rotação, isto é, de 60.000 a 300.000 rpm, KILPATRICK (20) — apresentavam variações de graus de eficiência de corte e de longevidade de uso.

Tal diversidade decorreria, certamente, de dois complexos fatores principais: das características do instrumento cortante rotatório usado — as brocas e as pedras — montadas — em função de seu material, de sua forma e dos detalhes de sua manufatura, bem como das características — dos dentes cortados, ou seja, em última análise, de seu grau de dureza.

Enquanto ponderávamos sobre o assunto, ocorreu-nos também a idéia de que poderia talvez ser verificado se aquelas variações não estariam correlacionadas, a mais, com as temperaturas que as peças atingem, durante a operação de desgaste dentário.

Mas, para analisarmos a questão por êsse ângulo, — teríamos necessidade de determinar, de forma acurada, tais temperaturas, o que, por si só, já seria um problema cujas dificuldades não poderíamos subestimar.

Compulsando a bibliografia que conseguimos encontrar a respeito dessa última questão, fomos verificando que existem discrepâncias ponderáveis entre os dados quantitativos expostos pelos diversos autores, em relação aos graus de temperatura ocasionados pela rotação das brocas, durante o corte dos tecidos duros dos dentes.

Decidimos fixarmo-nos nesse ponto, que se nos afigurou apresentar interêsse tanto teórico como clínico, abrangendo inclusive uma das mais importantes premissas da O dontologia Moderna — o confôrto do paciente, pela estreita

correlação que existe entre o dado objetivo, o calor, e aquele crucial dado subjetivo, que é a dor.

Tal tema, a par de fornecer umas das variáveis para um possível equacionamento ulterior do primeiro problema acima citado, qual seja, o da eficiência e durabilidade das brocas e pedras montadas, colocar-nos-ia, bem assim, em campo contíguo ao de uma pesquisa recentemente levada a efeito na mesma Cadeira de Dentística Operatória desta Faculdade, NASCIMENTO (26), trabalho êsse em que foram utilizados pares termoeletricos para avaliação de diferentes temperaturas, visando a obtenção de coeficientes de condutibilidade térmica do cimento de Fosfato de Zinco. Essa conexão - entre pesquisas poderá acarretar, futuramente, eventuais - trabalhos em conjunto, no importante setor de Calorimetria aplicada à Odontologia.

Tais perspectivas, portanto, também contribuíram para a decisão de desenvolvermos a tese ora aqui exposta.

\*

\* \*

## 2 - REVISTA BIBLIOGRÁFICA

Da bibliografia por nós compulsada, interessaram-nos aquêles trabalhos que diziam respeito ao grau de calor que chegava até a câmara pulpar, calor êste produzido pelo atrito da broca com a estrutura dental. Não cogitamos diretamente, por escapar ao âmbito de nossa tese, do estudo do problema, aliás de alta importância, das alterações pulpares que o mesmo pudesse produzir.

BRONNER, em 1932 (6), colocou um par termoelétrico na câmara pulpar de dentes recém-extraídos, para verificar o grau de calor produzido durante o desgaste do esmalte e da dentina. Encontrou um aumento de  $10^{\circ}\text{C}$  na temperatura da câmara pulpar, quando desgastou o esmalte, usando broca de aço por 45 segundos, em moderada pressão, sem que a dentina fôsse exposta.

Nas mesmas condições, desgastou a periferia da dentina com um disco de carborundum de  $5/8$  de polegada (1,59 cm), e verificou que o aumento de temperatura foi de  $15^{\circ}\text{C}$ .

JESERICH (18), no ano de 1935, também usou um par termoelétrico, colocado na câmara pulpar através de uma abertura, e cimentado no local. Diferentes tipos de preparo foram feitos com brocas, pedras e discos, 10 a 15 minutos após a extração dos dentes.

Chega êsse autor à conclusão de que a grande variação nas trocas de temperatura depende de muitos fatores atuantes durante o preparo cavitário, de modo que o aumento de temperatura pode variar de  $1^{\circ}$  até  $25^{\circ}\text{C}$ . Acrescenta, aliás, que a técnica ideal para se conseguir a mínima variação térmica no esmalte, dentina e polpa, pode ser resumida como segue:

1 - uso de brocas e pedras tão pequenas e afiadas quanto possível;

2 - velocidades de rotação variando de 1.500 a 2.000 rpm;

3 - pressão de corte de 1/2 libra (227 g) até 4 libras (1.840 g), no máximo, atuando numa mesma direção e sentido de corte, e

4 - uso de campo misto, ou molhado.

WILLIS & WORNER, em 1940 (49), também empregaram um par termoeletrico colocado no interior de dentes recém-extraídos. Usando pressão intermitente, cortando por 5 segundos e parando por 2 segundos, êles encontraram temperaturas até 70°C na câmara pulpar dos dentes anteriores.

Observaram, além disso, que maior calor era gerado quando se desgastava esmalte do que dentina. Porém, os autôres justificam que maior calor foi registrado na câmara pulpar quando se desgastava dentina, pela proximidade deste tecido com a câmara pulpar.

A relativamente baixa condutibilidade térmica da dentina explica o fato de que, tendo a temperatura da broca atingido cêrca de 250°C, indicada pela coloração de revenido, a temperatura da câmara pulpar não tenha ultrapassado - valores de 50 a 60°C. É de se notar que o par termoeletrico estava situado aproximadamente a 2 mm dessa câmara.

THOMAS (41), em 1941, fez experimentos empregando brocas resfriadas por meio de dióxido de carbono, e brocas à temperatura normal, com o fito de verificar o quanto a broca resfriada reduzia a temperatura da área entre a dentina e o instrumento cortante, durante o preparo. O par termoeletrico foi colocado sucessivamente em quatro dentes vivos. A área em volta do par termoeletrico foi cortada com ambas as brocas, com velocidade de 1.200 rpm.

Verificou êsse autor, que os aumentos de tempera-

tura alcançados com o uso da broca gelada foi da ordem de  $10^{\circ}$  a  $23,1^{\circ}\text{F}$  ( $5,5^{\circ}$  a  $12,8^{\circ}\text{C}$ ), abaixo daquela operada pela broca não gelada.

HENSCHEL (13), em 1941, afirma que aumentos de temperaturas, durante o uso moderado de broca, não são limitadas a diferenças de  $5^{\circ}$  a  $10^{\circ}\text{F}$  ( $2,8^{\circ}$  a  $5,5^{\circ}\text{C}$ ), mas atingem valores desde  $10^{\circ}\text{F}$  ( $5,5^{\circ}\text{C}$ ) até algumas centenas de graus, variando com técnicas operatórias individuais.

Então, a estabilização de temperatura, durante o uso de instrumentos cortantes rotatórios para preparo de cavidade, é mais facilmente conseguida pelo emprego de um fluxo contínuo de água a  $100^{\circ}\text{F}$  ( $37,8^{\circ}\text{C}$ ), batendo nas lâminas cortantes das brocas, ou nas pedras montadas. Um fluxo de 8 a  $16\text{ cm}^3/\text{minuto}$  é necessário; somente uma pedra ou broca molhada não é suficiente.

ANDERSON & VAN PRAAGH (1), em 1942, realizaram experimentos, usando dentes molares, não cariados, extraídos recentemente e conservados em formalina, e providos de um par termoelétrico, colocado na câmara pulpar através de um orifício próximo da junção amelodentinária.

Cortes verticais foram feitos na coroa do dente, com broca fissurada nº 5, a 3.000 rpm e pressão manual, ou colocando-se pesos conhecidos numa placa de metal adaptada à peça de mão.

Verificaram êsses autores que, com pressão de 1.200 g, um aumento de  $15^{\circ}\text{F}$  ( $8,3^{\circ}\text{C}$ ) foi obtido após cerca de 12 segundos de desgaste e, com 800 g de pressão, após 16 segundos. Aumentos similares foram encontrados quando o desgaste foi intermitente.

Sobre a correlação entre os valores obtidos em ensaios e os valores reais da clínica, dizem êsses autores:

— "Embora a condição experimental difira, às vezes, das obtidas na prática, é razoável supor-se que altas tempe

raturas são também produzidas localmente na polpa durante o preparo de cavidades".

Novamente HENSCHER, em 1943 (14), relata um experimento, agora aplicando um fluxo de água com temperatura conhecida, à taxa de  $8 \text{ cm}^3/\text{minuto}$ . Medindo a temperatura dessa água após ela ter passado pela área de corte, efetuando a refrigeração, achou que o máximo de aumento de temperatura foi de  $14^\circ\text{F}$  ( $7,8^\circ\text{C}$ ), durante a operação normal com instrumentos cortantes largos. Acrescenta o autor que tal resultado está dentro da "zona de temperatura tolerável" e não deve traumatizar o tecido pulpar. Nesta pesquisa foram empregadas pressões de 2 a 4 libras (910 a 1.820 g) e velocidade de 2.000 rpm, com broca de aço nº 558, em dentes recém-extraídos.

No ano seguinte, HENSCHER (15) deixou de lado a técnica de introduzir o par termoeletrico no interior da câmara pulpar, explicando que o esmalte e a dentina são isolantes térmicos, propriedade esta que dificulta a penetração do calor friccional no dente, e que essa capacidade isoladora varia largamente de acordo com a espessura da dentina em contacto com a broca. Além disso, teria de ser computado o calor dissipado através da pequena superfície da dentina exposta.

Emprega então uma fórmula para avaliar o aumento de temperatura dos instrumentos rotatórios na superfície da dentina:

$$\text{calorias por seg.} \times \frac{1.000}{0,5 \times \text{área de dentina em mm}} \cdot \frac{\text{calor espec. da dentina}}{\text{da dentina}} = \frac{\text{aumento estimado em } ^\circ\text{C}}{\text{em } ^\circ\text{C}}$$

Sob esta condição experimental, o aumento de temperatura pode ser considerado de  $270^\circ\text{F}$  ( $150^\circ\text{C}$ ), na área de trabalho, com o uso de uma broca de aço nº 558, refrigerada

a água.

Já em 1947, e usando a técnica do par termoelétrico introduzido no interior de um dente sêco extraído, BARRY (4), promovendo um desgaste intermitente com 30 segundos de intervalo, notou um aumento de 20°F (11,1°C) no desgaste de superfícies cariadas. Entretanto, trabalhando com dentes de estruturas sadias, e usando brocas esféricas pequenas, encontrou aumentos de temperatura atingindo até 100°F (55,5°C). Nas mesmas condições, uma broca nova, grande, do tipo cone invertido, resultou num aumento máximo de 134°F (74,5°C), ao passo que quando uma de tipo cone invertido do mesmo tamanho, mas já gasta, foi usada, ocorreu um máximo de temperatura de 148°F (82,1°C).

Conclui BARRY que "o afiamento e o tamanho do instrumento são fatores na produção de calor", e que "o dente se aquece mais vagarosamente que a broca".

Para WALSH, em 1949 (47), que fez estudos usando também um par termoelétrico colocado na câmara pulpar, e desgastando somente o esmalte com velocidade de 3.000 a 6.000 rpm, são os seguintes os fatores que controlam o aumento de temperatura na polpa:

- 1 - velocidade do instrumento;
- 2 - duração do corte e pressão aplicada pelo operador;
- 3 - características da broca, afiamento e diferentes formas de lâmina;
- 4 - relação entre proporção de produção de calor e proporção de refrigeração;
- 5 - proximidade do instrumento cortante em relação à polpa, e
- 6 - campo de trabalho sêco ou molhado.

Para LIZANTI & ZANDER, em 1950 (22), o número de

calorias produzidas depende de muitos fatores, como a natureza do instrumento cortante, a velocidade e a pressão usadas, a área superficial desgastada, e o tempo de contacto com a superfície, assim como influem, também, a presença ou não de refrigeração, a temperatura do ar circunvizinho e a distância do tecido pulpar ao instrumento cortante.

PEYTON & VAUGHN (32), em 1950, usaram dentes molares e pré-molares, nos quais colocaram pares termoelétricos de cromo alumínio, tão próximo quanto possível da junção amelodentinária.

Demonstraram que aumentos de temperatura tais que  $140^{\circ}\text{F}$  ( $77,8^{\circ}\text{C}$ ) podem ocorrer na estrutura dentária, a uma distância de 0,5 mm do instrumento cortante, quando foram usadas brocas de aço de tamanho médio, operando a 4.000 rpm, com pressão de 2,5 libras (1.135 g), aplicadas no corte do tecido dental.

Usaram campo sêco para os desgastes dos dentes, demonstrando que baixas velocidades, brocas de tamanho pequeno e baixa pressão aplicada ao corte contribuem para tornar menores os aumentos de temperatura.

Os valores obtidos indicam que maiores aumentos de temperatura ocorrem quando o esmalte é cortado do que quando se opera sobre a dentina, e que a variação térmica observada também depende da espessura da dentina entre a superfície de corte e o ponto de medida (par termoelétrico), assim como é função do instrumento cortante rotatório empregado.

VAUGHN & PEYTON, em 1951 (43), colocaram um par termoelétrico em dentes molares sem cárie, num orifício na junção amelodentinária. As temperaturas desenvolvidas durante o desgaste foram anotadas, com tempos de 5, 10, 20 e 30 segundos de cortes efetuados verticalmente às superfícies oclusais, a várias distâncias do par termoelétrico, com pres

sões de 2 1/2 libras (1.135 g), usando-se broca de aço nº 557, a 3.400 rpm.

Próximo da fonte de calor, verifica-se um incremento térmico logo que a operação se inicia, atingindo a temperatura cêrca de 80°F (26,6°C) no fim do tempo de corte de 10 segundos. Todos os aumentos de temperatura foram medidos a partir da temperatura ambiente.

O efeito do tamanho da broca no aumento de temperatura, durante o corte, também foi estudado, observando-se que o aumento de temperatura da broca nº 557 é menor do que aquêle relativo à nº 559, verificando-se, além disso, que um aumento pronunciado de temperatura é observado com o aumento de velocidade acima dos 1.000 a 10.000 rpm usados, e que a broca que opera mais eficientemente também causa um maior aumento de temperatura.

Conclui também que a temperatura desenvolvida pela broca nº 557, de carboneto de tungstênio, é menor que a causada pela sua similar de aço, sob as mesmas condições de velocidade e pressão.

No ano seguinte, LIZANTI & ZANDER (23) prepararam cavidades de classe V em dentes de cão, colocando uma fonte de calor conhecida na parede pulpar da cavidade. A medida da temperatura era realizada por um par termoelétrico colocado na polpa, inserido num orifício executado na face oposta ao preparo.

Aplicaram a fonte de calor com temperaturas conhecidas, da ordem de 125°F (51,6°C), 150°F (79°C), 200°F (93,5°C), 300°F (158°C) e 600°F (316°C), e após determinados intervalos de tempo executaram cortes histológicos, comparando as alterações produzidas na polpa em função do calor aplicado.

No mesmo ano, PEYTON & HENRY (30), ainda usando o par termoelétrico na junção amelodentinária, anotaram a tem

peratura quando o corte estava próximo do referido par, relacionando o aumento de temperatura com a temperatura inicial.

Neste estudo, usaram o processo de cortes intermitentes, com 2 segundos de desgaste por um segundo de descanso, empregando brocas nº 557 de carboneto de tungstênio e brocas nº 701 diamantadas, com velocidade de 11.000 rpm e refrigerada à água, concluindo que:

"A água é mais eficiente refrigerador que o ar, e quando empregada não permite um aumento excessivo de temperatura, mesmo quando velocidades da ordem de 11.000 rpm e uma força de aproximadamente 1,5 libras (680 g) de pressão são empregadas".

Os resultados obtidos foram:

Broca nº 557 (carboneto de tungstênio)

12°F (6,7°C), com 1 libra (454 g) de pressão.

15°F (8,4°C), com 1/2 libra (227 g) de pressão.

Broca nº 701 (diamantada)

9°F (5°C), com 1 libra (454 g) de pressão.

11°F (6,1°C), com 1/2 libra (227 g) de pressão.

Ainda em 1952, PEYTON (27), usando um par termoe-létrico na junção amelodentinária, desgastou dentes extraídos até a exposição do referido par, empregando uma velocidade de 3.400 rpm. Foram empregadas brocas de aço dos tipos cone invertido, esférica e fissurada, de diferentes tamanhos.

As brocas foram tôdas de um mesmo fabricante, trabalhando sem refrigeração, em processo de corte intermitente de 2 segundos de ação por 1 segundo de descanso, e pressão de 1 1/2 libra (682 g) a 2 1/2 libras (1,135 g).

Os resultados obtidos indicam que a temperatura aumenta de 60°F (33,4°C) a 100°F (55,5°C), para o corte no esmalte e aproximadamente de 25°F (13,9°C) a 45°F (25°C), na dentina. Nas mesmas condições, o aumento de rotação de 2.000 para 11.000 rpm e da pressão de 1/2 para 2 libras (227 a 908 g) acarretam aumento de temperatura. Salienta -

ainda o autor que, a 6.000 rpm, a temperatura não é excessiva, quando baixa pressão é empregada, mesmo sem refrigeração.

Numa mesma condição de trabalho, a broca de carbono de tungstênio aquece menos que a broca de aço do mesmo tipo e tamanho, e a diamantada menos que as duas. Além disso, PEYTON conclui que a refrigeração com sistema ar/água ("spray") mostrou-se mais eficiente que o ar somente.

HUDSON & SWEENEY, em 1954 (17), empregaram um aparelho que apresentava uma broca com um fio de constantan nº 36, de 0,005 polegada de diâmetro, soldado entre duas lâminas da ponta ativa. O esmalte e a dentina de dentes humanos foram cortados, estando os dentes seguros pela mão, com pressão suficiente para ativar o corte. Quando somente dentina foi cortada, a temperatura variou de 150°F (65,6°C), com 2.000 rpm, até 275°F (135°C) a 7.500 rpm. Quando a broca foi movida lateralmente para cortar esmalte e dentina, como é feito na extensão de um preparo de cavidade, uma temperatura mais alta, de 350°F (171,5°C), foi observada.

