

AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA TEMPERATURA DE DOIS GASES REFRIGERANTES USANDO TERMOMETRO DIGITAL

IN VITRO EVALUATION OF TWO REFRIGERANTS TEMPERATURE USING DIGITAL THERMOMETER

João Marcelo Ferreira de Medeiros*¹, Miguel Simão Haddad Filho², Jose Lucas Martins¹, Stella Maris Badino Abani Krahebuhl¹, Marcelo dos Santos³

¹Universidade Camilo Castelo Branco, São Paulo, São Paulo, Brasil. ²Universidade São Francisco. Bragança Paulista, São Paulo, São Paulo, Brasil. ³Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo, Brasil.

*Autor correspondente: Rua Carolina Fonseca, 584, São Paulo, SP. CEP 08230-030 Email: ferreiramedeiros@yahoo.com.br Telefone +55 11 982666915

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi comparar valendo-se de termômetro digital, a temperatura na fonte obtida por dois gases refrigerantes da marca comercial Congelante Aerossol e o Endo-Ice. Durante três segundos borrifou-se a superfície do penso de algodão e da haste flexível e, a seguir, levava-se a superfície do termopar. Houve diferença estatisticamente significativa entre as médias de temperaturas obtidas do Endo-Ice com penso de algodão e haste flexível assim como entre as médias de temperaturas obtidas do Congelante Aerossol e os dois meios de transporte ($p < 0,05$). Ao confrontar o gás refrigerante Endo-Ice e Congelante Aerossol valendo-se do penso de algodão não ocorreu significado estatístico ($p < 0,05$). Quanto à aplicação do gás refrigerante Endo-Ice/penso de algodão comparativamente ao gás refrigerante Congelante Aerossol/haste flexível ocorreu significado estatístico ($p < 0,05$). Também ocorreu significado estatístico ($p < 0,05$) entre o Congelante Aerossol/penso de algodão em comparação com o Endo-Ice/haste flexível e a mesma ocorrência com o Endo-Ice/haste flexível e Congelante Aerossol/haste flexível ($p < 0,05$). Concluiu-se que a média de temperatura obtida no penso de algodão foi menor independente do agente usado. O Congelante Aerossol obteve menor temperatura do que Endo-Ice independente das fontes utilizadas. A temperatura no penso de algodão foi mais baixa do que a temperatura na haste flexível.

Palavras-chave: Teste da polpa dentária; Temperatura baixa; Agentes de resfriamento

ABSTRACT

The aim of this study was to compare drawing on digital thermometer, the temperature at source obtained by two refrigerants trademark Congelante Aerossol and Endo-Ice. Three seconds sprayed to the surface of the cotton patch and flexible rod and, then carried to the surface of the thermocouple. There was a statistically significant difference between the average temperature obtained from the Endo-Ice with cotton and flexible rod dressing and between the average temperature obtained from Congelante Aerossol and the two transport difference ($p < 0.05$). Confronting the refrigerant gas Endo-Ice and Freezing Spray drawing on cotton dressing was not statistically significant ($p < 0.05$). The application of refrigerant Endo-Ice / think of cotton as compared to refrigerant gas Freezing Spray / flexible rod was statistically significant ($p < 0.05$). There was also statistically significant ($p < 0.05$) between the Congelante Aerossol/cotton dressing compared to the Endo-Ice/flexible rod and the same occurred with the Endo-Ice/flexible rod and a Congelante Aerossol/ flexible stem ($p < 0.05$). It was concluded that the average temperature obtained in the cotton patch was less independent of the agent used. The Congelante Aerossol spray had lower temperature compared to the independent Endo-Ice of the sources used. The temperature in the cotton dressing was lower than the temperature in the flexible shaft.

Keywords: Dental pulp test; Low temperature; Cooling agents

INTRODUÇÃO

O diagnóstico é de fundamental importância em endodontia na determinação correta do estado pulpar e subsequente tratamento a ser realizado de forma mais adequada possível. Assim é que a utilização de recursos semiotécnicos durante o exame clínico do paciente facilita a realização do caso em particular indicando corretamente o problema e apontando a possível reversibilidade ou não do processo inflamatório pulpar (MEDEIROS et al., 2012; MEDEIROS, CALDEIRA e HADDAD FILHO 2015).

Dos recursos suplementares mais utilizados destacam-se os testes térmicos pelo frio e calor e o elétrico (MEDEIROS et al., 2007; MEDEIROS et al., 2010). Dos métodos de aplicação clínica pelo resfriamento, os mais escolhidos são o bastão de gelo e os gases refrigerantes representados pelo tetrafluoroetano e associação butano/propano. Ocorre que a temperatura do gás refrigerante é muito baixa e, por conseguinte, representam recursos térmicos dotados de alta confiabilidade (MOURA-NETTO, et al., 2007; MEDEIROS, et al., 2007; IRALA, et al., 2007; MEDEIROS, et al., 2010) e trata-se de método capaz de distinguir o grau de reversibilidade ou não do processo inflamatório instalado na polpa dentária (HADDAD FILHO et al. 2009).

Pesce et al. (1995) compararam testes de polpa com relação à capacidade de diminuir a temperatura intrapulpar *in vitro* valendo-se de dois incisivos centrais inferiores humanos extraídos realizando acesso à câmara com um milímetro de diâmetro até a câmara pulpar. Cada dente foi colocado em um dispositivo de fixação, isolando as coroas das raízes as quais foram submersas em um banho termostático com um constante movimento da água destilada, à temperatura de 37°C. Um termopar foi introduzido na câmara pulpar de cada dente e conectado a um registro de temperatura. O termopar de um dente (controle) registrou a temperatura do banho e o outro, as mudanças de temperatura na câmara pulpar durante a aplicação de agentes frios na superfície vestibular do dente. A temperatura do banho foi ainda medida com um líquido padrão em um termômetro de vidro com graduação de 0,1°C até cerca de 0,05°C. Em seguida aplicaram-se os agentes térmicos representados pelo gelo, neve carbônica e diclorodifluorometano diretamente no esmalte, sendo o diclorodifluorometano aplicado por meio de penso

de algodão e que foram removidos apenas quando diminuiu a temperatura máxima. A temperatura intrapulpar foi registrada digitalmente valendo-se de uma impressora. O menor tempo gasto foi do gás refrigerante diclorodifluorometano, cujo decréscimo máximo foi de 8,5°C com tempo de 36 segundos, enquanto que o bastão de gelo sofreu decréscimo máximo de 4,5°C em 69 segundos. Para a neve carbônica, a diminuição foi de 13°C num tempo de 51 segundos. A maior capacidade de neve carbônica e diclorodifluorometano em diminuir a temperatura intrapulpar justificam a maior confiabilidade destes agentes, em comparação ao gelo.