A quantidade de calor transferido da broca para o dente diminui quando as velocidades estão acima de 12.000 rpm, desde que os tempos de corte, nessas velocidades, sejam reduzidos, e a temperatura da broca permaneça substancialmente constante, o que determina uma menor porção de calor que possa alterar as estruturas vitais.

Ainda em 1954, PEYTON & HENRY (31) mediram o aumento de temperatura quando esmalte e dentina foram cortados, com dois diferentes tipos de brocas de aço nº 37 e 557, com 2 libras (910 g) de pressão aplicada à peça de mão, e a uma velocidade de 5.000 rpm. Cortes intermitentes foram usados, e o aumento de temperatura foi registrado por meio de um par termoelétrico inserido no dente. Nenhuma refrigeração foi usada, e quando o incremento de temperatura se apro

ximou de 100°F (55,5°C), foi observado que havia uma íntima aproximação entre a broca e a polpa. Observou-se ainda que a temperatura aumentou com o aumento de pressão, numa mesma rotação, e aumentou, também, conservada constante a pressão com o aumento da rotação.

Quando a água e o ar são usados, nas mesmas condições experimentais, em velocidades de 10.000 rpm, não se verificam excessivas temperaturas no dente.

A seguinte tabela resume os resultados obtidos para os incrementos de temperatura com 1 libra (454 g) de pressão:

Broca nº 557 (carboneto de tungstênio)

2.000 rpm - 32°F (17,8°C) 10.000 rpm - 80°F (44,5°C)s/ refr.  
2.000 rpm - 12°F (6,8°C) 10.000 rpm - 23°F (12,8°C)refr/ar.  
2.000 rpm - 4°F (2,2°C) 10.000 rpm - 11°F (6,1°C)re/água

Broca nº 557 (diamantada)

2.000 rpm - 21°F (11,7°C) 10.000 rpm - 52°F (28,9°C)s/refr.  
2.000 rpm - 9°F (5°C) 10.000 rpm - 24°F (13,3°C)refr/ar  
2.000 rpm - 2°F (1,1°C) 10.000 rpm - 9°F (5°C)re/água

No ano de 1955, PEYTON (28) determinou as variações de temperatura em dentes, quando brocas de aço, de carboneto de tungstênio e pedras diamantadas, de similares dimensões eram usadas entre 10.000 a 30.000 rpm, empregando também êsse autor a técnica do par termoelétrico inserido na junção amelodentinária. O tecido foi desgastado por cortes intermitentes de 2 segundos de ação por 1 segundo de descanso, até onde o par termoelétrico estava localizado, - considerando-se então a temperatura no instante em que o par termoelétrico foi exposto.

Quando 1/2 libra (227 g) de pressão foi usada, a 30.000 rpm, com broca tipo cone invertido nº 37, de aço, o aumento de temperatura foi de aproximadamente 15°F (8,3°C), com refrigeração ar/água. Com uma libra (454 g) de pressão, nas mesmas condições, o acréscimo de temperatura registrado

foi de cêrca de 20°F (11,1°C).

Sem refrigeração, o aumento foi de 180°F (100°C).

Nas brocas de carboneto de tungstênio, com 1/2 libra (227 g) de pressão, nas mesmas condições, o aumento de temperatura foi igual ao observado com as brocas de aço, isto é, 15°F (8,3°C). Sem refrigeração, o aumento foi menor que o verificado com as brocas de aço, atingindo êsse incremento 110°F (61,1°C). Com uma libra (454 g) de pressão, a diversidade entre a produção de calor com corte refrigerado e não refrigerado foi marcante, sendo de 180°F (100°C) sem refrigeração, e só 15°F (8,3°C) quando se usava refrigeração.

Nas brocas diamantadas, com 1/2 libra (227 g) de pressão, tanto com refrigeração como sem ela, o aumento equiparou-se aos observados com as brocas similares de aço e de carboneto de tungstênio. Já com uma libra (454 g) de pressão, o aumento de temperatura foi levemente maior, atingindo cêrca de 20°F (11,1°C) com refrigeração ar/água.

Em 1957, HARTLEY (11) preparou cavidades de classe I em pré-molares e molares, e cavidades de classe V em incisivos, pré-molares e molares, empregando dentes recém-extraídos. Tôdas as preparações foram padronizadas para cada tipo de preparo, e procedidas pelo mesmo operador, usando 12.000 rpm e refrigeração com ar/água.

A média do tempo empregado para o preparo correspondeu a:

CLASSE I - 1,6 minutos (pré-molares) e 3,5 minutos (molares)  
CLASSE V - 1,7 minutos (pré-molares); 2,5 minutos (molares)  
e 1,7 minutos (incisivos).

Nesses experimentos, o aumento de temperatura foi medido estando o dente na temperatura ambiente, e a pressão de corte foi aquela pressão manual considerada como clinicamente usual para o desgaste do dente.

Os resultados obtidos foram, em média:

CLASSE I - 6,3°C (pré-molares) e 6,6°C (molares)  
CLASSE V - 3,9°C (pré-molares); 4,7°C (molares) e 10°C (incisivos).

MARSLAND & SHOVELTON (24), num trabalho publicado em 1957, relatam o resultado das investigações de vários autôres como WILLIS & WORNER (1940), ANDERSON & VAN PRAAGH (1951), VAUGHN & PEYTON (1951), PEYTON & HENRY (1954), PEYTON (1955), dos quais fixam as seguintes observações:

1 - o aumento de temperatura do dente acentua-se com o aumento de velocidade no preparo cavitário;

2 - a uma velocidade constante, o aumento de temperatura varia com a pressão exercida na broca;

3 - brocas afiadas geram menor calor que as brocas embotadas;

4 - a uma mesma velocidade e pressão, as brocas de carboneto de tungstênio produzem menos calor que as brocas de aço e são mais eficientes para cortar esmalte;

5 - quando não se usa refrigeração, aumentos de temperatura de 100°F (55,5°C) no dente podem ser realmente produzidos, sendo que alguns investigadores acharam que o aumento máximo foi alcançado entre 10 a 15 segundos após o início do desgaste;

6 - cortes intermitentes produzem aumentos de temperatura quase tão grandes como o corte contínuo;

7 - a refrigeração usada reduz o aumento de temperatura na polpa, e

8 - a água mostrou-se mais eficiente que o ar, e limitou o aumento de temperatura a 10°F (5,5°C), numa velocidade de 10.000 rpm.

Em 1957, CRAWFORD (8) preparou coroas do tipo - três quartos, em caninos superiores, introduzindo um par termoelétrico na câmara pulpar, através de um orifício feito na face vestibular de dentes vivos. Aproximadamente - 12.000 rpm foram usadas, sendo que porção distal do dente foi cortada sem refrigeração, e a mesial com "spray Hanau".

A proximal distal foi cortada com um disco diamantado de 7/8 de polegada (2,22 cm), e o aumento de temperatura foi aproximadamente de 16°F (8,9°C). A metade distal da face lingual foi reduzida com pedra montada diamantada, em forma de roda, de 3/8 de polegadas (0,95 cm), usando considerável pressão, e durante êste corte houve um aumento de temperatura de 36°F (20°C). O bordo incisal foi feito com a mesma pedra montada, verificando-se um aumento de temperatura de 4°F (2,6°C). Para o encaixe proximal, feito com uma broca de carboneto de tungstênio nº 701, o aumento foi de 10°F (5,5°C).

A temperatura da polpa durante o corte da metade mesial do dente, com refrigeração, atingiu um nível um pouco abaixo da temperatura do dente.

Quanto às variações de temperaturas observadas em dentes extraídos, notou-se que há um pequeno aumento, cêrca de 5°F (2,8°C), em todos os cortes com refrigeração, sendo que a temperatura do dente no início da operação e a temperatura da água de refrigeração foram aproximadamente as mesmas. Na boca, a temperatura de refrigeração foi aproximadamente 10°F (5,5°C) abaixo da temperatura inicial do dente, ficando, pois, a 90°F (32,2°C).

Novamente PEYTON, em 1958 (29), empregou a mesma técnica usada no seu trabalho anterior (28), do ano de 1955. Os incrementos de temperatura, com aproximadamente 30.000 rpm e refrigeração ar/água (8,5 cm<sup>3</sup>/minuto), com temperatura ambiente variando de 72°F (22,2°C) a 78°F (25,6°C), foram os seguintes:

Broca nº 557 (carboneto de tungstênio)

4,7°F (2,6°C) com 2 onças (56,7 g) de pressão;  
5,2°F (2,9°C) com 4 onças (113,5 g) de pressão;  
7,2°F (4°C) com 6 onças (170 g) de pressão, e  
8,6°F (4,8°C) com 8 onças (227 g) de pressão.

Broca nº 559 (carboneto de tungstênio)

4<sup>o</sup>F ( 2,2<sup>o</sup>C) com 2 onças (56,7 g) de pressão;  
6,2<sup>o</sup>F ( 3,4<sup>o</sup>C) com 4 onças (113,5 g) de pressão;  
9<sup>o</sup>F ( 5<sup>o</sup>C) com 6 onças (170 g) de pressão, e  
10,1<sup>o</sup>F ( 5,6<sup>o</sup>C) com 8 onças (227 g) de pressão.

Pedra diamantada cilíndrica

5,8<sup>o</sup>F ( 3,2<sup>o</sup>C) com 2 onças (56,7 g) de pressão;  
6,7<sup>o</sup>F ( 3,7<sup>o</sup>C) com 4 onças (113,5 g) de pressão);  
10,7<sup>o</sup>F ( 5,9<sup>o</sup>C) com 6 onças (170 g) de pressão, e  
13,2<sup>o</sup>F ( 7,4<sup>o</sup>C) com 8 onças (227 g) de pressão.

Nas mesmas condições de trabalho, quando o fluxo de água foi reduzido de 8,5 cm<sup>3</sup>/minuto para 4 cm<sup>3</sup>/minuto, - usando-se brocas de carboneto de tungstênio, um leve aumento pôde ser notado, e um ponderável aumento de temperatura tornou-se evidente quando a água foi reduzida para 1,5 cm<sup>3</sup>/minuto, o qual é considerado o mínimo de volume usado praticamente. Com pressão de 4 onças (113,5 g), o autor registrou:

Tipo de broca	Fluxo		
	8,5 cm <sup>3</sup> /min.	4 cm <sup>3</sup> /min.	1,5 cm <sup>3</sup> /min.
nº 557 (carb. tung.)	5,2 <sup>o</sup> F (2,9 <sup>o</sup> C)	7,8 <sup>o</sup> F (4,3 <sup>o</sup> C)	10,5 <sup>o</sup> F (5,8 <sup>o</sup> C)
nº 559 (carb. tung.)	6,2 <sup>o</sup> F (3,4 <sup>o</sup> C)	8,7 <sup>o</sup> F (4,8 <sup>o</sup> C)	11,4 <sup>o</sup> F (6,3 <sup>o</sup> C)
cilíndrica (diamantada)	6,7 <sup>o</sup> F (3,7 <sup>o</sup> C)	x	14,2 <sup>o</sup> F (7,9 <sup>o</sup> C)

Notou-se um pequeno aumento de temperatura quando a broca diamantada foi usada.

Nas velocidades de 170.000 rpm, com ar/água a 8,5 cm<sup>3</sup>/minuto, os aumentos de temperaturas encontrados, para a broca de carboneto de tungstênio nº 557, foram de: 8,8<sup>o</sup>F (4,9<sup>o</sup>C) com 2 onças (56,7 g); 9,2<sup>o</sup>F (5,1<sup>o</sup>C) com 4 onças (113,5 g) e 11,8<sup>o</sup>F (6,6<sup>o</sup>C) com 6 onças (170 g), podendo se notar que uma fôrça de 2 a 4 onças (56,7 a 113,5 g) pode

ser mais favorável quando uma velocidade de 150.000 a 200.000 rpm é usada.

Então, quando brocas de carboneto de tungstênio foram empregadas, em velocidades de 30.000, 50.000 e 170.000 rpm, não se desenvolveram aumentos excessivos de temperatura, usando-se refrigeração ar/água na temperatura ambiente, num fluxo de  $8,5 \text{ cm}^3/\text{minuto}$  e com pressão de 4 onças (113,5 g) aplicada ao corte.

GORDON, em 1958 (10), preparando cavidades de classe I ou II, em primeiros molares inferiores, utilizou um lençol de borracha (dique) para isolar o dente, e inseriu o par termoelétrico num orifício feito no sulco vestibular, com 4 mm de profundidade.

Uma velocidade de 6.000 rpm foi usada, com pressão de 3 libras (1.360 g), num corte intermitente de 3 segundos de ação por 3 de descanso, sendo cada broca usada por duas vezes.

A broca de carboneto de tungstênio produziu menos calor que a broca diamantada, sendo que, em 45 segundos de corte, a broca diamantada atingiu cerca de  $80^\circ\text{C}$  ( $80^\circ - 37^\circ = 43^\circ\text{C}$ ), ao passo que a broca de carboneto de tungstênio atingiu  $55^\circ\text{C}$  ( $55^\circ - 37^\circ = 18^\circ\text{C}$ ).

No ano de 1959, BRUNER (7) determinou o aumento de temperatura produzido pelo desgaste do dente são, recém-extraído, empregando inicialmente velocidade de rotação convencional, e depois alta rotação de 150.000 rpm, com pressão de corte de 2, 4 e 6 onças (56,7 g, 113,5 g e 170 g) respectivamente, com refrigeração a água, a  $8,5 \text{ cm}^3/\text{minuto}$ . A experiência seguinte foi feita nas mesmas condições, porém com o volume de água reduzido à metade.

Moderados aumentos de temperatura foram verificados no corte de esmalte e dentina por instrumentos rotatórios acima de 150.000 rpm, quando uma refrigeração adequada

foi aplicada.

Os instrumentos cortantes pequenos produziram uma média de aumento de temperatura, que foi menor que 20<sup>o</sup>F - (11,1<sup>o</sup>C), sendo que as brocas de carboneto de tungstênio de maiores tamanhos determinaram um considerável aumento de temperatura.

No mesmo ano, VALE (42) preparou cavidades oclusais em dentes pré-molares, recém-extraídos. Os dentes foram montados em blocos plásticos e o par termoeletrico introduzido através de uma abertura efetuada na face proximal, atingindo a câmara pulpar.

Os resultados dos incrementos de temperaturas obtidos, trabalhando em campo com ou sem refrigeração foram os seguintes:

	s/refr.	refr/água
3.500 rpm - broca diamantada	21 <sup>o</sup> C	4 <sup>o</sup> C
- broca carb. tung.	18 <sup>o</sup> C	4 <sup>o</sup> C
17.000 rpm- broca diamantada	34 <sup>o</sup> C	8 <sup>o</sup> C
- broca carb. tung.	40 <sup>o</sup> C	9 <sup>o</sup> C
50.000 rpm- broca diamantada	26 <sup>o</sup> C	8 <sup>o</sup> C
- broca carb. tung.	41 <sup>o</sup> C	8 <sup>o</sup> C
250.000 rpm- broca diamantada	16 <sup>o</sup> C	0 <sup>o</sup> C
- broca carb. tung.	12 <sup>o</sup> C	1 <sup>o</sup> C

APLIN et alii, em 1959 (2), usaram dentes humanos sem cárie, nos quais introduziram um par termoeletrico para medir as variações de temperatura, em 150 preparos de cavidades de classe II e V, usando velocidades de rotação de 145.000 a 280.000 rpm, com 1 a 2 onças (28,3 a 56,7 g) de pressão cintínua, e refrigeração a ar (72<sup>o</sup> a 78<sup>o</sup>F) (22,2<sup>o</sup> a 25,6<sup>o</sup>C).

Os aumentos de temperatura verificados, resultantes do preparo de cavidades de classe II e V, como descrito

acima, e com o emprêgo de brocas de carboneto de tungstênio nº 701, foram de:

CLASSE II - 15° a 50°F (8,3° a 27,8°C)

CLASSE V - 18° a 28°F (10° a 15,5°C)

Para ARNIM, em 1959 (3), a refrigeração (água, mistura ar/água e ar) não previne, em todo tempo, a produção de calor nem o dano pulpar durante o preparo de cavidades.

O tecido pulpar é traumatizado, se sua temperatura aumentar além de 10°F (5,5°C). Ela pode ser seriamente danificada com aumentos adicionais.

Em 1959, HOFFMANN (16) coloca o par termoelétrico na câmara pulpar, abaixo da cavidade a ser realizada em dentes recém-extraídos.

Nos incisivos inferiores, com 28 segundos de desgaste, pressão de 100 g e velocidade de 20.000 a 24.000 rpm sendo usada pedra diamantada de 9 mm, encontrou-se a temperatura máxima tolerada pela polpa.

Nos incisivos superiores e caninos, nas mesmas condições, alcançou o limite tolerável pela polpa aos 41-45 segundos de ação.

Nos molares, a elevação térmica é escassa. Trabalhando nas mesmas condições, durante 81 segundos, registrou-se um aumento térmico de 7,7°C.

Cumprе destacar em todos os casos, que a temperatura da câmara pulpar continua a se elevar por 4 a 5 segundos, após o término da operação de desgaste, permanecendo estacionária por igual tempo, para depois diminuir.

A formação de calor na câmara, quando se trabalha com turbina, inclusive sem refrigeração ar/água ("spray"), é praticamente nula. Então, o autor chegou a expôr a câmara, registrando-se nessa circunstância um aumento máximo de temperatura de 2,5 a 3°C.

Em 1960, WHEATCROFT et alii (48) fizeram experimentos usando dentes de cães vivos e dentes humanos recém-

extraídos. Um par termoelétrico foi colocado na polpa, em contacto com a dentina, que estava sob o lugar do desgaste. Em algumas experiências, um par termoelétrico foi colocado acima do dente, para determinar se algum calor era transmitido para essa área.

Brocas de carboneto de tungstênio, nº 558, e diamantadas cilíndricas foram usadas, com refrigeração a ar e água, desgastando as cúspides do dente, tanto do cão como do humano, até cerca de 1 mm próximo do par termoelétrico.

Nenhum aumento de temperatura foi notado, próximo da superfície do dente, onde estava o par termoelétrico adicional.