Medeiros e Pesce (1997) avaliaram a eficácia do bastão de gelo e do tetrafluoroetano na determinação da vitalidade pulpar em 594 dentes humanos cariados, restaurados e íntegros de 72 pacientes, com idade variável entre 47 e 60 anos de ambos os sexos. Concluíram que, a aplicação do gás de tetrafluoroetano propiciou maior índice de acerto quando comparado com o bastão de gelo.

Caldeira et al. (1998) avaliaram a utilização dos testes de vitalidade como o gelo e o gás refrigerante, em diversas faixas etárias de 413 pacientes de ambos os sexos com idades entre 10 e 65 anos; em 1300 dentes. Concluíram que, o gás refrigerante provocou um maior número de respostas positivas do que o gelo, em todos os grupos.

Medeiros e Pesce (1998) compararam em 2420 dentes superiores e inferiores humanos e íntegros o resultado do emprego do bastão de gelo e do gás tetrafluoroetano na determinação da vitalidade pulpar em diferentes grupos dentários. Concluíram que o tetrafluoroetano, em relação ao bastão de gelo, produziu índice de acerto maior em todos os grupos testados.

Irala et al. (2003) averiguaram a capacidade de abaixamento de temperatura de dois gases refrigerantes, considerando as variáveis distância da fonte e tempo de gás premido. Os agentes térmicos escolhidos foram o tetrafluoroetano, como o CS68 e o Pharmaéthyl. Concluíram que, a variável tempo de agente premido e de distância fonte/junta quente foram de três a cinco segundos e entre dois a cinco centímetros, respectivamente, o que se deve ser obedecido no uso de agentes de transporte como haste flexível e penso de algodão.

Medeiros et al. (2004) estudaram a confiabilidade do bastão de gelo e do tetrafluoroetano na determinação da vitalidade pulpar em dentes com coroa protética em metalo-cerâmica, metalo-plástica, metálica

e plástica (provisório) em 400 dentes humanos superiores e inferiores. Concluíram que o gás refrigerante tetrafluoretano em comparação com o bastão de gelo produziu maior índice de acerto em todos os grupos.

Araldi et al. (2004) estudaram a eficácia de dois gases refrigerantes o -20°C (Aerojet) e o Endofrost (Roeko), na determinação da vitalidade pulpar em 400 incisivos centrais superiores hígidos com rizogênese incompleta de 200 crianças entre sete e nove anos. Concluíram que não houve diferença entre os dois gases, com relação à eficácia. Ambos mostraram um elevado índice de respostas positivas quando aplicados nos dentes selecionados, sendo que 86,5% para o -20°C e de 80,8% para o Endofrost.

Medeiros et al. (2005) avaliaram a eficiência em 60 dentes molares superiores e inferiores humanos antes dos procedimentos restauradores e após o uso de aparelho ortodôntico, quando da aplicação do bastão de gelo e do gás tetrafluoretano. Durante o exame físico os dentes portadores de processo de cárie superficial apresentavam-se com dor quando provocada por estímulos térmicos sendo de pequena intensidade e que desaparecia tão logo o estímulo era removido. Uma vez realizada a aplicação dos agentes de resfriamento os dentes foram restaurados e posteriormente instalou-se o aparelho. Concluíram que, o tetrafluoretano, quando comparado com o bastão de gelo, produziu índice de acerto maior tanto antes como depois do uso do aparelho ortodôntico. Após a remoção do aparelho ortodôntico, constatou-se que dos 20 dentes com resposta positiva nos quais foi empregado inicialmente o bastão de gelo houve redução do índice de respostas em 55% dos casos enquanto para o tetrafluoretano tal diminuição foi de apenas 5%.

Irala et al. (2007) mensuraram o abaixamento de temperatura interna da câmara pulpar, após a aplicação do spray de gás refrigerante à base de tetrafluoretano, em um dente extraído nas três seguintes situações clínicas: hígido, restaurado com amálgama e finalmente, restaurado com resina composta. A cavidade pulpar deveria ser relativamente ampla e livre de calcificações ou atresia com o intuito de propiciar uma melhor passagem de água aquecida até a câmara pulpar, no momento do banho de calibração termométrica. Estabilizada a temperatura em 36°C , aplicou-se o gás refrigerante com um penso de algodão preso a uma pinça clínica aproximadamente por três segundos determinados por um cronômetro digital.

Esta metodologia foi empregada nas três modalidades propostas nesta pesquisa: inicialmente no dente hígido, após quando restaurado com amálgama e, finalmente, quando removido o amálgama e restaurado com resina composta. A aplicação do gás refrigerante foi repetida 11 vezes para cada situação, sempre aguardando que a temperatura retornasse aos 36°C para que fosse feita a nova aplicação. Para a segunda condição (dente restaurado com amálgama) foi preparada uma cavidade na cervical (classe V) com cinco milímetros de largura no sentido mésio-distal, três milímetros no sentido cérico-incisal e 1,66 de profundidade. Restaurou-se a cavidade com amálgama de prata. No momento do estudo do dente com restauração de resina composta, removeu-se o amálgama com uma broca diamantada esférica, com os devidos cuidados para não ampliar a cavidade. Restaurou-se novamente o dente, agora com resina composta fotopolimerizável. Concluíram que o material restaurador amálgama propiciou o maior abaixamento de temperatura em relação ao dente hígido e ao dente restaurado com resina composta. O amálgama foi o material que oportunizou o menor tempo para chegar à temperatura mais baixa.