Quando adequada refrigeração com água foi usada diretamente sobre a broca, nenhum aumento de temperatura superficial foi verificado. Aumentos de 200°F (111°C) foram observados quando a peça de mão foi usada em posição tal - que a água não atingia diretamente a broca. O maior aumento de temperatura observado foi de 9,5°C, e isto ocorreu durante o desgaste abusivo e total do dente; e em todos os experimentos com água, nenhum aumento de temperatura foi observado até o desgaste próximo do par termoelétrico (1 mm).

Com refrigeração a ar, e empregando-se cortes cuidadosos com pequena pressão, produziram-se temperaturas de 200°F (93,4°C), sendo que a mais alta temperatura produzida foi de 500°F (260°C), com desgaste abusivo e altas pressões de corte.

No mesmo ano KONIKOW (21) determinou os incrementos de temperatura durante o preparo de cavidades em dentes de crianças, sob condições de operação controladas em vivo por meio de par termoelétrico, sendo controladas também a velocidade de rotação e a distância broca/par termoelétrico, e levando em consideração o tipo de pressão e de brocas.

A temperatura inicial do dente era menor que 98,6°F (37°C), comumente aceita como temperatura normal do

corpo. A variação de temperatura produzida pela broca foi decrescendo consideravelmente quando a refrigeração foi usada, sendo que a refrigeração com água é mais eficiente que a refrigeração com ar.

As mudanças térmicas encontradas nos dentes vivos cortados pelos instrumentos rotatórios, são consideravelmente menores que as variações de temperaturas encontradas, nas mesmas condições de trabalho, para os dentes extraídos.

Em 1961, SCHUCHARD & WATKINS (37) colocaram um par termoelétrico na câmara pulpar, através de um orifício preparado na face vestibular. O par termoelétrico estava isolado por um duplo lençol de borracha (dique) colocado no dente vivo. Foram feitas experiências tanto em preparo de cavidades de classe I, II, MOD e de classe V, como em preparo de coroa e em trabalhos de remoção de amálgama e ouro, - com tentativas para gerar o maior calor possível durante o procedimento de corte. Uma série de ensaios foi feita, usando-se turbina (290.000 rpm) com refrigeração ar/água. A mistura ar/água provou ser ligeiramente mais eficiente que o ar somente.

Cavidades foram preparadas com brocas nº 57 e 171 (fissurada), com o tempo médio de corte de 30 segundos - (mín. 15 e máx. 90 segundos), com refrigeração ar/água, encontrando-se uma variação de temperatura média de  $-8,6^{\circ}\text{F}$  - (mín.  $-5^{\circ}\text{F}$  e máx.  $-16^{\circ}\text{F}$ ), isto é, de  $-4,7^{\circ}\text{C}$  (mín.  $-2,8^{\circ}\text{C}$  e máx.  $-8,9^{\circ}\text{C}$ ), para cavidades de classe II e V. Com refrigeração a ar, a média foi de  $-4,3^{\circ}\text{F}$  (mín.  $1^{\circ}\text{F}$  e máx.  $-9^{\circ}\text{F}$ ), ou seja, de  $-2,4^{\circ}\text{C}$  (mín.  $-0,6^{\circ}\text{C}$  e máx.  $-5^{\circ}\text{C}$ ).

A rotação da broca, especialmente nas altas velocidades, gera grande calor na área de contacto com a estrutura dental. Entretanto, a baixa condutibilidade da dentina e o poder de circulação da polpa dissipam parte do calor - que seria conduzido para a câmara pulpar. Também, a ação de refrigeração, atuando na coroa dental, reduz sua temperatu-

ra, por isso que impede a formação de calor pelo instrumento cortante rotatório.

STANLEY, em 1961 (40), diz que geralmente as técnicas de operação com alta rotação são biologicamente aceitáveis para a polpa dental, quando o calor friccional de desgaste é neutralizado por meio do adequado uso de ar/água, como refrigeração. Sem dúvida, em todas velocidades a eliminação do calor friccional é aconselhável.

Segundo esse autor, tem-se mostrado que, quando o calor friccional foi neutralizado, a maior resposta pulpar ocorre com a técnica de baixa rotação porque em geral uma maior pressão é aplicada. Como as pressões são normalmente diminuídas quando se aumenta a velocidade de rotação, a resposta pulpar fica então reduzida.

Ainda nesse ano, HARTNETT & SMITH (12) mediram os incrementos de temperatura produzidos pela turbina, com refrigeração a ar, por intermédio de um par termoelétrico introduzido dentro da câmara pulpar.

A temperatura aumentou de 4°C durante os procedimentos operatórios normais, ao passo que acréscimos de 9,5°C foram verificados durante procedimentos abusivos, como a total redução do dente até a gengiva. Em dentes humanos recém extraídos, usando-se turbina refrigerada a ar, com broca de carboneto de tungstênio nº 558, por tempo de 25 segundos, o aumento de temperatura foi da ordem de 2 a 3°C, mas foi verificado um aumento de 6°C durante o preparo de classe V, - usando-se broca de aço nº 558, durante 50 segundos. Em ambos os casos operou-se com velocidade de 50.000 rpm.

GARDNER & HECHT, em 1962 (9), apresentaram resultados de experimentos realizados com broca de carboneto de tungstênio nº 37, sob 1/2 libra (227 g) de pressão, numa velocidade de rotação de 30.000 rpm.

Concluem que a temperatura aumenta continuamente, quando não é usada refrigeração. Uma aplicação contínua de refrigeração, em forma de ar ou água, pode reduzir o aumento de temperatura. De particular interêsse é o fato de que, quando a água é aplicada no instrumento cortante, há um aumento da temperatura de menos de 20°F (11,1°C). Resultados similares foram encontrados com o uso de brocas diamantadas e de carboneto de tungstênio, sob similares condições de velocidade e fôrça de aplicação. Aceitam êsses autôres que um aumento de temperatura de 20°F (11,1°C), ou menos, não é suficiente para produzir alterações pulpares significantes.

Um maior incremento de temperatura foi encontrado quando se usou velocidade de 170.000 rpm em vez de 30.000 rpm, aumento êste influenciado pela pressão de corte e tamanho do instrumento.

Quando ultra-alta-velocidade de rotação, de aproximadamente 200.000 rpm é usada, é imperativo que pequena fôrça de aplicação e pequenos instrumentos sejam empregados, na prática.

Os resultados referentes aos aumentos de temperaturas observados em cortes efetuados sob três velocidades, com dentes na temperatura ambiente, e uso de refrigeração - ar/água (8,5 cm<sup>3</sup>/minuto), e sob pressão de 4 onças (113,5g) foram as seguintes:

Incrementos de temperatura com brocas de carboneto de tungstênio

Rotação-rpm Broca nº	30.000	50.000	170.000
37	5,8°F (3,2°C)	6,0°F (3,3°C)	8,6°F (4,8°C)
558	5,2°F (2,9°C)	7,7°F (4,3°C)	9,2°F (5,1°C)
701	4,9°F (2,7°C)	5,2°F (2,9°C)	11,6°F (6,4°C)

No mesmo ano, SCHUCHARD (35) diz que "os estudos térmicos de mudança de temperatura e a maior análise crítica das técnicas de desgaste indicam que as alta e ultra-alta-velocidades de rotação produzem menor aumento de temperatura que as técnicas de corte de baixa rotação convencional. O baixo "torque" (momento de torção) das turbinas a ar requer menor pressão e curto período de contacto entre a broca e o dente".

Também em 1962, ROBINSON & LEFKOWITZ (34) chegam à conclusão de que o esmalte e a dentina não podem ser removidos por instrumentos rotatórios sem que ocorra geração de calor. Este, entretanto, pode ser controlado, dentro dos limites de tolerância do tecido, pela refrigeração com água. - Outro fator significativo é o tempo empregado para remover o esmalte e a dentina: da eficiência de corte das brocas e das pedras diamantadas dependem tanto a pressão a ser usada, como o tempo a ser despendido na operação. Instrumentos afiados e velocidade de rotação ótima tornam possível a redução do tempo e da pressão necessários ao corte do tecido. - Por isso, a formação de calor será reduzida quando instrumento afiado for empregado.

Com o uso apropriado de instrumentos rotatórios, - em qualquer velocidade, e conveniente refrigeração a água, - não foi observada nenhuma reação pulpar inflamatória irreversível.

Ainda no ano de 1962, ZACH & COHN (45) mediram a mudança de temperatura da polpa por meio de um par termoeletrico introduzido numa agulha hipodérmica inserida na câmara pulpar de dentes anteriores e posteriores de macacos - Rhesus adultos, nos quais prepararam cavidades de classe V, com brocas de carboneto de tungstênio nº 557.

Foram usados oito dentes para cada tipo de instrumento (alta e baixa rotação), empregando-se mistura de ar/

água, e depois somente ar, como refrigeração. A refrigeração começou a atuar sobre o dente 5 segundos antes do início do desgaste. Durante esta operação, as temperaturas foram anotadas em intervalos de 5 segundos, para se ter idéia de sua variação.

Nos primeiros 5 segundos, nos quais somente a mistura ar/água tocava no dente, a temperatura da polpa diminuiu de 11<sup>o</sup>F (6,1<sup>o</sup>C). Quando o desgaste se iniciou, a menor temperatura intrapulpar manteve-se constante por 10 segundos, e aos 15 segundos começou a aumentar levemente. No fim do trabalho, aos 25 segundos, a temperatura principiou a aumentar mais rapidamente.

A técnica do campo molhado, mesmo quando se faz prolongada aplicação da broca de carboneto de tungstênio, em alta ou baixa rotação, mantém a temperatura intrapulpar abaixo da própria temperatura inicial ("starting level"), durante todo o procedimento operatório. Concluem, assim que, nesse caso, a técnica do campo molhado, para a refrigeração da polpa, apresenta completa eficiência.

Em 1963, RAUBER (33) empregou um par termoeletrico ligado a um galvanômetro com escala de graus centígrados de 0 a 200<sup>o</sup>, que permitia a leitura direta. Esse par termoeletrico foi introduzido na câmara pulpar através de um orifício efetuado na altura do colo da face vestibular. Os dentes empregados eram clinicamente hígidos, de extração recente e conservados em água ou solução fisiológica, até o momento de seu uso. Empregou-se alta rotação, com e sem refrigeração.

Foi efetuado desgaste contínuo até a câmara pulpar, com 30 g de pressão, sob temperatura ambiente de 20<sup>o</sup>C e temperatura da mistura de ar/água ("spray") variando de 16 a 18<sup>o</sup>C. Nos primeiros 15 segundos de trabalho, registrou-se na câmara pulpar uma diminuição de temperatura de 2,7<sup>o</sup>C; nos 30 segundos após o início do trabalho, notou-se um au-

mento de 2°C, acima da temperatura ambiente. Após 45 segundos, o incremento foi de 4°C. Aos 90 segundos, registraram-se 4,6°C de aumento. Perfurando a câmara pulpar, o galvanômetro registrou 5,8°C acima da temperatura ambiente.

Em seguida, preparou o aparêlho, provendo-o de um braço articulado ao contra-ângulo, sôbre o qual colocou um determinado pêso, para manter constante a pressão de corte. Dessa maneira, realizou desgastes intermitentes, com 7 segundos de ação por 5 segundos de descanso, conservando as outras condições do experimento anterior. Aos 20 segundos - de trabalho, ocorreu uma diminuição da temperatura de 2,5°C. Aos 60 segundos, a temperatura aumentou de 1,7°C, e, ao se expor a câmara pulpar, aos 90 segundos, o incremento registrado foi de 4°C.

Então o autor conclui que a discontinuidade do desgaste, por si só, reduz o aumento de temperatura na câmara pulpar de forma marcante. Em ambos os casos, a broca empregada foi de carboneto de tungstênio, cilíndrica, de 0,8 mm.

Em seguida, realizou RAUBER desgaste clínico intermitente com pressão manual, nas mesmas condições, com refrigeração ar/água ("spray"), registrando, aos 5 segundos após o início da experiência, uma diminuição de 1°C. O nivelamento térmico em relação à temperatura ambiente estabeleceu-se aos 25 segundos. Aos 45 segundos, o aumento de temperatura foi de 4°C, e aos 60 segundos, quando da exposição da câmara pulpar, o incremento registrado foi de 4,8°C.

VENDROUX & PÉROL (44), em 1964, utilizaram-se da técnica do par termoelétrico e trabalharam com dentes extraídos e dentes vivos. Nos dentes extraídos, colocaram o par termoelétrico na dentina, encontrando uma temperatura entre 23 e 26°C, antes de começarem os experimentos.

Nos dentes vivos, com o par termoelétrico em situação intradentinária, colocado do lado vestibular a 1,5 mm de profundidade, encontraram a temperatura inicial igual

a 31°C. A temperatura da água de refrigeração usada era de 20°C.

Durante o desgaste, a temperatura do dente baixou para 28°C e permaneceu praticamente constante durante toda a operação.

Esses autores fizeram também experimentos com o par termoelétrico em situação intrapulpar, colocado através de um orifício na face lingual, sendo a temperatura inicial do dente de 37°C. A temperatura da água (spray) era de 20°C. Durante o desgaste, a temperatura do dente decresceu para 24°C, e elevou-se depois até 28°C, para atingir finalmente 41°C, na abertura da câmara pulpar.

Em 1965, MOONEY (25) empregou, para medir o aumento de temperatura no dente, uma fonte constante de calor, o cautério, cuja temperatura era de  $190^{\circ} \pm 4^{\circ}\text{C}$ , unido à broca. Esse autor procedeu da seguinte maneira:

1) aplicou a fonte de calor conhecida, durante 30 segundos, e anotou o aumento de temperatura registrado pelo par termoelétrico, colocado numa cavidade de aproximadamente 2 mm de profundidade, realizada na face vestibular dos molares utilizados na experiência;

2) procedeu ao desgaste com pedra diamantada, a velocidade e pressão constantes, durante 30 segundos, e anotou a temperatura registrada;

3) na cavidade resultante, aplicou novamente a fonte constante de calor por 30 segundos. Entre cada operação, o dente voltava à temperatura ambiente de  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , sendo que a junção fria do par termoelétrico estava no meio ambiente.

Tomou então o valor médio das leituras efetuadas quando aplicou a fonte constante de calor, antes e depois do desgaste. A diferença entre as duas temperaturas exprime o aquecimento do dente, resultante do desgaste.

Os resultados encontrados foram:

a) 30 segundos de desgaste, a 25.000 rpm e 50g de pressão:  $71,65 \pm 5,7^{\circ}\text{C}$ ;

b) 30 segundos de desgaste, a 100.000 rpm e 50g de pressão:  $205,84 \pm 27^{\circ}\text{C}$ , e

c) 30 segundos de desgaste, a 100.000 tpm e 120 g de pressão:  $438^{\circ}\text{C}$ .

Com respeito à refrigeração, diz êsse Autor que um jato duplo de água, dirigido sôbre o extremo da broca, pode neutralizar uma temperatura de  $200^{\circ}\text{C}$ , que esteja se produzindo continuamente quando se trabalha a 100.000 rpm, sob pressão de 50 gramas.

Neste mesmo ano, BHASKAR & LILLY (5) determinaram a temperatura intrapulpar durante o preparo cavitário, inserindo um par termoelétrico através de um orifício na face oclusal, até atingir a altura do bordo marginal, onde a cavidade de classe V seria preparada. Um total de 40 dentes de cães foi preparado, com broca de carboneto de tungstênio nº 557, nas seguintes condições:

1) baixa rotação (10.000 rpm) sem refrigeração: a temperatura intrapulpar variava de  $28^{\circ}$  a  $39^{\circ}\text{C}$ . O aumento de temperatura variou de  $4^{\circ}$  a  $7^{\circ}\text{C}$ , sendo a média de  $5,4^{\circ}\text{C}$ ;

- baixa rotação com refrigeração a água: a temperatura intrapulpar variava de  $24^{\circ}$  a  $28^{\circ}\text{C}$ . O aumento de temperatura variou de  $0^{\circ}$  a  $7,6^{\circ}\text{C}$ , sendo a média de  $5,3^{\circ}\text{C}$ .

2) alta rotação (250.000 rpm) sem refrigeração: a temperatura intrapulpar variava de  $25^{\circ}$  a  $37^{\circ}\text{C}$ . O aumento de temperatura foi de  $3^{\circ}$  a  $9^{\circ}\text{C}$ , sendo a média de  $2,5^{\circ}\text{C}$ ;

- alta rotação com refrigeração a água: a temperatura intrapulpar variava de  $20^{\circ}$  a  $26,5^{\circ}\text{C}$ . O aumento de temperatura oscilou de  $6^{\circ}$  a  $10^{\circ}\text{C}$ , sendo a média de  $8,1^{\circ}\text{C}$ .

SCHUCHARD & WATKINS, em 1965 (38), colocaram um par termoelétrico na polpa, antes da extração do dente, para estudar a temperatura superficial da área de contacto en

tre a broca e a estrutura dental, durante os procedimentos de cortes.

Nesses experimentos, usando ultra-alta-velocidade de rotação (250.000 rpm), com baixo "torque", e refrigeração a ar, numa técnica não abusiva, produz-se um aumento médio de temperatura superficial de 2 a 3<sup>o</sup>F (1,1 a 1,7<sup>o</sup>C); entretanto, cortes intracoronários abusivos podem resultar - num aumento médio de 7 a 8<sup>o</sup>F (3,9 a 4,4<sup>o</sup>C).

ZACH & COHEN, em 1965 (46), mediram o aumento de temperatura intrapulpar, em dentes de macacos (Macaca rhesus). Na superfície vestibular do dente foi aplicado uma fonte de calor. A alteração da temperatura pulpar foi verificada por meio de um par termoeletrico introduzido na câmara pulpar, por um orifício na face lingual dos dentes anteriores, e oclusal dos posteriores. Os dentes do quadrante oposto receberam o mesmo grau de calor e foram deixados íntegros, como testemunhas, para o exame histológico

Fizeram então, os autores, atuar uma fonte de calor, que determinou aumentos de temperatura de 4 a 30<sup>o</sup>F (2,2 a 16,7<sup>o</sup>C), em ambos os grupos de dentes; e os resultados indicaram que a saúde pulpar, nos casos ensaiados, fica sem possibilidade de recuperação, quando ocorrem aumentos de temperatura intrapulpar de 20<sup>o</sup>F (11,1<sup>o</sup>C), em cerca de 60% dos casos. Ficam sem recuperação 15% dos que sofreram - acréscimos de temperatura de 10<sup>o</sup>F (5,5<sup>o</sup>C). Aumentos de calor abaixo da zona crítica produzem reações relativas, em severidade, ao grau de calor, as quais quase invariavelmente permitem a recuperação pulpar, mas que conduzem a alterações histológicas. Aumentos de calor acima de 20<sup>o</sup>F (11,1<sup>o</sup>C) sempre destroem a polpa.