Medeiros et al. (2007) propuseram investigar qual o método de escolha na detecção da sensibilidade pulpar num questionário previamente elaborado, o mais utilizado. Foi enviado por correio, 200 questionários a especialistas em Endodontia da grande São Paulo de uma listagem obtida do Conselho Regional de Odontologia do Estado de São Paulo. Perguntava-se: “Quais os recursos complementares na detecção da sensibilidade pulpar que você utiliza durante o exame do paciente?” Os dados eram reunidos e ordenados de modo a visualizar a questão formulada da seguinte forma: 1. Testes térmicos pelo frio 1.1 bastão de gelo 1.2 água fria 1.3 algodão embebido em álcool 1.4 jato de ar 1.5 gases refrigerantes 1.5.1 - cloreto de etilo 1.5.2 – tetrafluoroetano 1.5.3 – bastão de neve carbônica 2. Testes térmicos pelo calor 2.1 - bastão de guta-percha 2.2 - brunidor aquecido 2.3 – outros 3. Teste elétrico pulpar 4. Teste de cavidade 5. Teste de anestesia 6. Outros. Concluíram que os mais utilizados para verificar a sensibilidade pulpar foram, em ordem decrescente: gás refrigerante, bastão de gelo, guta-percha aquecida, teste de cavidade, teste elétrico, água e jato de ar, teste de anestesia, brunidor aquecido e algodão embebido em álcool.

Barletta et al. (2007) analisaram, *in vivo*, a eficiência do teste do teste pulpar nos diferentes grupos dentários, realizado na face palatina ou lingual, empregando-se o gás refrigerante tetrafluoretano. Foram escolhidos 37 pacientes de ambos os sexos, entre 12 e 60 anos, que estavam em tratamento ortodôntico. O tratamento ortodôntico necessariamente devia possuir brackets na face vestibular. Foram selecionados 402 dentes hígidos ou restaurados. Para a realização do teste foi selecionado o centro da face lingual ou palatina. Concluíram que a aplicação do gás tetrafluoretano na face palatina ou lingual dos pacientes portadores de brackets ortodônticos constitui uma alternativa segura e confiável na determinação da vitalidade pulpar.

Moura-Netto et al. (2007) avaliaram a temperatura mínima alcançada por cinco gases refrigerantes. O Endo Frost (composto de propano e butano), o Drema Freeze (composto de tetrafluoretano), Congelante Aerosol (composto por hidrofluorcarbono), Confrio (composto de butano, etanol, etc) e Makira Endo Ice (composto de butano, etanol, benzoato de sódio, água desmineralizada e mentol) valendo-se de termômetro eletrônico digital envolto por uma mecha de algodão medindo a temperatura mais baixa alcançada por cada um dos gases. Após seu preparo, o termômetro foi acionado e, alcançado o equilíbrio térmico com a temperatura ambiente, o spray foi aplicado sobre a superfície do algodão por três segundos a uma distância de dois centímetros da ponta do termômetro. Aguardou-se então até que o termômetro registrasse a temperatura mais baixa alcançada pelo gás. Foram feitas 20 aplicações para cada gás. Concluíram que o gás hidrofluorcarbono alcançou a média de temperatura mais baixa entre os gases estudados ($-47,90^{\circ}\text{C}$), seguido pelos gases tetrafluoretano ($-47,55^{\circ}\text{C}$), propano/butano ($-37,95^{\circ}\text{C}$).

Morais et al. (2008) avaliaram a diferença da temperatura de gases refrigerantes (Endo-Ice, Endo-Frost, Coolermatic e Sprayon Contact and Tuner Cleaner) aplicados com o auxílio de cotonete a cinco milímetros de distância por três segundos, imediatamente colocado em contato com o termoeletrico obtendo a temperatura em dez repetições entre um teste e outro enquanto o termopar foi colocado em condições ambiente para retomar a temperatura original. Foi feita uma simulação da temperatura da câmara pulpar, através de um recém extraído para registrar as alterações de temperatura na câmara pulpar causada pelos diferentes

gases refrigerantes. O termopar foi inserido na cavidade pulpar do incisivo central superior até chegar à câmara pulpar do dente a ser estudado em aproximadamente 10 segundos, que é o tempo necessário para a temperatura se estabilizar. Um cotonete recebeu gás refrigerante durante três segundos, a uma distância de cinco milímetros que foi imediatamente colocado em contato com a face vestibular do dente por 10 segundos. O nitrogênio líquido e o gelo foram similarmente testados. Concluíram que entre o tetrafluoretano e a mistura propano-butano a temperatura dentro da câmara pulpar apresentou diminuição semelhante entre os dois gases refrigerantes.

Haddad Filho et al. (2009) avaliaram os dados da anamnese colhidos dos relatos de 692 dentes com pulpite irreversível em 560 pacientes quanto à sensibilidade provocada pelo contato de substâncias frias e os compararam aos resultados da resposta pulpar obtidos pela aplicação de dois agentes térmicos o gelo e gás refrigerante, considerando o aumento ou a diminuição da intensidade sintomatológica. Concluíram que, para as situações avaliadas em ambos agentes empregados ocorreu alto índice de intensificação do processo doloroso, porém estatisticamente significante. Comparando-se os dados do exame anamnético com o bastão de gelo como agente térmico de resfriamento, não ocorreu diferença estatisticamente significante entre variáveis: alívio intensificação ou nenhuma alteração da sensibilidade, diferentemente da comparação do exame anamnético com o tetrafluoretano, quando ocorreu diferença estatisticamente significante entre as variáveis.