SCHUCHARD & WATKINS, em 1967 (39), usaram brocas de carboneto de tungstênio e pedras montadas diamantadas, - com rotação de 220.000 rpm, realizando cortes em dentina -

(1,26 mm de profundidade e 5,2 mm de comprimento).

Com refrigeração a ar, a média dos aumentos de temperatura e a média do tempo gasto são especificados na - tabela seguinte:

- 1) Diamantada (nº 558) - 24,58°F (13,7°C) e 6,02 segundos.
- 2) Carb. tung. (nº 558) - 4°F ( 2,2°C) e 1,56 segundos.

SCHUCHARD ainda no ano de 1967, empregou a rotação convencional e a ultra-alta-velocidade, para estudar a resposta pulpar, utilizando a refrigeração a ar. (36)

Nessa experiência, utilizou o fenômeno físico da foto-emissão, como uma função de troca de temperatura com um corpo em relação ao seu meio.

Com baixa rotação, com tempos de cortes de 5 a 55 segundos, o aumento de temperatura superficial foi de 1° a 5°F (0,6 a 2,8°C), com um aumento médio de 2°F (1,1°C).

Com ultra-alta-velocidade de rotação, nas mesmas condições, com tempo de 115 segundos, o aumento médio foi de 1°F (0,6°C).

\*

\* \*

### 3 - PROPOSIÇÃO

Tendo em vista as opiniões dos diversos autores sôbre as variações térmicas ocorridas na câmara pulpar durante o desgaste dos tecidos duros dos dentes, e levando em conta as considerações apresentadas inicialmente, propomo-nos a:

1) Determinar a temperatura da câmara pulpar, quando instrumentos cortantes rotatórios são empregados, para cortar tecidos duros dos dentes;

2) Investigar qual a diferença de níveis térmicos apresentados pelos quatro grupos dentais, durante a operação de corte;

3) Investigar a influência da perda de corte das brocas, sôbre os níveis térmicos atingidos nos desgastes;

4) Determinar se ocorrem diferenças de temperaturas, em função dos tipos de brocas empregadas; e

5) Verificar se as brocas se comportam de maneira diferente entre sí, do ponto de vista do número de dentes cortados.

\*

\* \*

## 4 - MATERIAIS - APARELHOS E INSTRUMENTOS

### 4.1 - MATERIAIS

- 4.1.1 - Dentes humanos, hígidos e recém-extraídos.
- 4.1.2 - Gêso Paris "ALABASTRO" - Chaves & Cia., Fortaleza, Ceará.
- 4.1.3 - Par termoelétrico de cobre-constantan, nº 30, de 0,25 mm de diâmetro.
- 4.1.4 - Anel de polietileno.
- 4.1.5 - Cêra rosa "DEXTER" - São Paulo
- 4.1.6 - Recipiente de "ISOPOR".
- 4.1.7 - Sôro fisiológico

### 4.2 - APARELHOS E INSTRUMENTOS

- 4.2.1 - Estufa de madeira, com termostato marca "DOVE", São Paulo.
- 4.2.2 - Aparêlho de alta rotação "TURBSGAI".
- 4.2.3 - Potenciôgrafo "PHILLIPS", com escala de 0 a 5 milivolts, de canal único.
- 4.2.4 - Brocas cilíndricas de carboneto de tungstênio, nº 558, carbide F.G., marca "SSW".
- 4.2.5 - Brocas cilíndricas de carboneto de tungstênio, nº 57, carbide F.G., marca "SSW".
- 4.2.6 - Pedras montadas diamantadas, cilíndricas, nº 541, F.G., marca "DICA".
- 4.2.7 - Termômetro "THEGLASIN" (Jenaer Normalglas - Alemanha), com sensibilidade de 1<sup>o</sup>, e escala de 250<sup>o</sup>C.
- 4.2.8 - Garrafa térmica de 1/4 de litro.

\*

\* \*

## 5 - MÉTODOS

### 5.1 - PREPARO DOS CORPOS DE PROVA

Para a confecção dos corpos de prova, servimo-nos de dentes humanos hígidos, recém-extraídos, abrangendo incisivos, caninos, pré-molares e molares, tanto superiores como inferiores, e coletados de pessoas dos mais diversos níveis sociais, variando sexo, côr, idade, condição econômica e de higiene.

Tal diversidade de dentes interessou-nos, tendo em vista o objetivo de se obter a mais variada amostragem - de peças dentais, condição esta, certamente, encontrada na maioria das clínicas odontológicas. (FIG. 2).

Os dentes foram extraídos de pessoas moradoras na região de Piracicaba, sendo que as avulsões se realizaram - nas Clínicas desta Faculdade.

Após as extrações, os dentes eram lavados em água corrente e em seguida armazenados em frascos contendo - sôro fisiológico, até o momento de serem utilizados. A permanência dos dentes na solução fisiológica nunca ultrapassou sete dias.

Cada peça dental teve o seu terço apical seccionado por um disco de carborundum, transversalmente ao seu longo eixo. Aquêles que se apresentavam com o canal radicular constricto, de maneira a dificultar a penetração do par termoelétrico (19) até a altura da câmara pulpar, tiveram os seus canais alargados.

Assim preparados, os dentes foram em seguida fixados pela porção radicular, a uma placa de cêra, e envoltos por um anel de polietileno, que irá constituir a matriz para a futura base de fixação. Vazou-se espaço comum, nas proporções indicadas pelo fabricante, entre o dente e o anel

de polietileno.

Após a prêsã do gêsso, retirou-se o anel de polietileno, ficando assim o dente fixado pela porção radicular à matriz de gêsso, em forma de disco. (FIG. 3).

Essas operações foram efetuadas à temperatura ambiente, sendo posteriormente os corpos de prova armazenados durante 24 horas, em uma estufa de madeira, regulada a  $37 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , por meio de um termostato.

A estufa (FIG. 1) apresentava duas janelas circulares laterais, de 15 cm de diâmetro, fechados por lençóis de borracha que apresentavam, no centro, dois cortes em cruz. Pela janela da esquerda, introduzia-se o par termoelétrico, que foi colocado, em seguida, no interior do dente, seguro pelo operador através de sua base. Na abertura da direita, foi introduzido o contra-ângulo do aparelho de alta rotação.

A frente da estufa possuía uma vidraça ("visor"), inclinado aproximadamente a  $45^{\circ}\text{C}$ , que permitia ampla visão do interior. O termostato, fixado na parte interna da estufa, mantinha a temperatura desejada, sendo o calor fornecido por duas lâmpadas de 40 watts e 125-130 volts, localizadas lateralmente.

## 5.2 - DESCRIÇÃO DO ENSAIO

Dentre as brocas de carboneto de tungstênio e as pedras montadas diamantadas, usadas nos aparelhos de alta rotação, decidimos empregar as de tipo cilíndrico, devido à sua maior área de corte.

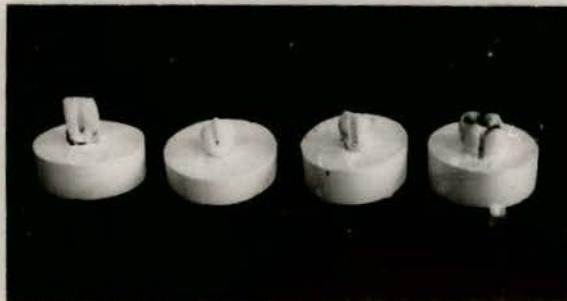
Usaram-se brocas cilíndricas de nº 558 e 57, de carboneto de tungstênio, carbide F.G., marca "SSW", e de nº 541, pedra montada diamantada, F.G., marca "DICA". Para cada tipo de broca, utilizaram-se três unidades da mesma marca, totalizando nove brocas.

Com o aparelho de alta rotação "TURBSGAI", regula



FIGURA 1

- 1- Aparelho de alta rotação "TURBSGAI".  
 2- Estufa de madeira.  
 3- Recipiente de "ISOPOR" contendo a junção fria.  
 4- Potenciômetro.

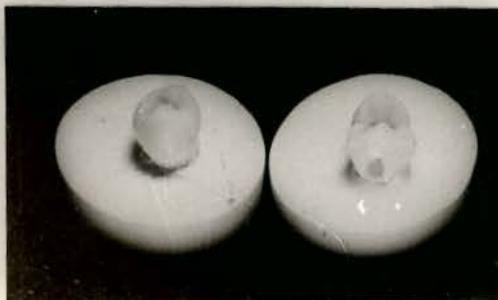


I      C      P      M

FIGURA 2

Grupo de dentes utilizados

- I - incisivos.  
C - caninos.  
P - pré-molares.  
M - molares.



A      B

FIGURA 3

Montagem dos dentes:  
A - antes do desgaste.  
B - após o desgaste.

do para 35 libras/polegada quadrada ( $2,46 \text{ kg/cm}^2$ ) de pressão do ar, iniciamos as nossas experiências, realizando cortes nas paredes dos dentes, em suas faces vestibulares ou palatinas.

Tais desgastes foram feitos no interior da estufa, empregando-se refrigeração a água, fornecida pelo próprio aparelho de ultra-alta-rotação e usando-se pressão de corte manual.

Essa pressão de corte foi aquela normalmente aplicada em condições clínicas de trabalho, quando são usados aparelhos de alta rotação, isto é, uma pressão leve, suficiente para efetuar, com eficiência, o corte dos tecidos duros do dente.

No início de cada ensaio, tomou-se um dente, armazenado como anteriormente descrito, e colocou-se o par termoelétrico no interior da câmara pulpar, através de seu conduto radicular. Dessa forma, a junção quente do referido par termoelétrico ficava no interior do dente, ao passo que sua junção fria, dentro de um tubo de borracha, permanecia no meio de gelo fundente no interior de uma garrafa térmica. Esta, envolta por gelo, estava no interior de um recipiente de "ISOPOR" (FIG. 1).

Os terminais do par termoelétrico estavam ligados ao potenciômetro "PHILLIPS" (FIG. 1), que inscrevia as variações térmicas, durante o desgaste do dente, no papel registrador do aparelho.

Antes de ser realizado o desgaste, colocava-se o par termoelétrico no interior do dente e aguardava-se o potenciômetro registrar  $37 \pm 0,5^\circ\text{C}$ .

Uma vez verificada a constância de temperatura, iniciava-se o desgaste da seguinte forma:

— O contra-ângulo do aparelho de alta rotação era introduzido através da abertura lateral da estufa. O dente era seguro pela mão esquerda, também dentro da estufa, deixando a porção ou face que sofreria o corte voltada para a

viseira de vidro.

A base de gesso, além de servir para fixar o dente, agia como isolante do calor da mão do operador, de tal forma que a temperatura do dente permanecia constante até o início do desgaste.

A broca colocada inicialmente na face do dente, era movimentada em dois sentidos, de vai e vem, de incisal ou oclusal para cervical, desgastando, desta forma, da superfície da face até a câmara pulpar.

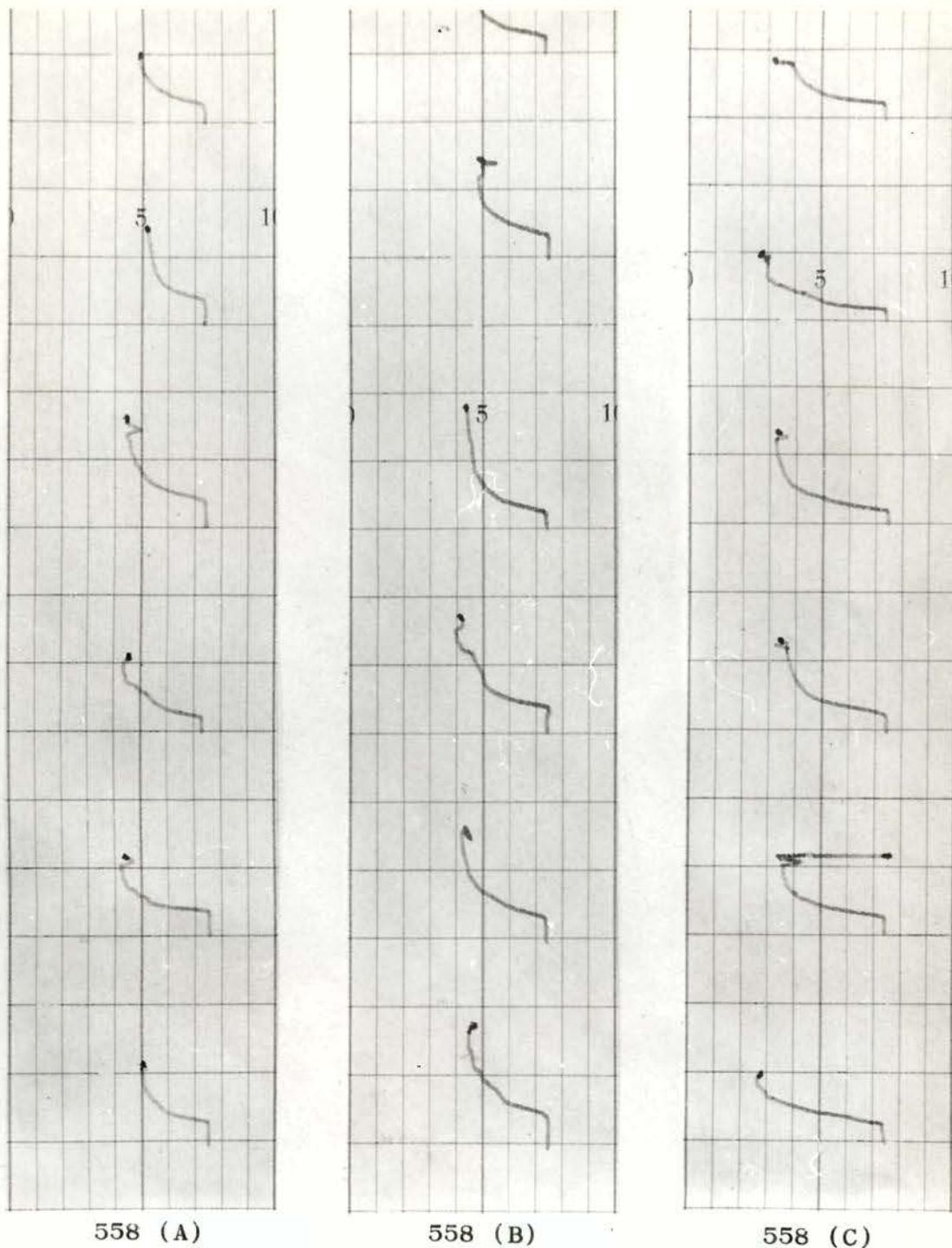
Quanto à refrigeração do corte que estava sendo efetuado, procurou-se fazer com que o jato de água atingisse diretamente a broca, de maneira uniforme e constante, durante toda a fase operatória de desgaste. A temperatura da água oscilou em torno de  $19 \pm 1^{\circ}\text{C}$ .

O sulco resultante do desgaste era de aproximadamente uma vez e meia a largura da broca ou pedra empregada, o suficiente para se conseguir a situação de uniformidade de refrigeração acima descrita. Tal sulco percorria toda a face, desde incisal ou oclusal até cervical.

O corte era interrompido no momento em que se notava que a câmara pulpar tinha sido atingida. A determinação desse momento era facilitada pelo movimento de vai e vem, que permitia uma completa visão do campo durante o corte ou desgaste do dente.

Enquanto era efetuado o corte, o potenciômetro registrava, em milivolts, as variações térmicas resultantes do atrito da broca ou pedra e da refrigeração, registrando-as em forma de gráfico (FIGS. 4, 5 e 6). Esses registros em milivolts foram transformados em graus centígrados, por meio de uma tabela de conversão.

Cada broca foi empregada para o desgaste de um lote de dentes, até que o operador notasse indício de perda de corte. Então era essa broca deixada de lado, e utilizava-se outra idêntica, até completar o uso de todas do mesmo número. Neste trabalho um só operador atuou, para eliminar as possíveis variações individuais.



**FIGURA 4** - Inscrições do Potenciôgrafo registrador correspondentes às variações de temperatura, resultantes dos desgastes dos tecidos duros dos dentes, pelo grupo de brocas de carbeto de tungstênio, nº 558 (A, B e C).

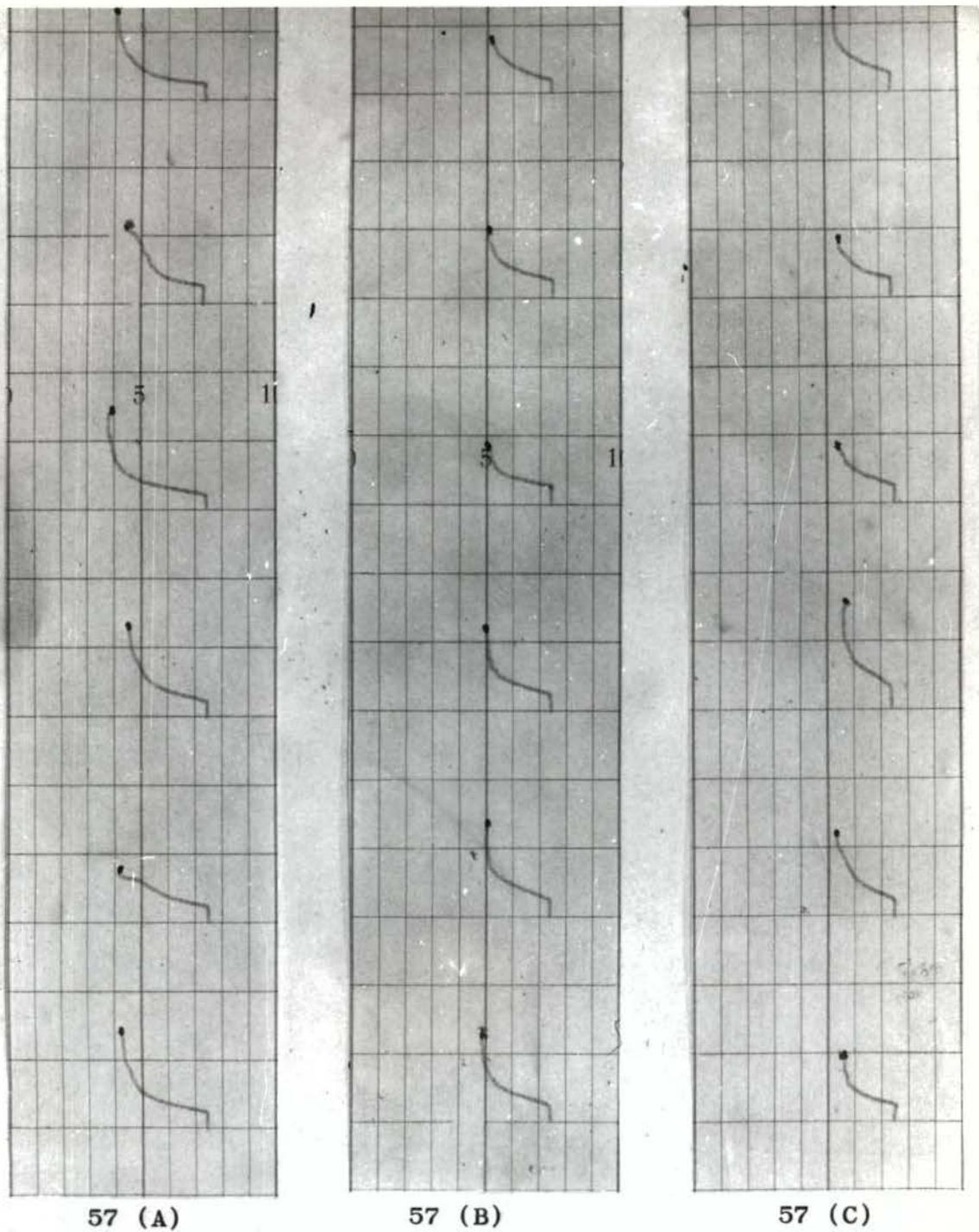
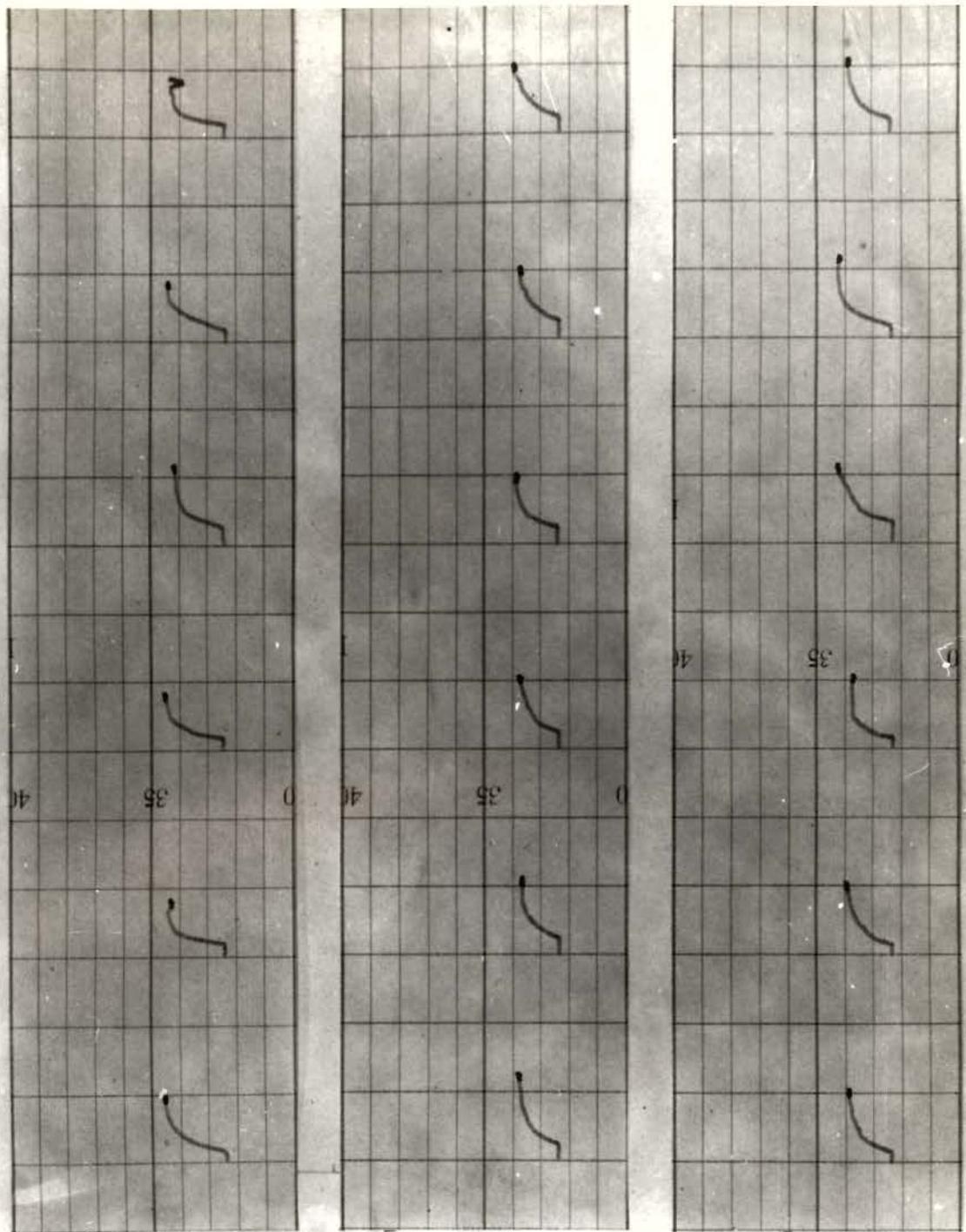


FIGURA 5 - Inscrições do Potenciôgrafo registrador correspondentes às variações de temperatura, resultantes dos desgastes dos tecidos duros - dos dentes, pelo grupo de brocas de carbeto de tungstênio, nº 57 (A, B e C).



541 (A)

541 (B)

541 (C)

**FIGURA 6** - Inscrições do Potenciômetro registrador correspondentes às variações de temperatura, resultantes dos desgastes dos tecidos duros dos dentes, pelo grupo de pedras montadas diamantadas, nº 541 (A, B e C).

## 6 - RESULTADOS OBTIDOS

Neste experimento, procederam-se ensaios em 609 dentes humanos, hígidos, divididos em: 65 incisivos, 157 caninos, 211 pré-molares e 176 molares, agrupados, em relação aos instrumentos cortantes rotatórios, segundo o quadro I.

### QUADRO I

Relação dos instrumentos cortantes com os tipos de dentes utilizados

Grupos de brocas nº	558	37	541	TOTAL
Dentes .....				
Incisivos .....	19	19	27	65
Caninos .....	40	53	64	157
Pré-molares .....	76	59	76	211
Molares .....	74	50	52	176
TOTAL .....	209	181	219	609

As tabelas I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII e IX, apresentam as temperaturas correspondentes ao final de cada ensaio e os tipos de dentes empregados.

A variação de temperatura resultante do desgaste dos dentes, pelos instrumentos cortantes rotatórios, com os seus resultados mínimos, máximos e médios, podem ser observados nos quadros II, III e IV. No quadro V, estão os resultados mínimos, máximos e médios para cada grupo de instrumento cortante rotatório. No quadro VI, estão os valores médios das temperaturas dos grupos dentais.

TABELA I - BROCA DE CARBONETO DE TUNGSTÊNIO, CARBIDE F.G., MARCA "SSW", Nº 558 (A).

Dente *	Temperatura - °C **	Dente *	Temperatura - °C **	Dente *	Temperatura - °C **
01 - M	31,59	19 - M	31,59	37 - C	32,07
02 - M	32,56	20 - P	32,07	38 - C	33,04
03 - M	32,56	21 - P	31,59	39 - C	32,31
04 - M	32,07	22 - P	32,07	40 - C	31,39
05 - M	28,92	23 - P	31,83	41 - C	32,07
06 - M	33,76	24 - P	31,59	42 - M	33,04
07 - M	33,04	25 - P	32,56	43 - C	31,11
08 - M	33,52	26 - P	31,59	44 - C	32,07
09 - P	33,28	27 - P	31,59	45 - I	32,56
10 - P	32,56	28 - P	30,14	46 - M	32,07
11 - P	34,24	29 - P	32,31	47 - M	32,56
12 - P	31,83	30 - P	31,59	48 - M	30,14
13 - C	31,59	31 - P	32,31	49 - M	32,07
14 - C	33,52	32 - P	32,31	50 - M	32,07
15 - M	30,39	33 - P	32,80	51 - M	33,28
16 - M	33,52	34 - P	32,56	52 - M	31,59
17 - M	31,59	35 - C	31,59	53 - P	31,11
18 - C	32,07	36 - C	31,59	54 - M	32,56
				55 - M	33,04

\* Dentes utilizados:

I - Incisivos 01  
 C - Caninos 12  
 P - Pré-molares 20  
 M - Molares 22  
 Total ... 55

\*\* - Cada valor expresso acima corresponde à temperatura final do ensaio, isto é, quando a broca atingiu a câmara pulpar.

TABELA II - BROCA DE CARBONETO DE TUNGSTÊNIO, CARBIDE F.G., MARCA "SSW", Nº 558 (B)

Dente *	Temperatura - °C **	Dente *	Temperatura - °C **	Dente *	Temperatura - °C **
01 - P	33,04	31 - C	30,14	61 - C	34,00
02 - M	33,04	32 - P	31,11	62 - M	33,28
03 - P	32,56	33 - M	29,65	63 - M	33,76
04 - P	32,56	34 - M	30,63	64 - M	33,28
05 - C	32,07	35 - M	33,52	65 - M	33,04
06 - P	33,04	36 - C	32,31	66 - P	33,07
07 - P	32,56	37 - P	30,63	67 - P	31,83
08 - I	32,56	38 - I	32,56	68 - C	32,07
09 - I	32,56	39 - C	30,63	69 - P	32,56
10 - I	32,56	40 - I	33,28	70 - P	32,31
11 - I	32,07	41 - P	33,28	71 - M	33,52
12 - I	32,07	42 - I	32,56	72 - C	32,56
13 - M	31,59	43 - C	33,28	73 - P	33,52
14 - M	31,59	44 - I	32,07	74 - P	32,07
15 - M	31,11	45 - P	33,76	75 - M	32,31
16 - M	30,63	46 - P	33,28	76 - M	32,56
17 - C	31,59	47 - I	33,28	77 - C	32,56
18 - M	32,31	48 - P	33,52	78 - P	32,07
19 - M	31,59	49 - C	31,59	79 - P	31,59
20 - C	31,59	50 - P	33,28	80 - P	31,59
21 - P	31,11	51 - C	32,56	81 - P	32,07
22 - I	30,87	52 - P	33,28	82 - C	33,04
23 - P	32,31	53 - I	34,97	83 - P	32,07
24 - C	31,11	54 - C	33,28	84 - P	32,31
25 - P	37,00	55 - C	31,59	85 - I	34,00
26 - P	30,63	56 - M	32,56	86 - M	32,31
27 - C	37,00	57 - I	33,28	87 - P	31,59
28 - P	31,11	58 - I	31,59	88 - M	31,59
29 - P	30,97	59 - P	34,73	89 - P	31,11
30 - C	32,31	60 - M	33,52		

\* Dentes utilizados:

I - Incisivos	15
C - Caninos	19
P - Pré-molares	34
M - Molares	21
TOTAL ...	89

\*\* - Cada valor expresso acima corresponde a temperatura final do ensaio, isto é, quando a broca atingiu a câmara pulpar.

TABELA III - BROCA DE CARBONETO DE TUNGSTÊNIO, CARBIDE F.G.,  
MARCA "SSW" Nº 558 (C)

Dente *	Temperatu- ra - °C **	Dente *	Temperatu- ra - °C **	Dente *	Tempera- tura - °C **
01 - M	32,31	24 - P	30,14	47 - C	32,80
02 - M	31,11	25 - C	32,56	48 - C	32,07
03 - P	32,56	26 - P	30,63	49 - P	31,59
04 - P	31,83	27 - C	31,11	50 - M	31,83
05 - P	30,14	28 - P	30,63	51 - M	31,59
06 - M	32,31	29 - C	31,11	52 - M	30,87
07 - P	30,87	30 - P	31,59	53 - M	30,87
08 - M	32,31	31 - P	31,59	54 - P	31,11
09 - C	32,56	32 - P	31,35	55 - M	30,87
10 - M	32,07	33 - M	31,83	56 - P	31,83
11 - M	30,14	34 - M	31,59	57 - M	33,52
12 - P	28,68	35 - P	31,59	58 - C	31,11
13 - M	30,63	36 - P	32,07	59 - P	30,14
14 - M	30,14	37 - P	30,87	60 - P	31,11
15 - M	29,65	38 - M	30,14	61 - M	31,59
16 - M	28,68	39 - M	31,83	62 - P	31,11
17 - M	30,14	40 - C	32,07	63 - M	31,11
18 - M	30,14	41 - M	30,87	64 - M	31,11
19 - M	29,65	42 - P	30,87	65 - M	30,39
20 - P	29,17	43 - I	32,07		
21 - I	31,11	44 - I	31,59		
22 - M	29,90	45 - M	31,83		
23 - C	29,65	46 - M	32,56		

\* Dentes utilizados:

I - Incisivos      03  
 C - Caninos        09  
 P - Pré-molares   22  
 M - Molares        31  
 Total ...        65

\*\* - Cada valor expresso acima cor-  
 responde à temperatura final  
 do ensaio, isto é, quando a  
 broca atingiu a câmara pul-  
 par.

TABELA IV - BROCA DE CARBONETO DE TUNGSTÊNIO, CARBIDE F.G.,  
MARCA "SSW" Nº 57 (A)

Dente *	Temperatu- ra - °C **	Dente *	Temperatu- ra - °C **	Dente *	Tempera- tura-°C **
01 - P	30,14	21 - P	31,11	41 - C	31,59
02 - C	31,11	22 - P	30,87	42 - C	30,14
03 - P	30,87	23 - P	30,87	43 - C	31,59
04 - P	31,11	24 - M	32,56	44 - P	30,39
05 - I	30,14	25 - I	31,35	45 - P	32,56
06 - P	31,59	26 - M	32,56	46 - C	32,31
07 - M	32,31	27 - M	32,56	47 - P	30,63
08 - M	30,39	28 - P	32,56	48 - M	30,39
09 - P	31,39	29 - P	31,11	49 - P	30,14
10 - M	30,87	30 - C	29,90	50 - M	29,17
11 - C	31,11	31 - C	31,11	51 - P	30,39
12 - I	31,59	32 - C	31,11	52 - M	29,17
13 - P	30,87	33 - P	31,11	53 - M	31,35
14 - M	30,63	34 - P	32,35	54 - M	32,80
15 - P	30,14	35 - P	31,11	55 - I	29,90
16 - M	30,14	36 - M	31,59	56 - C	30,63
17 - P	31,59	37 - P	31,11	57 - C	30,39
18 - M	31,83	38 - P	30,87	58 - P	32,56
19 - C	29,90	39 - I	30,87	59 - M	32,07
20 - C	30,14	40 - C	30,63	60 - M	32,56

\* Dentes utilizados:

I - Incisivos      05  
 C - Caninos        14  
 P - Pré-molares   24  
 M - Molares        17  
 Total...          60

\*\* - Cada valor expresso acima cor-  
responde à temperatura final  
do ensaio, isto é, quando a  
broca atingiu a câmara pul-  
par.

TABELA V - BROCA DE CARBONETO DE TUNGSTÊNIO, CARBIDE F.G.,  
MARCA "SSW", Nº 57 (B)

Dente *	Temperatu- ra - °C **	Dente *	Temperatu- ra - °C **	Dente *	Tempera- tura - °C **
01 - M	33,52	21 - C	34,00	41 - P	33,04
02 - P	31,59	22 - M	33,04	42 - I	32,56
03 - M	31,11	23 - C	34,48	43 - C	32,80
04 - C	31,11	24 - P	34,00	44 - I	34,24
05 - P	31,11	25 - P	34,00	45 - C	33,76
06 - M	31,59	26 - P	32,56	46 - I	34,00
07 - M	30,14	27 - M	33,04	47 - I	32,07
08 - M	30,14	28 - I	32,56	48 - P	34,00
09 - M	32,80	29 - P	33,04	49 - C	32,56
10 - P	32,56	30 - M	32,56	50 - I	34,00
11 - C	32,56	31 - C	32,31	51 - P	31,35
12 - P	33,04	32 - M	33,76	52 - P	32,56
13 - M	33,76	33 - M	32,56	53 - C	32,07
14 - I	34,24	34 - P	33,04	54 - M	34,00
15 - C	34,00	35 - C	34,00	55 - P	32,31
16 - C	33,04	36 - M	32,80	56 - I	32,56
17 - M	34,00	37 - P	33,76	57 - M	33,76
18 - I	33,04	38 - C	32,56	58 - P	32,80
19 - I	33,28	39 - C	33,04		
20 - C	33,04	40 - P	33,76		

\* Dentes utilizados

I - Incisivos	10
C - Caninos	15
P - Pré-molares	17
M - Molares	<u>16</u>
Total ...	58

\*\* - Cada valor expresso acima cor-  
responde à temperatura final  
do ensaio, isto é, quando a  
broca atingiu a câmara pul-  
par.