Medeiros et al. (2010) investigaram neste estudo o método de escolha na detecção da sensibilidade pulpar de cirurgiões-dentistas clínicos gerais ou especialistas da cidade de Taubaté. Foram entrevistados randomicamente 106 cirurgiões-dentistas valendo-se de um questionário elaborado pelo autor. O questionário foi elaborado por Medeiros et al. (2007), indagando-se no referido formulário: “Quais os recursos complementares para detecção da sensibilidade pulpar que você utiliza durante o exame do paciente?” Os testes foram: 1. Testes térmicos pelo frio; 1.1 - bastão de gelo; 1.2 - água fria; 1.3 - algodão embebido; em álcool; 1.4 - jato de ar; 1.5 - gases refrigerantes; 1.5.1 - cloreto de etila; 1.5.2 - tetrafluoretano ou butano/propano; 1.5.3 - bastão de neve carbônica; 2. Testes térmicos pelo calor; 2.1 - bastão de guta-percha; 2.2 - brunidor aquecido;

3. Teste elétrico pulpar; 4. Teste de cavidade; 5. Teste de anestesia. Concluíram que dentre os métodos suplementares de exame do paciente relacionados no formulário, os mais usados na determinação da sensibilidade pulpar foram, em ordem crescente: algodão embebido em álcool (1), teste elétrico (2), brunidor aquecido (5), água fria (26), teste de cavidade (33), teste de anestesia (41), jato de ar (44), gás refrigerante (68), bastão de gelo (82) e guta-percha aquecida (96).

Tavares (2010) avaliou a variação térmica dentro da câmara pulpar em dentes humanos extraídos, por meio da utilização de diferentes estímulos térmicos, quente e frio, utilizados na endodontia. A amostra consistiu de 10 pré-molares com face vestibular íntegra sem alterações estruturais ou patológicas. Esses foram seccionados cinco milímetros abaixo da junção amelo-cementária, ou até a remoção do assoalho da câmara pulpar, com uma broca diamantada 1094 (KG Sorensen) em alta rotação. Então, realizou-se uma ampliação do acesso à câmara pulpar com broca esférica 1012 (KG Sorensen), em alta rotação, sem que ocorresse desgaste da parede dentinária vestibular pertencente à câmara pulpar. Concluído o preparo, foi confeccionado um troquel de resina acrílica autopolimerizante com comprimentos de dois centímetros, três centímetros e cinco centímetros, e o dente sendo fixado no mesmo após preparo de um nicho para a sua colocação em posição que facilitasse todos os procedimentos de mensuração das temperaturas. O corpo de prova foi fixado a uma prensa manual. Essa metodologia foi aplicada em todos os 10 dentes, sendo aplicados os gases refrigerantes: Endofrost (propano-butano mistura, Roeko, Germany), Endo-Ice (Propano-butano mistura, Maquira, Brasil) e o gás refrigerante para circuitos elétricos Congelador de Circuitos à base de hidrofluorometano, (Implastec, São Paulo), através da utilização de um cotonete com aplicação de dois segundos, borrifado a uma distância de cinco milímetros com um aplicador de 30 milímetros de comprimento. O último foi a gutta-percha aquecida até se observar o aparecimento de fumaça, correspondendo a uma temperatura de 120-150°C, por um tempo aproximado de dois segundos. Concluíram que, o gás refrigerante Congelante Aerossol apresentou a maior capacidade de alteração térmica em testes de sensibilidade pulpar nas duas verificações, tanto em cinco segundos de aplicação como na menor temperatura obtida em testes de vitalidade pulpar, apresentando resultados estatisticamente significantes. O gás

refrigerante Endofrost apresentou maior capacidade de alterações térmicas que o Endo-ice Maquira e a gutta-percha aquecida, mas não diferiram estatisticamente. O gás refrigerante Endo-ice Maquira apresentou maior capacidade de alteração térmica que a Guta-Percha aquecida na primeira verificação, mas já na segunda verificação a Guta-Percha aquecida apresentou maior capacidade de alteração térmica, mas os resultados não diferiram estatisticamente.

Garza et al. (2010) determinaram a forma de como as aplicações repetidas de um spray refrigerante em várias fontes de algodão afetou a mudança na temperatura pulpar. Um termopar foi colocado no teto da câmara pulpar de um canino superior humano e ligada a um termômetro em intervalos de um segundo, enquanto, a raiz foi imerso num banho de água a 37°C. Foram utilizados quatro tipos diferentes de suporte: bolinha grande de algodão, bolinha pequena de algodão, aplicadores de algodão de ponta porosa e rolos de algodão. Cada veículo foi pulverizado com tetrafluoroetano e colocado na coroa durante cinco segundos. Mudança de temperatura da polpa foi registrada após cada cinco segundos a aplicação do mesmo portador de dente até um total de seis aplicações de pulverizações e consecutivos transportes foram aplicados. Cada grupo consistiu de 10 desempenhos de transportadores dos seis conjuntos de leituras (n=10). Calculou-se a diferença entre a linha de base e a leitura de temperatura baixa para determinar a variação de temperatura (°C) na câmara por aplicação. Quando foi utilizada a pulverização do refrigerante, o meio de transporte bolinha de algodão grande geralmente produziu à maior diminuição da temperatura da polpa em cada aplicação repetida em comparação com os outros tipos de transportadores. No entanto, o mesmo meio de transporte não deve ser pulverizado com o refrigerante mais do que duas vezes antes de ser substituído.

Borges et al. (2011) avaliaram a eficácia do bastão de gelo e do gás refrigerante à base de tetrafluoreetano na determinação da vitalidade pulpar em 749 dentes anteriores superiores humanos cariados, restaurados ou íntegros de 93 pacientes, com idade entre 10 e 49 anos. Os autores concluíram que o gás refrigerante à base de tetrafluoreetano, quando comparados ao bastão de gelo, mostrou maior índice de resposta positiva ao teste de vitalidade pulpar. Essa diferença foi verificada independentemente da idade do paciente. Desta forma, constitui-se meio eficiente na

determinação da vitalidade pulpar de dentes íntegros, cariados ou restaurados.