TABELA VI - BROCA DE CARBONETO DE TUNGSTÊNIO, CARBIDE F.G.,  
MARCA "SSW", Nº 57 (C)

Dente *	Temperatu- ra - °C **	Dente *	Temperatu- ra - °C **	Dente *	Tempera- tura - °C **
01 - C	32,56	22 - C	32,56	43 - P	32,56
02 - P	32,56	23 - C	32,31	44 - C	32,56
03 - M	33,52	24 - C	32,56	45 - C	32,56
04 - P	32,56	25 - C	32,56	46 - P	32,80
05 - M	32,56	26 - P	32,56	47 - M	33,52
06 - I	32,80	27 - P	32,56	48 - M	32,56
07 - C	32,56	28 - C	32,80	49 - C	32,07
08 - P	32,80	29 - I	32,56	50 - P	32,80
09 - C	31,83	30 - P	33,76	51 - M	31,83
10 - C	32,56	31 - C	32,80	52 - C	32,56
11 - C	31,83	32 - M	33,04	53 - M	32,07
12 - P	32,56	33 - M	32,07	54 - M	30,14
13 - P	33,52	34 - C	32,07	55 - C	30,14
14 - P	32,56	35 - P	31,59	56 - C	31,35
15 - C	32,80	36 - M	32,07	57 - C	31,11
16 - C	32,07	37 - C	32,56	58 - M	31,11
17 - M	33,04	38 - M	32,07	59 - P	31,59
18 - I	32,56	39 - P	31,39	60 - C	31,59
19 - P	32,56	30 - P	32,56	61 - M	32,56
20 - M	32,80	31 - C	32,80	62 - M	32,80
21 - M	32,56	42 - P	33,04	63 - I	32,56

\* - Dentes utilizados

I - Incisivos 04

C - Caninos 24

P - Pré-molares 18

M - Molares 17

Total ... 63

\*\* - Cada valor expresso acima cor-  
responde à temperatura final  
do ensaio, isto é, quando a  
broca atingiu a câmara pulpar.

TABELA VII-PEDRA MONTADA DIAMANTADA, CILÍNDRICA, F.G., MARCA "DICA" nº 541 (A)

Dente *	Temperatura - °C **	Dente *	Temperatura - °C **	Dente *	Temperatura - °C **
01 - P	30,87	27 - C	33,52	53 - I	32,56
02 - P	30,14	28 - M	34,00	54 - I	31,25
03 - M	30,63	29 - C	33,76	55 - M	33,04
04 - P	32,07	30 - I	33,76	56 - M	32,52
05 - C	30,87	31 - C	33,76	57 - C	32,52
06 - M	32,80	32 - C	33,76	58 - M	33,52
07 - C	32,31	33 - P	33,76	59 - C	33,76
08 - C	32,83	34 - C	33,28	60 - P	33,52
09 - I	32,31	35 - P	33,28	61 - P	33,52
10 - P	32,56	36 - P	33,76	62 - P	33,52
11 - P	32,31	37 - I	33,28	63 - P	33,76
12 - C	32,83	38 - P	33,52	64 - P	33,76
13 - C	32,56	39 - P	33,52	65 - P	32,56
14 - P	32,31	40 - P	33,52	66 - P	34,00
15 - C	32,56	41 - M	34,24	67 - P	32,56
16 - M	32,56	42 - I	33,76	68 - C	34,24
17 - C	32,80	43 - I	33,52	69 - M	33,76
18 - C	32,56	44 - P	33,72	70 - P	34,00
19 - C	32,56	45 - P	33,52	71 - I	33,76
20 - M	33,04	46 - C	33,76	72 - C	34,24
21 - P	34,48	47 - P	34,24	73 - P	33,76
22 - M	34,00	48 - P	34,24	74 - P	34,00
23 - C	34,24	49 - M	34,24	75 - I	34,00
24 - I	34,00	50 - C	34,48	76 - C	34,24
25 - C	33,28	51 - I	32,31	77 - P	33,76
26 - C	34,00	52 - M	32,31	78 - P	34,00

\* Dentes utilizados:

I - Incisivos	11
C - Caninos	24
P - Pré-molares	30
M - Molares	13
TOTAL...	78

\*\* - Cada valor expresso acima corresponde à temperatura final do ensaio, isto é, quando a broca atingiu a câmara pulpar.

TABELA VIII-PEDRA MONTADA DIAMANTADA, CILÍNDRICA, F.G., MARCA "DICA", Nº 541 (B)

Dente *	Temperatu- ra - °C **	Dente *	Temperatu- ra - °C **	Dente *	Tempera- tura-°C **
01 - P	34,24	26 - P	34,48	51 - C	33,76
02 - C	34,73	27 - P	34,48	52 - C	34,00
03 - P	34,24	28 - C	34,48	53 - C	33,76
04 - I	34,24	29 - P	34,48	54 - C	34,00
05 - M	34,24	30 - I	34,24	55 - M	34,24
06 - M	34,24	31 - C	34,48	56 - M	34,24
07 - I	34,24	32 - M	34,48	57 - P	33,76
08 - M	34,00	33 - P	34,24	58 - C	34,24
09 - M	34,48	34 - M	34,48	59 - C	34,48
10 - P	34,24	35 - M	34,48	60 - P	34,24
11 - M	34,24	36 - M	34,24	61 - C	34,24
12 - M	34,00	37 - M	34,48	62 - C	34,24
13 - P	34,24	38 - C	34,48	63 - I	34,48
14 - M	34,48	39 - C	34,73	64 - P	34,73
15 - C	34,48	40 - M	34,48	65 - C	34,24
16 - I	34,73	41 - C	34,48	66 - P	34,73
17 - M	34,48	42 - M	34,73	67 - P	34,00
18 - M	34,48	43 - I	34,24	68 - I	34,48
19 - M	34,97	44 - C	34,97	69 - I	34,24
20 - I	34,48	45 - P	34,48	70 - C	34,00
21 - M	34,48	46 - C	31,35	71 - P	34,24
22 - P	34,24	47 - C	33,28	72 - C	34,48
23 - C	34,24	48 - P	33,28	73 - P	34,24
24 - C	34,24	49 - C	34,24		
25 - M	34,48	50 - C	34,24		

\* Dentes utilizados

I - Incisivos	09
C - Caninos	25
P - Pré-molares	18
M - Molares	<u>21</u>
TOTAL...	73

\*\* - Cada valor expresso acima cor responde à temperatura final do ensaio, isto é, quando a broca atingiu a câmara pulpar.

TABELA IX - PEDRA MONTADA DIAMANTADA, CILÍNDRICA, F.G., MARCA "DICA", Nº 541 (C).

Dente *	Temperatura - °C **	Dente *	Temperatura - °C **	Dente *	Temperatura - °C **
01 - M	32,80	24 - P	31,83	47 - C	34,24
02 - P	34,24	25 - P	33,76	48 - C	33,04
03 - I	34,24	26 - C	32,56	49 - P	33,28
04 - P	34,24	27 - M	32,80	50 - M	34,24
05 - M	34,48	28 - C	32,56	51 - P	33,76
06 - P	34,00	29 - C	33,76	52 - P	34,24
07 - M	34,00	30 - P	33,76	53 - P	33,76
08 - P	34,24	31 - P	33,76	54 - P	33,76
09 - M	34,48	32 - P	33,04	55 - I	34,00
10 - P	34,24	33 - C	33,04	56 - C	33,28
11 - P	34,24	34 - M	34,00	57 - I	33,52
12 - P	34,24	35 - M	32,80	58 - P	34,24
13 - M	34,24	36 - C	33,76	59 - I	34,24
14 - P	34,48	37 - P	34,00	60 - I	33,76
15 - C	34,48	38 - P	33,04	61 - M	34,00
16 - M	34,24	39 - P	33,76	62 - C	34,24
17 - M	34,24	40 - I	33,76	63 - P	34,00
18 - M	34,48	41 - P	32,56	64 - M	34,24
19 - P	34,24	42 - C	34,00	65 - C	34,24
20 - M	34,48	43 - C	34,24	66 - P	34,24
21 - M	34,73	44 - P	34,00	67 - M	34,24
22 - P	34,24	45 - I	33,04	68 - C	34,48
23 - M	34,00	46 - C	34,00		

\* Dentes utilizados

I - Incisivos 07  
 C - Caninos 15  
 P - Pré-molares 28  
 M - Molares 18  
 TOTAL ... 68

\*\* - Cada valor expresso acima corresponde à temperatura final do ensaio, isto é, quando a broca atingiu a câmara pulpar.

QUADRO II

VALORES MÍNIMOS, MÁXIMOS E MÉDIOS DA VARIACÃO DE TEMPERATURA, QUANDO EM USO AS BROCAS DE CARBONETO DE TUNGSTÊNIO, Nº 558 (A, B e C)

BROCA Nº 558	NÚMERO DE DENTES	TEMPERATURA (°C)		
		MÍNIMA	MÁXIMA	MÉDIA
A	55	28,92	34,24	32,12
B	89	29,65	37,00	32,42
C	65	28,68	33,52	31,15

QUADRO III

VALORES MÍNIMOS, MÁXIMOS E MÉDIOS DA VARIACÃO DE TEMPERATURA, QUANDO EM USO AS BROCAS DE CARBONETO DE TUNGSTÊNIO, Nº 57 (A, B e C)

BROCA Nº 57	NÚMERO DE DENTES	TEMPERATURA (°C)		
		MÍNIMA	MÁXIMA	MÉDIA
A	60	29,17	32,80	31,10
B	58	30,14	34,48	32,90
C	63	31,11	33,76	32,38

QUADRO IV

VALORES MÍNIMOS, MÁXIMOS E MÉDIOS DA VARIAÇÃO DE TEMPERATURA, QUANDO EM USO AS PEDRAS MONTADAS DIAMANTADAS CILINDRICAS, Nº 541 (A, B e C)

PEDRA Nº 541	NÚMERO DE DENTES	TEMPERATURA (°C)		
		MÍNIMA	MÁXIMA	MÉDIA
A	78	30,14	34,48	33,24
B	73	31,35	34,97	34,28
C	68	31,83	34,73	33,85

QUADRO V

VALORES MÍNIMOS, MÁXIMOS E MÉDIOS DA VARIAÇÃO DE TEMPERATURA, QUANDO EM USO OS TRÊS GRUPOS DE INSTRUMENTOS CORTANTES ROTATÓRIOS

GRUPO Nº	TOTAL DE DENTES	TEMPERATURA (°C)		
		MÍNIMA	MÁXIMA	MÉDIA
558	209	28,68	37,00	31,89
57	181	29,17	34,48	32,13
541	219	30,14	34,97	33,79

QUADRO VI

VALÔRES MÉDIOS DAS TEMPERATURAS DOS GRUPOS DENTAIS, QUANDO  
CORTADOS PELOS TRÊS TIPOS DE BROCAS, Nº 558 (A, B e C), Nº  
57 (A, B e C) e nº 541 (A, B e C), É A MÉDIA GERAL DE CADA  
GRUPO DENTAL

TIPOS DE BROCAS  GRUPOS DENTAIS	558	57	541	MÉDIA GERAL
	(A, B e C) (°C)	(A, B e C) (°C)	(A, B e C) (°C)	(°C)
INCISIVOS .....	32,51	32,47	33,72	32,90
CANINOS .....	32,12	32,08	33,73	32,64
PRÉ-MOLARES .....	31,93	32,07	33,71	32,57
MOLARES .....	31,74	32,12	33,95	32,60

## 7 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Como o desenvolvimento da pesquisa se deu em laboratório, seria lícito supor que os dados obtidos pudessem servir, nas mesmas condições de trabalho, de referências clínicas.

Por isso, algumas vezes, efetuaram-se comparações entre as temperaturas encontradas em nossos experimentos e os níveis térmicos considerados, por diversos autores, como danosos à saúde pulpar.

Portanto, talvez a principal observação, pelo método empregado, seja a de que em nenhuma das operações de corte registraram-se aumentos de temperatura que pudessem ser considerados como incompatíveis com a saúde pulpar, limitando-se, no caso, para uma faixa de 28,68°C a 37°C. Ou seja, essas temperaturas encontram-se numa zona que invariavelmente permitem a recuperação pulpar, segundo os trabalhos dos autores HENSCHEL, 1943 (14); ARNIM, 1959 (3); GARDNER & HECHT, 1962 (9), e ZACH & COHEN, 1965 (46).

Entretanto, para a suposição acima, não levamos em conta que para os autores CRAWFORD, 1957 (8) e KONIKOW - 1960 (21), as mudanças térmicas encontradas nos dentes vivos, cortados por instrumentos rotatórios, são consideravelmente menores que as variações de temperaturas encontradas, nas mesmas condições de trabalho, para os dentes extraídos.

Em nosso trabalho, as temperaturas verificadas atingem só muito raramente o nível de 35°C. Verificamos, é verdade, duas ocorrências de temperatura de 37°C, mas essas devem ser consideradas, no conjunto, como fatos isolados e discrepantes dos outros resultados. Referimo-nos aos dentes nº 25 e 27, cortados com a broca de carboneto de tungstênio nº 558 (B). (Gráfico II).

Aqui, seria lícito supor a incidência de algum fator extraordinário na técnica empregada, ou na estrutura -

dêsses dois dentes, e que não deverá ser levada em consideração do ponto de vista estatístico.

Sem embargo, mesmo assim, não é essa temperatura incompatível com a saúde pulpar, eis que corresponde exatamente à temperatura considerada normal do corpo humano.

#### Comparação dos níveis de temperatura atingidos nos diferentes grupos dentais

Outra questão interessante, a nosso ver, foi a pesquisa das temperaturas entre os diferentes grupos dentais ensaiados: incisivos, caninos, pré-molares e molares, tendo-se em vista o comportamento desses grupos, quando cortados pelos mesmos instrumentos rotatórios.

Tal objetivo poderá ser de valor na clínica, porquanto se verificou que um determinado grupo não apresenta maiores aumentos de temperatura que os outros.

Embora, quando se compulsua a tabela VI (pag. 55), resultante da média das temperaturas dos grupos dentais, obtidas com os diferentes tipos de brocas, percebe-se realmente alguma variação no comportamento dêsses grupos. Entretanto, essa variação parece-nos mais decorrente simplesmente do "acaso", não se encontrando nenhuma tendência inequívoca, em quaisquer dos grupos, para a ocorrência de níveis de temperatura muito diferente dos outros, principalmente, levando-se em conta a média geral de cada grupo dental.

É possível que tais variações se salientassem se não tivéssemos um sistema de refrigeração conveniente; mas, nesse caso fugiríamos das condições clínicas, que desejávamos, dentro do possível, reproduzir em nossos estudos.

Outro fato que fica positivado, quando se examinam e se comparam os gráficos I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII e IX, correspondentes aos dados obtidos, é que o normal embotamento das brocas não atua de forma sensível na temperatura observada durante a operação de corte.

GRÁFICO I - TEMPERATURA MEDIDA NA CÂMARA PULPAR - BROCA DE CARBONETO DE TUNGSTÊNIO, CARBIDE F.G., MARCA "SSW", Nº 558 (A).

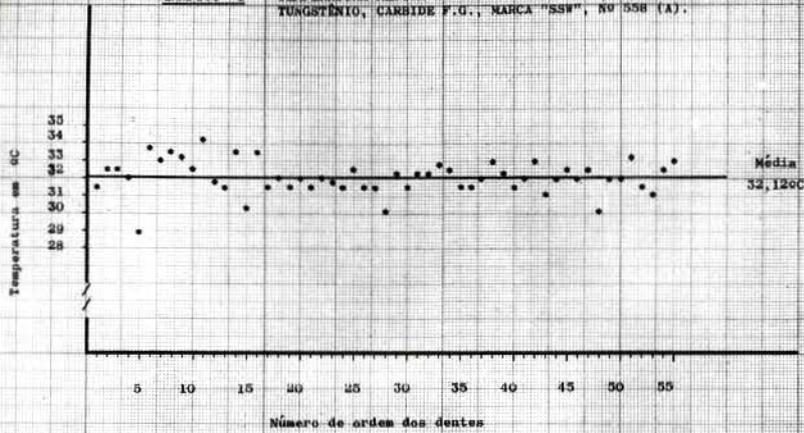


GRÁFICO II - TEMPERATURA MEDIDA NA CÂMARA PULPAR - BROCA DE CARBONETO DE TUNGSTÊNIO, CARBIDE F.G., MARCA "SSW", Nº 558 (B).

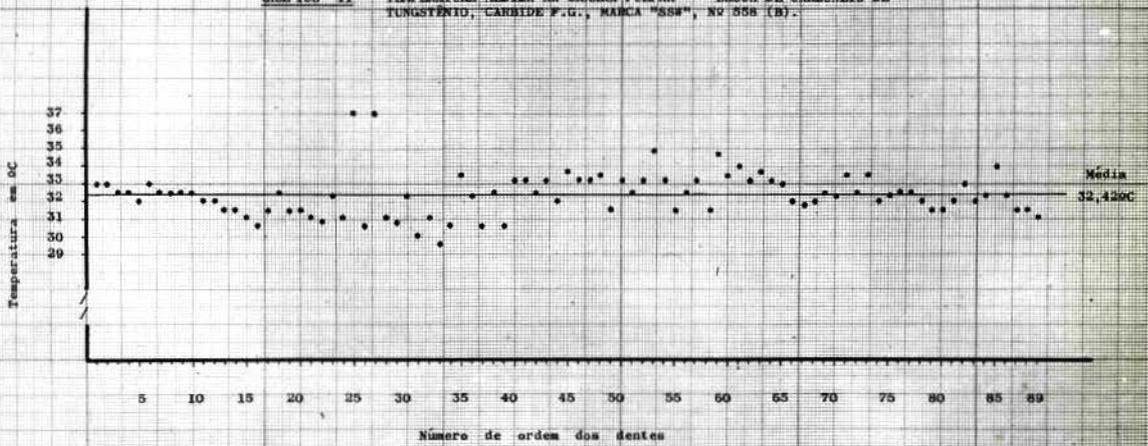
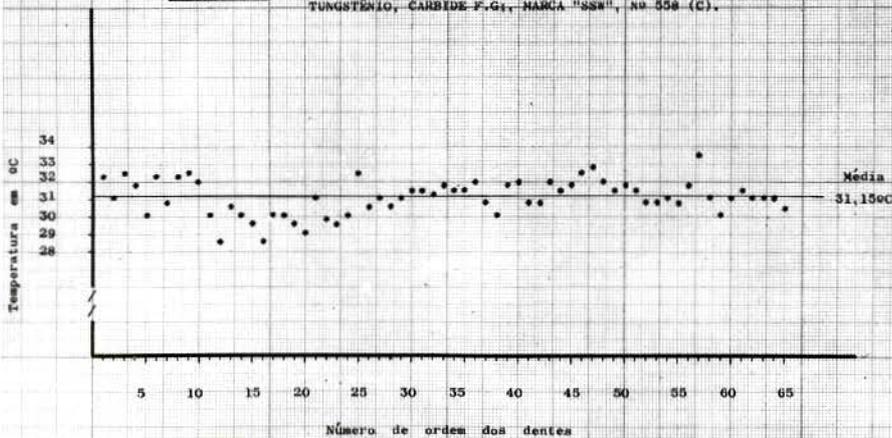
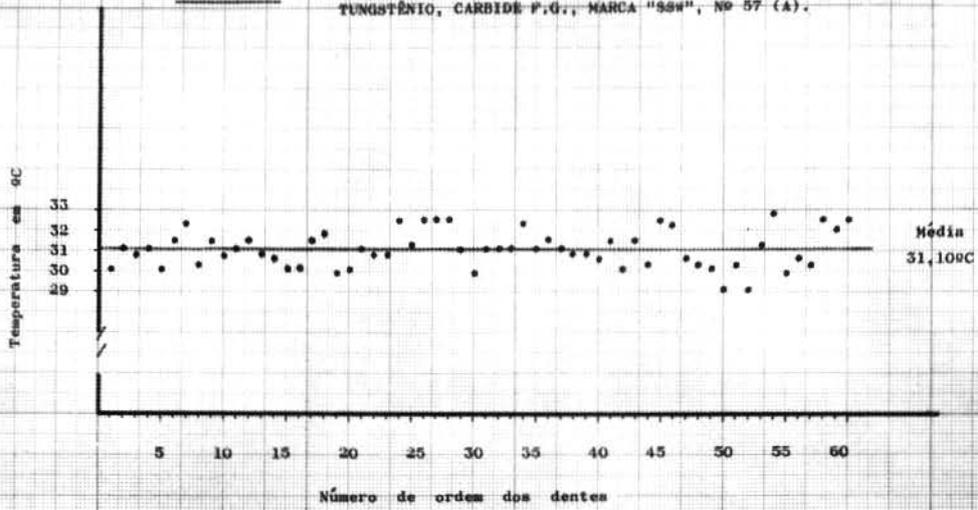


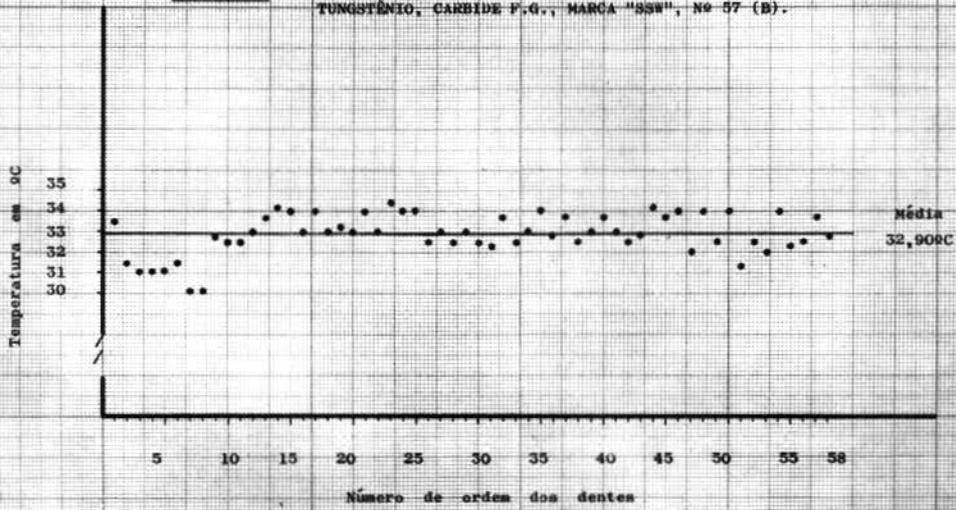
GRÁFICO III - TEMPERATURA MEDIDA NA CÂMARA PULPAR - BROCA DE CARBONETO DE TUNGSTÊNIO, CARBIDE F.G., MARCA "SSW", Nº 558 (C).



**GRÁFICO IV** - TEMPERATURA MEDIDA NA CÂMARA PULPAR - BROCA DE CARBONETO DE TUNGSTÊNIO, CARBIDE F.G., MARCA "SSW", Nº 57 (A).



**GRÁFICO V** - TEMPERATURA MEDIDA NA CÂMARA PULPAR - BROCA DE CARBONETO DE TUNGSTÊNIO, CARBIDE F.G., MARCA "SSW", Nº 57 (B).



**GRÁFICO VI** - TEMPERATURA MEDIDA NA CÂMARA PULPAR - BROCA DE CARBONETO DE TUNGSTÊNIO, CARBIDE F.G., MARCA "SSW", Nº 57 (C).

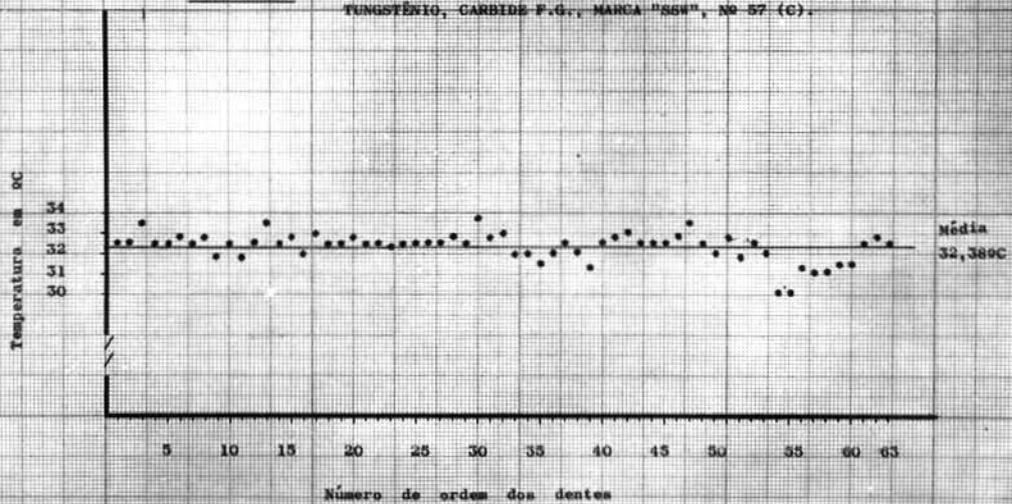


GRÁFICO VII - TEMPERATURA MEDIDA NA CÂMARA PULPAR - PEDRA MONTADA DIAMANTADA, CILÍNDRICA, F.G., MARCA "DICA", Nº 341 (A).

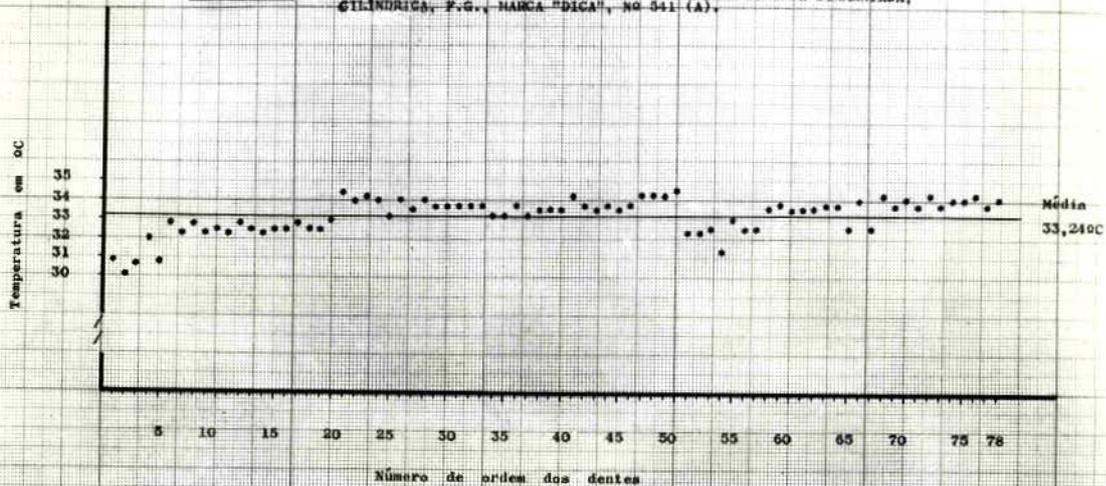


GRÁFICO VIII - TEMPERATURA MEDIDA NA CÂMARA PULPAR - PEDRA MONTADA DIAMANTADA CILÍNDRICA, F.G., MARCA "DICA", Nº 341 (B).

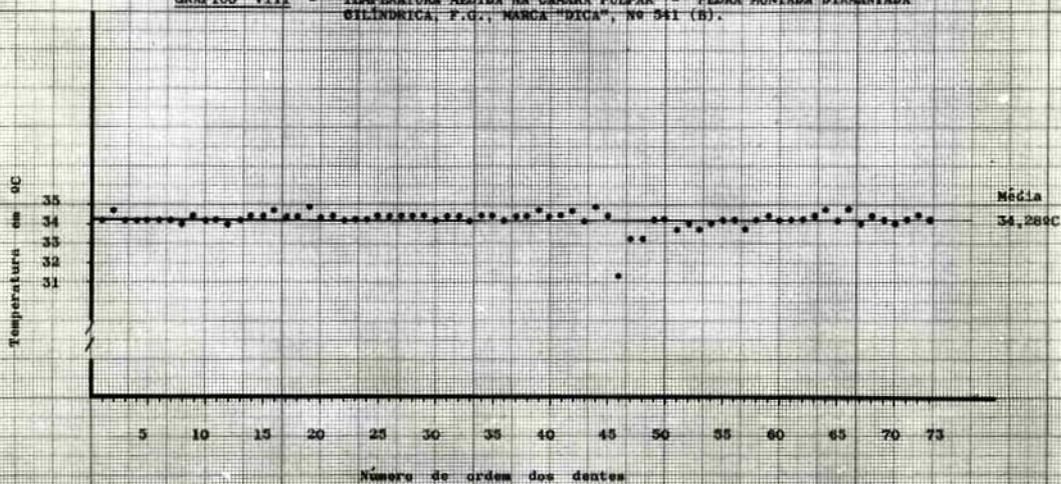
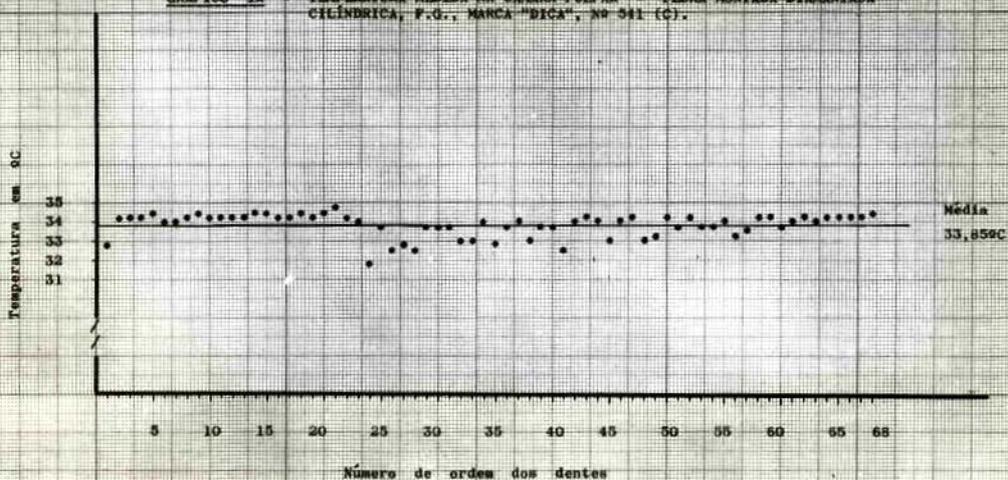


GRÁFICO IX - TEMPERATURA MEDIDA NA CÂMARA PULPAR - PEDRA MONTADA DIAMANTADA CILÍNDRICA, F.G., MARCA "DICA", Nº 341 (C).



Aliás, em algumas delas, como no gráfico IV(57 A), teve o operador a impressão, em certos momentos (dentes nº 41, 43, 45 e 46) de que se iniciava a fase dêsse aumentos de temperatura. Mas, logo em seguida, ocorria um descenso nítido dêsse níveis térmicos, de modo que no conjunto os pontos se situaram sempre nas vizinhanças de uma linha horizontal.

Pode-se, é verdade, argumentar, com o gráfico nº III (558 C), que os dentes de nº 11 a 26, situaram-se sempre bem abaixo da linha média, correspondente a  $31,15^{\circ}\text{C}$ , ao passo que os dentes finais, de nº 60 a 65, estão bem mais próximos dessa linha.

Entretanto, no gráfico nº II (558 B), nota-se que as temperaturas mais altas são atingidas com o uso médio da broca (dentes nº 25 e 27; dentes 53 e 59), ao passo que nos últimos pontos (dentes nº 87, 88 e 89), verifica-se um decréscimo brusco das temperaturas atingidas.

— Aqui, cumpre ressaltar, como já o fizemos antes, que as temperaturas mais altas alcançadas (dentes nº 25 e 27), discrepam do todo, e é lícito supor que com êles ocorresse algo de especial.

No gráfico nº I (558 A), a distribuição das temperaturas é também bastante uniforme com relação à média.

Ainda, quem olhasse, em primeiro lugar, para o gráfico nº V (57 B), poderia querer concluir pela correlação entre o embotamento da broca e o aumento de temperatura na operação de corte, ao notar uma distribuição dos pontos iniciais, de nº 2 a 11. Mas, o exame do gráfico nº VI (57 C) mostra uma tendência oposta, de modo que aquela conclusão não pode ser mantida.

Também com as pedras diamantadas, obtiveram-se resultados parecidos. É verdade que no gráfico nº VII, correspondente à pedra montada diamantada nº 541 A, novamente os primeiros pontos se situam bem abaixo da média, aproximando se dela a partir do dente nº 6 e permanecendo a distribui-

ção bastante uniforme desde o dente nº 21 até o nº 78, com uma pequena queda dentro da dezena dos cinquenta. Entretanto, é notável a uniformidade dos resultados do gráfico nº IX (541 C) e principalmente do gráfico nº VIII, correspondente à pedra montada diamantada nº 541 B.

Em suma, somos de opinião que os experimentos não mostraram que o maior embotamento dos instrumentos cortantes rotatórios tivessem influência na temperatura gerada - junto à câmara pulpar, pelo menos até o limite em que eles foram usados, limite êste indicado pela perda de corte clinicamente perceptível.

Entretanto, êsse resultado vem contrariar os dos experimentos relatados por JESERICH, 1935 (18); BARRY, 1947 (4); WALSH, 1949 (47); VAUGHN & PEYTON, 1951 (43); MARSLAND & SHOVELTON, 1957 (24) e ROBINSON & LEFKOWITZ, 1962 (34).

Portanto, supõe-se, em nosso trabalho, que durante a perda de corte dos instrumentos, um maior fluxo de água era mantido por área de desgaste, de tal forma a compensar o aquecimento que pudesse estar sendo produzido pelas brocas embotadas.

Ainda quanto aos aspectos técnicos do experimento, cumpre observar as diferenças de temperatura atingidas durante a operação pelos diferentes tipos de brocas.

A análise estatística (pag. 70) demonstra que não houve diferenças significativas, ao nível de 1%, entre as médias observadas com o grupo das brocas nº 57 e o grupo das brocas nº 558, embora aquêles apresentasse média (32,13°C) ligeiramente superior a êste (31,95°C). Entretanto, o grupo das pedras diamantadas apresentou média (33,79°C) significativamente superior às outras ao nível de 1%, isto é, há noventa e nove por cento de probabilidade de que tal variação seja devida a diferenças reais existentes entre as brocas e somente 1% de probabilidade de que seja tão somente atribuível ao "acaso" — conjunto de pequenos fatores desconhecidos.

dos ou incontroláveis, e as naturais diferenças entre os dentes.

Quanto à diversidade ocorrente entre exemplares — de um mesmo tipo de broca — ou seja, dentro de cada grupo — a análise estatística utilizando o teste de TUKEY, a apresentou-nos o seguinte resultado:

I - dentro do grupo das brocas nº 57:

Tôdas as brocas diferem significativamente entre si, sendo esta significância ao nível de 1% de probabilidade.

II - dentro do grupo das pedras nº 541:

Observou-se o mesmo resultado que o anterior.

III - dentro do grupo das brocas nº 558:

Duas dessas brocas (A e B) apresentaram média não diferentes significativamente entre si, existindo, — no entanto, uma terceira broca (C) que apresentou diferença significativa em relação às outras duas, também ao nível de 1% de probabilidade.

Aliás, ainda sôbre a diversidade entre exemplares de um mesmo tipo, pode-se notar que as fotografias das brocas, tiradas após o desgaste, mostram realmente algumas diferenças como o aparecimento eventual de denticulos, em alguns exemplares (FIG. 7, 8 e 9).

Entretanto, os fenômenos acima descritos não nos parecem de maior importância prática, eis que, no todo, as variações de temperatura se encontram dentro de uma faixa — pequena, situando-se todos os níveis térmicos aquém daquele limite em que se poderia esperar danos ao tecido pulpar, causado pelo calor. Portanto, se algumas variações são significativas do ponto de vista da análise estatística, não o seriam, talvez pudéssemos aceitar, do ponto de vista da prática clínica.