Medeiros et al. (2012) compararam a frequência de respostas positivas e negativas, bem como a intensidade da dor do paciente frente à aplicação térmica em 625 dentes humanos cariados antes e após os procedimentos restauradores. A intensidade dolorosa foi medida por meio da Escala Analógica Visual representada por uma régua calibrada em milímetros de 1 a 10. Antes de fazer a restauração aplicou-se o bastão de gelo e depois o gás refrigerante, para obtenção da resposta pulpar. Após a restauração, nova aplicação dos testes e avaliação da intensidade dolorosa valendo-se da referida escala. Ao comparar o bastão de gelo e gás refrigerante ocorreu diferença percentual de repostas positivas e negativas, o mesmo ocorrendo à intensidade da dor nos seus três níveis tanto antes como depois dos procedimentos restauradores. Concluíram que, o gás refrigerante comparado com o gelo, determinou maior número de frequências de respostas positivas tanto antes como depois dos procedimentos restauradores. O número de dentes com dor intensa antes dos procedimentos restauradores foi maior do que depois da restauração a aplicação do gelo como o gás refrigerante. Quanto à intensidade dolorosa moderada e leve verificou-se que antes de realizar a restauração os índices percentuais foram menores em relação à intensidade dolorosa depois dos procedimentos restauradores tanto a aplicação do gelo como o gás refrigerante.

A proposição deste estudo foi avaliar e comparar *in vitro* as temperaturas em graus Celsius, valendo-se de termômetro digital de dois gases refrigerantes: o hidrofluorcarbono e a associação butano/etanol/benzoato de sódio/água desmineralizada/essência mentol.

MATERIAL E MÉTODO

Foi realizada tomada de temperatura ambiente a qual foi medida antes da realização dos ensaios com o próprio termômetro digital.

Realizaram-se 50 ensaios valendo-se de dois gases refrigerantes os quais foram borrifados na superfície de um penso de algodão nos ramos de uma pinça clínica e, da mesma forma, 50 avaliações utilizando haste flexível. Para tanto, foram escolhidos o hidrofluorcarbono comercialmente conhecido como Congelante Aerossol (Implastec Ltda. Votorantim/SP) e o Endo-Ice (Maquira Indústria de Produtos Odontológicos LTDA./Maringá/PR) (Figura 1).

Figura 1: Imagem ilustrativa dos gases refrigerantes



O termômetro foi ligado por meio do botão ON, e encaixou o termopar no THERMOCOUPLE T1 acionando após isso o botão T1 regulando o termômetro em graus Celsius (Figura 2).

Figura 2: Digital Thermometer Model TD-1350



Para cada tipo de gás refrigerante repetiram-se os ensaios de forma que totalizaram 200 aplicações, sendo 100 para o Congelante Aerossol (hidrofluorcarbono) e 100 para a Endo-Ice (butano/etanol/benzoato de sódio/água desmineralizada/essência mentol).

Para os referidos testes, aplicou-se o spray a uma distância de aproximadamente dois centímetros do penso de algodão ou a haste flexível do bico pulverizador durante três segundos (Figura 3) e, após isso, levou-se imediatamente em contato o penso de algodão no termopar (DIGITAL THERMOMETER, MODEL TD-1350, ICEL Com de Instrumentos de Medição Ltda/São Paulo/SP) (Figura 4).

Figura 3: Aplicação no penso de algodão na haste flexível

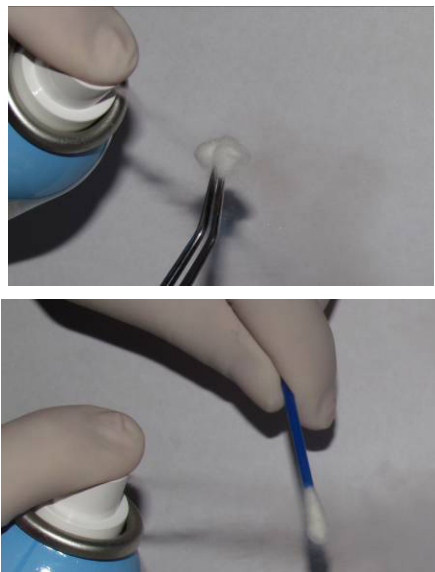
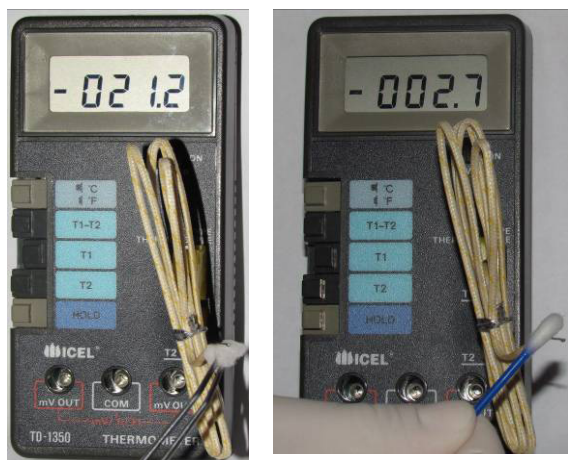


Figura 4: Leitura no termômetro digital



Inicialmente registrou-se a temperatura do penso de algodão e depois da haste flexível e, no instante em que ocorreu o decréscimo máximo de temperatura foi acionado o botão função Hold do termômetro, a fim de manter este decréscimo máximo da temperatura salvo. Este foi registrado no visor digital do termômetro sob a forma de número (Figura 5).

Figura 5: Registro da temperatura no visor digital



De posse dos resultados obtidos foram confeccionadas as tabelas e, a seguir, realizada a análise estatística.

RESULTADOS

Os resultados deste estudo estão revelados nas tabelas de 1 a 7.