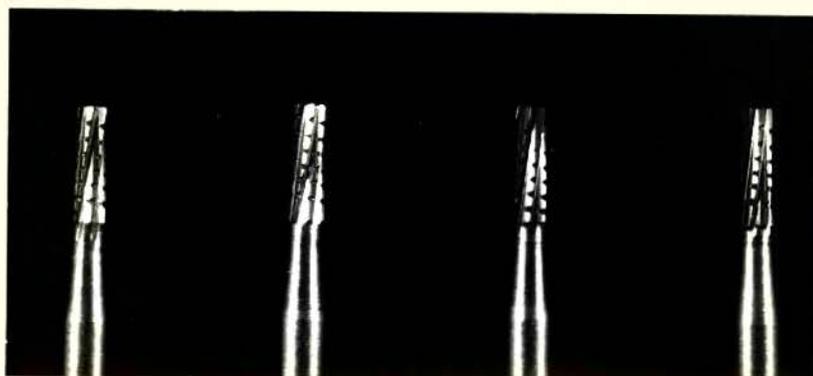
Finalmente, o número de cortes de cada broca foi analisado, dando como resultado que as brocas não se com-

portam significativamente diferentes entre si — o que de certa forma vem reforçar nossa asserção anterior, sôbre a não importância prática das diferenças encontradas.

Então, no desenvolvimento do trabalho, e principalmente, na análise dos dados obtidos, verificada acima, de terminou-se uma série de fatos, que a nosso ver, respondem às perguntas feitas sob a epígrafe de "PROPOSIÇÕES".

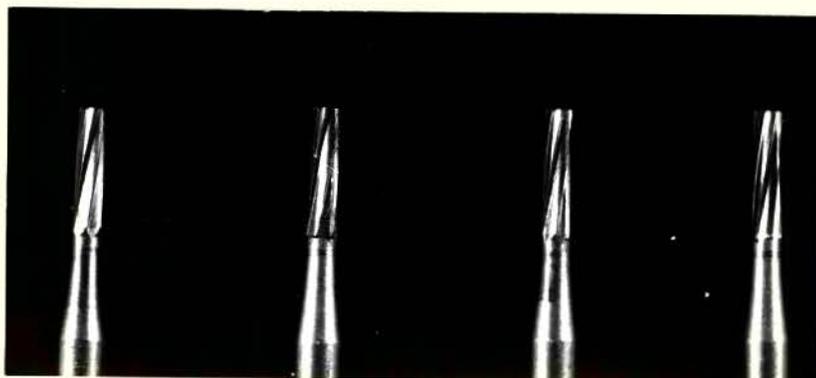
\*

\* \*



A B C N

FIGURA 7 - Comparação do estado de uma broca nova (N), de carboneto de tungstênio, carbide F.G., marca "SSW", nº 558, com suas similares usadas (A, B e C)



A B C N

FIGURA 8 - Comparação do estado de uma broca nova (N), de carboneto de tungstênio, carbide F.G., marca "SSW", nº 57, com suas similares usadas (A, B e C)



A B C N

FIGURA 9 - Comparação do estado de uma pedra montada diamantada nova (N), cilíndrica, F.G., marca "DICA", nº 541, com suas similares usadas (A, B e C)

## 8 - CONCLUSÕES

Pelo que se pode depreender de nosso estudo, exposto e discutido nesta tese, julgamos válidas as conclusões:

1) Quando tecidos duros dos dentes foram cortados por instrumentos cortantes rotatórios, a temperatura apresentada pela câmara pulpar e registrada no Potenciógrafo variou de 28,68°C a 37°C;

2) Nenhum dos quatro grupos dentais apresentou - temperaturas que pudessem ser consideradas significativamente menores ou maiores que os outros, durante a operação de corte;

3) O maior uso das brocas, até o ponto clinicamente aceitável, ou seja, seu relativo embotamento de corte, - não determinou nenhuma alteração térmica que possa ser considerada significativa;

4) Estatisticamente, o grupo de pedras montadas - diamantadas nº 541 difere significativamente das demais brocas, enquanto que o grupo de brocas de carboneto de tungstênio nº 57 e 558, não diferem significativamente entre si; e

5) Segundo a análise estatística, não houve diferenças significativas entre as brocas, quanto ao número de dentes cortados.

\*

\* \*

9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS (\*)

- 1 - ANDERSON, D.J. & VanPRAAGH, G. - Preliminary investigation of the temperature produced in buring. Br. dent.J., London, 73: 62-64, aug. 1, 1942.
- 2 - APLIN, A.W.; CANTWELL, K.R. & MANNY, V.R. - Effect of coolants on temperature rise resulting from cavity preparation. J.dent.Res., Chicago, 38: 761, - jul-aug., 1959 (abstr.).
- 3 - ARNIM, S.S. - Conservation of the dental Pulp: cavity preparation. J.prosth.Dent., St.Louis, 9: 1017-1036, nov.dec., 1959.
- 4 - BARRY, H. - Possible methods of controlling dental pain. Am.J.Orthod.and Oral Surg. (Oral Surg.sect.) St. Louis, 33: 401-406, may, 1947.
- 5 - BHASKAR, S.N. & LILLY, G.E. - Intrapulpal temperature - during cavity preparation. J.dent.Res., Chicago, - 44: 644-647, jul-aug., 1965.
- 6 - BRONNER, F.J. - Some studies on pulp and dentin reactions. Dent.Cosmos, Philadelphia, 74: 535-537, 1932.
- 7 - BRUNER, F.W. - A study of certain of the effects of rotating instruments when cutting dental tissues at at speeds in excess of 150.000 rpm. Dent.Abstr., - Chicago, 4: 21, oct., 1959.

---

(\*) Segundo o F.N.B.-66 da Associação Brasileira de Normas Técnicas. Abreviaturas dos títulos e periódicos segundo World List of Scientific Periodicals 4 rd. ed., London, Butterworths, 1963.

---

- 8 - CRAWFORD, W.H. - Thermodynamics in cavity preparations. N.W.Dent., Minneapolis, 36: 296-304, sept., 1957.
- 9 - GARDNER, A.F. & HECHT, A. - High-speed: What does it do to the dental pulp? J.Dent.Child., Ohio, 29: 72-84, 2nd quart., 1962.
- 10 - GORDON, E. - The measurement of heat produced in teeth using a pallator termocouple. Br.dent.J., London, 105: 290, oct., 1958.
- 11 - HARTLEY, J.L. - Cavity preparations by ultrasonic versus rotary instrumentation: in vitro cutting effectiveness and heat production. Armed Forces M.J., - Washington, 8: 519-527, 1957.
- 12 - HARTNETT, J.E. & SMITH, W.F. - The production of heat in the dental pulp by use of the air turbine. - J.Am.dent.Ass., Chicago, 63: 210-214, aug., 1961.
- 13 - HENSCHER, C.J. - Pain control through heat control. - Dent.Dig., Pittsburgh, 47: 294, jul., 1941.
- 14 - HENSCHER, C.J. - Heat impact of revolving instruments on vital dentin tubules. J.dent.Res., Chicago, - 22: 323, aug., 1943.
- 15 - HENSCHER, C.J. - The friction of revolving steel burs. J.Am.dent.Ass., Chicago, 31 (II): 895-902, jul. 1944.
- 16 - HOFFMANN, M. - La generación de temperaturas en la cámara pulpar al desgaste de los dientes. Odontoiat. Prot.dent., Madrid, 17: 101-102, 1959.

- 17 - HUDSON, D.C. & SWEENEY, W.T. - Temperatures developed in rotating dental cutting instruments. J.Am.dent.Ass., Chicago, 48: 127-132, feb., 1954.
- 18 - HESERICH, P.H. - Factors necessary to minimize thermal changes in tooth structures from operative procedures. N.Y.J.Dent., New York, 5: 275-280, dec., 1935.
- 19 - KEHL, G.L. - Metallurgy and metallurgical engineering series. 2nd ed., New York, McGraw-Hill Book Company, Inc., 1949, cap. 8, p. 327.
- 20 - KILPATRICK, H.C. - Alta velocidad y ultravelocidad en Odontologia. Trad. Horacio Martinez, Editorial Mundi, Buenos Aires, 1960, cap. I, p. 18.
- 21 - KONIKOW, Z. - Thermal changes in children's teeth during cavity preparation. J.Dent.Child., Ohio, 27: 242, 3rd quart, 1960 (abstr.).
- 22 - LIZANTI, V.F. & ZANDER, H.A. - Thermal conductivity of dentin. J.dent.Res., Chicago, 29: 493-497, - aug., 1950.
- 23 - LIZANTI, V.F. & ZANDER, H.A. - Thermal injury to normal dog teeth: in vivo measurements of pulp temperature increases and their effect on the pulp tissue. J.dent.Res., Chicago, 31: 548-558, aug., 1952.
- 24 - MARSLAND, E.A. & SHOVELTON, D.S. - The Effect of cavity preparation on the human dental pulp. Br.dent.J., London, 102: 213-222, mar., 1957.

- 25 - MOONEY, J.C. Barrancos - Heat develop in operative pro-  
cedures. Rev.Asoc.Odont.argent., Buenos Aires, 53:  
3-11, jan., 1965.
- 26 - NASCIMENTO, H.D. - Condutibilidade térmica em materiais  
restauradores; 1-Um aparelho para sua mensuração;-  
2-Sua aplicação ao cimento de fosfato de zinco-Pi-  
racicaba, Faculdade de Odontologia da Universidade  
de Campinas, 1967 |Tese de Doutorado|.
- 27 - PEYTON, F.A. - Temperature rise and cutting efficiency  
of rotating instruments. N.Y.St.dent.J., New York,  
18: 439-450, nov., 1952.
- 28 - PEYTON, F.A. - Temperature rise in teeth developed by  
rotating instruments. J.Am.dent.Ass., Chicago, 50:  
629-632, jun., 1955.
- 29 - PEYTON, F.A. - Effectiveness of water coolants with  
rotary cutting instruments. J.Am.dent.Ass., Chica-  
go, 56: 664-675, may, 1958.
- 30 - PEYTON, F.A. & HENRY, E.E. - Problems of cavity prepa-  
ration with modern instruments. N.Y.J.Dent., New  
York, 22(4):147-157, apr., 1952.
- 31 - PEYTON, F.A. & HENRY, E.E. - The effect of high speed  
burs, diamont instruments and air abrasive in -  
cutting tooth tissue. J.Am.dent.Ass., Chicago, -  
49:426-435, oct., 1954.
- 32 - PEYTON, F.A. & VAUGHN, R.C. - Thermal changes developed  
during the cutting of tooth tissue. Fortn.Rev.Chi-  
cago dent.Soc., Chicago, 20: 9-23, dec.15,1950.

- 33 - RAUBER, G. - El calor de la camara pulpar al trabajar los tecidos duros del diente con la alta velocidad. Rev.Asoc.Odont.argent., Buenos Aires, 51: - 265-270, aug., 1963.
- 34 - ROBINSON, H.B.G. & LEFKOWITZ, W. - Operative dentistry and the pulp. J.prosth.Dent., St.Louis, 12: 985-1001, sept-oct., 1962.
- 35 - SCHUCHARD, A. - Action of water coolants with ultra-high rotating speeds. J.prosth.Dent., St.Louis, - 12:559-565, may-jun., 1962.
- 36 - SCHUCHARD, A. - Surface temperature response by use - of air coolant in restorative procedures. J. Am. dent.Ass., Chicago, 75: 1188-1193, nov., 1967.
- 37 - SCHUCHARD, A. & Watkins, E.C. - Temperature response to increased rotational speeds. J.prosth.Dent., St. Louis, 11:313-317, mar-apr., 1961.
- 38 - SCHUCHARD, A. & WATKINS, E.C. - Thermal and histologic response to high speed and ultrahigh speed - cutting in tooth structure. J.Am.dent.Ass., Chicago, 71: 1451-1458, dec., 1965.
- 39 - SCHUCHARD, A. & WATKINS, E.C. - Cutting effectiveness of tungsten carbide burs and diamond points at - ultra-high rotational speeds. J.prosth.Dent., St. Louis, 18: 58-65, jul., 1967.
- 40 - STANLEY, H.R. - Traumatic capacity of high speed and ultrasonic dental instrumentation. J.Am.dent.Ass., Chicago, 63: 749-766, dec., 1961.

- 41 - THOMAS, B.O.A. - Effectiveness of chilled burs in eliminating pain. J.dent.Res., Chicago, 20: 361-367, aug., 1941.
- 42 - VALE, W.A. - Cavity preparation and further thoughts - on high speed. Br.dent.J., London, 107: 333-346, -dec., 1, 1959.
- 43 - VAUGHN, R.C. & PEYTON, F.A. - The influence of rotational speed on temperature rise during cavity preparation. J.dent.Res., Chicago, 30: 737-744, oct., 1951.
- 44 - VENDROUX, C. & PÉROL, J. - Expériences de calorimétrie intra-pulpaire sur dents vivantes dans le cadre de l'étude des turbines. Ann.Odonto-stomat., Lyon 21: 245-248, nov.-dec., 1964.
- 45 - ZACH, L. & COHEN, G. - Thermogenesis in operative techniques. J.prosth.Dent. St.Louis, 12: 977-984, -sept.-oct., 1962.
- 46 - ZACH, L. & COHEN, G. - Pulp response to externally applied heat. Oral Surg., St.Louis, 19: 515-530, -apr., 1965.
- 47 - WALSH, J.P. - Apud PANZER, M. - The heat produced during cavity instrumentation. J.Dent.Child., Ohio, 17: 33-41, 4th quart, 1950.
- 48 - WHEATCROFT, M.G.; HEATNERR, J.E. & SMITH, W.F. - Temperature changes produced with air turbines. Dent. Prog., Chicago, 1: 52-56, oct., 1960.

49 - WILLIS, E.H. & WORNER, H.K. - Apud PANZER, M. - The  
heat produced during cavity instrumentation. J.  
Dent.Child., Ohio, 17: 33-41, 4th quart., 1950.

\*

\* \*

10 - APÊNDICE

RELATÓRIO DA ANÁLISE ESTATÍSTICA

Nesse ensaio, foram verificadas nove brocas quanto à temperatura e número de cortes. Das nove brocas, três eram de nº 57, três de nº 541 e três de nº 558.

Com cada uma das brocas, foram feitos cortes sucessivos, sendo que durante cada corte era medida a temperatura da câmara pulpar. Com êsses dados foram feitas análises de variância para verificar diferenças estatísticas entre o comportamento das brocas, quanto à temperatura de corte. Os resultados obtidos foram:

1) Dentro da broca nº 57

CAUSA DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Brocas .....	2	106,8639	53,4320	72,2**
Resíduo .....	178	131,8136	0,7405	
TOTAL .....	180	238,6775		

Observa-se que o teste foi significativo ao nível de 1% de probabilidade. (Os dois asteriscos indicam significância ao nível de 1% de probabilidade).

Determinaram-se então as diferenças significativas, pelo teste de Tukey, obtendo-se:

$$\Delta_1 = 0,41$$

$$\Delta_2 = 0,40$$

$$\Delta_3 = 0,40$$

As médias foram:

$$\hat{m}_A = 31,10$$

$$\hat{m}_B = 32,90$$

$$\hat{m}_C = 32,38$$

Conclui-se, pelo teste de Tukey, que tôdas as brocas diferem significativamente entre si.

2 - Dentro da pedra montada nº 541

CAUSA DE VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Brocas .....	2	42,3703	21,1852	42,7**
Resíduo .....	216	107,1898	0,4662	
TOTAL .....	218	149,5601		

Também para êste tipo de broca notou-se um valor de F significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Os valores de  $\Delta$  do teste de Tukey foram:

$$\Delta_1 = 0,32$$

$$\Delta_2 = 0,33$$

$$\Delta_3 = 0,33$$

As médias foram:

$$\hat{m}_A = 33,24$$

$$\hat{m}_B = 34,28$$

$$\hat{m}_C = 33,85$$

Donde se conclui que tôdas as brocas diferem entre si.

3 - Dentro da broca nº 558

CAUSA DE VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Brocas .....	2	62,6757	31,3378	26,4**
Resíduo .....	206	244,4155	1,1865	
TOTAL .....	208	207,0912		

O valor do teste F foi significativo ao nível de 1% de probabilidade. Assim, verificaram-se as médias pelo teste de Tukey, obtendo-se os seguintes valores de  $\Delta$  :

$$\Delta_1 = 0,43$$

$$\Delta_2 = 0,46$$

$$\Delta_3 = 0,40$$

As médias foram:

$$\hat{m}_A = 32,12$$

$$\hat{m}_B = 32,42$$

$$\hat{m}_C = 31,15$$

Conclui-se, portanto, que a broca C difere significativamente das demais, enquanto as brocas A e B não diferem significativamente entre si.

#### 4 - Entre os tipos de brocas

Foi feita também uma análise de variância para testar os diferentes tipos de brocas entre si, obtendo-se:

CAUSA DE VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Tipos de brocas .....	2	427,7951	213,8976	186,4**
Resíduo .....	606	695,3388	1,1474	
TOTAL .....	608	1.123,1399		

Nota-se que o valor do teste F foi significativo ao nível de 1% de probabilidade. O teste de Tukey nos deu os valores de  $\Delta$  :

$$\Delta_1 = 0,24$$

$$\Delta_2 = 0,25$$

$$\Delta_3 = 0,25$$

As médias foram:

$$\hat{m}_{57} = 32,13$$

$$\hat{m}_{541} = 33,79$$

$$\hat{m}_{558} = 31,89$$

Pelos resultados acima, conclui-se que a broca nº 541 difere significativamente das demais, enquanto que a broca nº 57 e nº 558 não diferem significativamente entre si.

O número de cortes de cada broca foi também analisado através do teste  $X^2$ , obtendo-se:

BROCAS	A	B	C	
558	55 (66,23)	89 (75,50)	65 (67,26)	209
57	60 (57,36)	58 (65,38)	63 (58,25)	181
541	78 (69,40)	73 (79,11)	68 (70,48)	219
	193	220	196	609

$$\chi^2 = 7,35$$

Nota:- Os valores entre parenteses são as frequências esperadas, calculadas a partir da hipótese de proporcionalidade entre as brocas.

Como o teste de  $\chi^2$  deu não significativo, podemos concluir que as brocas não se comportam significativamente diferente, quanto ao número de cortes.

a) ROBERTO SIMIONATO DE MORAES  
Instrutor da Cadeira 16-(Matemática e Estatística) da  
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

\*

\* \*