Tabela 1: Média (\bar{x}), Desvio Padrão (σ), Coeficiente de Variação (CV) e teste de Kolmogorov-Smirnov da comparação do ensaio com Endo-Ice valendo-se do penso de algodão e haste flexível em relação à grandeza temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e teste U-Mann Whitney

ENSAIO	TEMPERATURA ($^{\circ}\text{C}$)			
	\bar{x}	σ (0C)	CV (%)	K-S
Endo-Ice/ Penso de algodão (n=50)	-33,74	10,1543	-30,10%	Pvalor<0,05
Endo-Ice/ Haste Flexível (n=50)	-29,474	5,1918	-17,61%	Pvalor>0,05
	Pvalor<0,05			

Significante ao nível de 5%

A tabela 1 aponta valores relativos às médias, desvio padrão, coeficiente de variação e teste de Kolmogorov-Smirnov das tomadas de temperatura do Endo-Ice, valendo-se do penso de algodão e haste flexível com significado estatístico (Pvalor<0,05).

Estes dados evidenciaram que houve diferença estatisticamente significativa entre as temperaturas

obtidas do Endo-Ice valendo-se do penso de algodão e haste flexível e que ademais as médias de temperaturas do EndoIce/penso de algodão foram mais baixas do que as médias de temperaturas EndoIce/haste flexível ($p < 0,05$).

Além disso, as médias de temperaturas obtidas do Endo-Ice/Penso de Algodão apresentam mais dispersão e, portanto, coeficiente de variação bastante heterogêneo (-30,10%) em relação ao coeficiente de variação das médias de temperaturas EndoIce/haste flexível (-17,61%), cujo grau foi menos disperso.

Como os dados da comparação do ensaio com Endo-Ice valendo-se do penso de algodão e haste flexível proporcionam características de distribuição não normal, valeu-se do teste não paramétrico de U-Mann Whitney não pareado.

Tabela 2: Média (\bar{x}), Desvio Padrão (σ), Coeficiente de Variação (CV) e teste de Kolmogorov-Smirnov da comparação do ensaio com Congelante Aerossol valendo-se do penso de algodão e haste flexível em relação à grandeza temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e teste "t" Student

ENSAIO	TEMPERATURA ($^{\circ}\text{C}$)			
	\bar{x}	σ (0C)	CV (%)	K-S
Congelante Aerossol/ Penso de Algodão (n=50)	-46,716	1,7788	-3,81%	Pvalor<0,05
Congelante Aerossol/ Haste Flexível (n=50)	-41,206	4,1033	-9,96%	Pvalor>0,05
	Pvalor<0,05			

Significante ao nível de 5%

A tabela 2 contém valores vinculados às médias, desvio padrão, coeficiente de variação e teste de Kolmogorov-Smirnov da comparação dos ensaios com Congelante Aerossol valendo-se do penso de algodão e haste flexível revelando a ocorrência de significado estatístico (Pvalor<0,05).

Estes elementos evidenciaram que houve diferença estatisticamente significativa entre as temperaturas obtidas nos dois ensaios, o que demonstra que as médias de temperaturas do Congelante Aerossol valendo-se do penso de algodão foram mais baixas do

que as médias de temperaturas Congelante Aerossol/ haste flexível ($p < 0,05$).

Aliás, as médias obtidas dos ensaios com Congelante Aerossol/penso de algodão foram menos dispersos e homogêneos, portanto com coeficiente de variação de -3,81% em relação ao coeficiente de variação das temperaturas obtidas do Congelante Aerossol/ haste flexível (9,96%), com baixo grau de dispersão e homogêneo.

Os dados comparativos do ensaio deste recurso térmico com os do penso de algodão e haste flexível apresentaram características de distribuição normal e, portanto realizou-se o teste paramétrico "t" de Student.

Tabela 3: Média (\bar{x}), Desvio Padrão (σ), Coeficiente de Variação (CV) e teste de Kolmogorov-Smirnov da comparação do ensaio com Endo-Ice e Congelante Aerossol valendo-se do penso de algodão em relação à grandeza temperatura (0C) e teste U-Mann Whitney

ENSAIO	TEMPERATURA ($^{\circ}\text{C}$)			
	\bar{x}	σ (0C)	CV (%)	K-S
Endo-Ice/ Penso de algodão (n=50)	-33,74	10,1543	-30,1%	Pvalor<0,05
Congelante Aerossol/ Penso de Algodão (n=50)	-46,716	1,7788	-3,81%	Pvalor>0,05
	Pvalor<0,05			

Significante ao nível de 5%

À sua vez a tabela 3 confirma valores das médias, desvio padrão, coeficiente de variação e teste de Kolmogorov-Smirnov do confronto do gás refrigerante Endo-Ice e Congelante Aerossol, os quais valendo-se do penso de algodão não apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre os dois recursos (Pvalor<0,05).

Estes dados indicaram significado estatístico ($p < 0,05$) entre as médias de temperaturas obtidas das duas avaliações cujo maior valor médio foi para o recurso térmico Congelante Aerossol associado ao penso de algodão em comparação com o recurso Endo-Ice/ penso de algodão.

As médias obtidas de ambas as aplicações dos recursos térmicos proporcionaram alta dispersão para método de resfriamento Endo-Ice/penso de algodão

(30,1%) quando comparado ao coeficiente de variação do Congelante Aerossol/penso de algodão (3,81%), cuja medida é pouco dispersa e homogênea.

Como os dados colhidos desta comparação não são distribuídos normalmente valeu-se do teste não paramétrico de U-Mann Whitney.

Tabela 4: Média (\bar{x}), Desvio Padrão (σ), Coeficiente de Variação (CV) e teste de Kolmogorov-Smirnov da comparação do ensaio com Endo-Ice valendo-se do penso de algodão e Congelante Aerossol/haste flexível em relação a grandeza temperatura (0C) e teste U-Mann Whitney

ENSAIO	TEMPERATURA (°C)			
	\bar{x}	σ (0C)	CV (%)	K-S
Endo-Ice/ Penso de algodão (n=50)	-33,74	10,1543	-30,1%	Pvalor<0,05
Congelante Aerossol/ Haste Flexível (n=50)	-41,206	4,1033	- 9,96%	Pvalor>0,05
Pvalor<0,05				

Significante ao nível de 5%

A tabela 4 indica valores ligados a médias, desvio padrão, coeficiente de variação e teste de Kolmogorov-Smirnov (K-S) da aplicação do gás refrigerante Endo-Ice/penso de algodão comparativamente ao gás refrigerante Congelante Aerossol/haste flexível.

O teste K-S mostrou distribuição não normal dos dados (Pvalor<0,05). Em decorrência deste resultado, o teste não paramétrico de U-Mann Whitney foi utilizado, atestando que existe diferença estatística significativa entre a aplicação dos dois recursos térmicos (p<0,05), o que traduz que muito embora se tenha obtido baixa temperatura entre os estes dois recursos, eles apresentam comportamentos diferentes.

As médias obtidas da aplicação do Endo-Ice/penso de algodão coleta apresentaram mais dispersão, portanto são mais heterogêneos em relação àquelas obtidas pela aplicação do gás refrigerante Congelante Aerossol/haste flexível, porquanto o coeficiente de variação é menor (9,96%) e assim mais homogêneo.

Tabela 5: Média (\bar{x}), Desvio Padrão (σ), Coeficiente de Variação (CV) e teste de Kolmogorov-Smirnov da comparação do ensaio com Endo-Ice/haste flexível e Congelante Aerossol/penso de algodão em relação a grandeza temperatura (°C) e teste U-Mann Whitney

ENSAIO	TEMPERATURA (°C)			
	\bar{x}	σ (0C)	CV (%)	K-S
Endo-Ice/ Haste Flexível (n=50)	-29,474	5,1918	-17,61%	Pvalor<0,05
Congelante Aerossol / Penso de algodão (n=50)	-46,716	1,7788	-3,81%	Pvalor>0,05
Pvalor<0,05				

A tabela 5 confirma valores relativos a médias, desvio padrão, coeficiente de variação e teste de Kolmogorov-Smirnov da comparação entre a aplicação do Endo-Ice/haste flexível e Congelante Aerossol/penso de algodão (Pvalor<0,05).

Esses índices comprovaram que ocorreu significado estatístico entre a aplicação destes dois métodos (p<0,05), o que significa que as médias de temperaturas do Congelante Aerossol/penso de algodão foram menores do que Endo-Ice/haste flexível, portanto com comportamentos diferentes entre si.

Dessa forma, a capacidade refrigerante é maior para o gás de menor temperatura o que quer dizer que este possui menor temperatura quando de sua aplicação.

As médias obtidas da aplicação do gás refrigerante Congelante Aerossol/penso de algodão embora apresentassem baixa temperatura mostraram que ocorreu menos dispersão e, portanto são homogêneas e menos dispersas (-3,81%), diferentemente daquelas obtidas com a aplicação do Endo-Ice/haste flexível (-17,61%), uma vez que o coeficiente de variação foi maior que 15%.

Como as informações obtidas desta comparação não foram distribuídas normalmente, realizou-se teste não-paramétrico de U-Mann Whitney próprio para dados com características de não normalidade.

Tabela 6: Média (\bar{x}), Desvio Padrão (σ), Coeficiente de Variação (CV) e teste de Kolmogorov-Smirnov da comparação do ensaio com Endo-Ice/haste flexível e Congelante Aerossol/haste flexível em relação à grandeza temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e ao teste U-Mann Whitney

ENSAIO	TEMPERATURA ($^{\circ}\text{C}$)			K-S
	\bar{x}	σ (OC)	CV (%)	
Endo-Ice/ Haste Flexível (n=50)	-29,474	5,1918	-17,61%	Pvalor<0,05
Congelante Aerossol/ Haste Flexível (n=50)	-41,206	4,1033	-9,96%	Pvalor>0,05
	Pvalor<0,05			

Significante ao nível de 5%

A tabela 6 inclui os agentes refrigerantes Endo-Ice/haste flexível e Congelante Aerossol/haste flexível com os valores relativos a médias, desvio padrão, coeficiente de variação e teste de Kolmogorov-Smirnov apontando significado estatístico (Pvalor<0,05).

Estes indicadores ratificaram que ocorreram diferenças estatisticamente significantes entre os dois agentes térmicos (p<0,05), o que vale afirmar que ocorreu desigualdade entre os métodos de aplicação no que diz respeito à obtenção de temperatura.

Além do mais, o gás refrigerante Congelante Aerossol/haste flexível apresentou menos dispersão, portanto coeficiente de variação mais homogêneo (9,96%) em relação ao coeficiente de variação do Endo-Ice/haste flexível (17,61%), cujo nível é disperso e heterogêneo.

Para análise estatística utilizou-se teste U-Mann Whitney e “t” de Student.

DISCUSSÃO

O conhecimento a respeito da temperatura durante o exame do paciente é de importância fundamental durante a elaboração do diagnóstico clínico, pois, a temperatura da fonte do agente térmico deve apresentar-se a mais baixa possível. Deste modo, sabe-se que a resposta da polpa dentária durante a aplicação dos agentes térmicos diz respeito a intensidade da dor sendo as vezes de baixa intensidade e as vezes de alta intensidade dependendo, é claro, do estado

inflamatório pulpar (HADDAD FILHO et al. 2009; MEDEIROS et al. 2012).

Neste particular, dentes portadores de polpa dentária viva e sadia apresentam intensidade de dor menor e de curta duração dependendo, é claro, do grupo dentário. Assim, por exemplo, os dentes incisivos inferiores apresentam maior sensibilidade e resposta pulpar à aplicação do frio do que os dentes posteriores (MEDEIROS, 1997). Dentes portadores de cárie dentária recém-instalada apresentam dores à aplicação ao frio de alta intensidade e de curta duração após remoção do estímulo.

Já nos quadros de pulpíte irreversível as dores variam conforme o estágio em que se encontra a doença pulpar inflamatória. Assim é que em determinadas ocasiões a aplicação com o bastão de gelo ora alivia a dor ora a exacerba e, nestes casos, com muita intensidade e de desaparecimento lento. Entretanto, a aplicação do gás refrigerante nos casos de pulpíte irreversível a dor é de alta intensidade (HADDAD FILHO et al. 2009).

Aliás, durante o exame clínico o teste térmico é feito não só no dente suspeito, mas também no dente homólogo normal ao dente suspeito. Desta maneira, é necessário que o conhecimento das respostas de dentes sadios e dentes doentes, ou seja, a intensidade sintomatológica, isto é, à quantidade de dor produzida durante a aplicação na maior parte das vezes define o diagnóstico da condição pulpar normal e anormal.

Mais ainda, falsos resultados positivos e negativos constituem um impedimento à prática do diagnóstico da sensibilidade pulpar no que tange à resposta dolorosa. Assim, dentes com tecido pulpar em algumas ocasiões não respondem à aplicação do teste com bastão de gelo, muito embora apresentem com vitalidade normal. Destacam-se dentes com formação apical incompleta, dentes com calcificação pulpar difusa, pacientes com idade mais avançada, pacientes frigo-resistentes, determinados grupos dentários como caninos e molares, que apesar de possuir tecido pulpar não respondem a esta aplicação (CALDEIRA et al. 1995; CALDEIRA et al. 1998; MEDEIROS E PESCE, 1993; MEDEIROS E PESCE, 1997; MEDEIROS E PESCE, 1998).

Portanto, é possível reconhecer a doença em apreço por meio da sintomatologia presente após o teste tanto no que diz respeito ao seu aparecimento e desaparecimento. Relativamente à normalidade pulpar quanto maior for à capacidade refrigerante do agente

térmico utilizado, maior será o número de dentes com respostas positivas.

Há situações em que o dente acusa resposta positiva à aplicação do teste, sendo que ele não apresenta vitalidade pulpar. Por exemplo, naquelas ocorrências de dentes portadores de periodontite apical aguda que pode acusar resposta positiva à aplicação do teste quando se pressiona de maneira exagerada a superfície dentária desses elementos.

Aliás, a escolha de recursos de maior credibilidade por especialistas em endodontia recai naquele de maior capacidade refrigerante, a exemplo do gás refrigerante (MEDEIROS et al. 2007) e, em segundo lugar, o bastão de gelo. Contrariamente, clínicos gerais, dão preferência a recursos térmicos durante o exame clínico como a guta-percha aquecida seguida do bastão de gelo e depois o gás refrigerante (MEDEIROS et al. 2010).

Percebe-se que o agente térmico é o principal recurso semiotécnico utilizado na determinação do diagnóstico clínico apesar, que se deve reconhecer que a falta de recurso térmico de resfriamento de baixa temperatura ocorre em função da falta de conhecimento dos recursos existentes por parte do clínico geral e também a falta de um refrigerador no consultório para confecção do bastão de gelo.

Além do mais, assegura Medeiros (1997), é fundamental que o especialista seja predisposto quanto à definição, realização e interpretação bem como às implicações durante a aplicação dos testes e que o bom senso e o conhecimento prevaleça na seleção do melhor agente térmico considerando ainda as limitações de cada um deles e selecionando o mais conveniente para o caso clínico em questão.

Assim é que o caráter interpretativo da resposta dolorosa pulpar com relação à espessura do esmalte e dentina condiciona-se unicamente na presença ou não de reposta, não considerando a intensidade sintomatológica que, de acordo com o agente empregado, poderá ter quantitativamente mais respostas dolorosas. Neste particular, Medeiros e Pesce (1998) obtiveram com o gás refrigerante maior número de acerto para os incisivos superiores cerca de, 98% de repostas positivas e, melhor ainda, nos incisivos inferiores obtiveram 100% de eficácia.

Esclareça-se, porém, que o referido gás refrigerante segundo Pesce et al. (1995) possui maior velocidade de esfriamento intrapulpar, portanto, é dotado de

maior capacidade refrigerante fundamentado, e claro, por pesquisas realizadas *in vitro* obtidas na fonte com esse gás refrigerante à temperatura de -55°C .

Nesta presente investigação compararam-se *in vitro* as temperaturas valendo-se de termopar de dois gases refrigerantes, a saber, hidrofluorcarbono e a associação butano/propano obtidas na fonte com penso de algodão e haste flexível.

Com vistas a isso, deve-se aliar o fato de que o uso de um agente térmico de baixa capacidade refrigerante atualmente é bem aceito pelos clínicos e especialistas por tratar-se de recurso de eficácia clínica demonstrada por diversas investigações e de indicação no dia a dia no consultório além de amplo emprego em diversas especialidades possuindo, ademais, vantagens como aplicação mais rápida (MEDEIROS, 1992; MEDEIROS e PESCE 1993; CALDEIRA et al. 1995; MEDEIROS 1997; MEDEIROS e PESCE 1997; CALDEIRA et al. 1998; MEDEIROS e PESCE 1998; MEDEIROS et al. 2004; ARALDI et al. 2004; KOPPER et al. 2006; MEDEIROS et al. 2005; BARLETTA et al. 2007; MEDEIROS et al. 2007; HADDAD FILHO et al. 2009; BORGES et al. 2011; MEDEIROS et al. 2012).

Os estímulos seja origem térmica, elétrica ou mecânica que são empregados na superfície do dente independentemente de sua intensidade, necessitam transpor as barreiras do dente e excitar os mecanorreceptores encontrados na polpa dentária. Em algumas situações clínicas apesar do dente apresentar vitalidade a ocorrência de respostas positivas é mais eficaz quando se utiliza agente de maior capacidade refrigerante (MEDEIROS e PESCE, 1998). Mesmo assim, alguns elementos dentários a despeito de sua vitalidade pulpar não respondem positivamente a aplicação do teste térmico independentemente de sua baixa temperatura.

O uso de agentes de maior capacidade refrigerante em determinadas condições podem denotar resposta negativa, porém, falsa. Deve-se nestes casos aplicar outros recursos mais potentes, pois, a presença de obstáculos, como restaurações extensas ou coroas artificiais ou a maior deposição de dentina secundária ou reparativa e até mesmo pacientes de idade mais avançada (MEDEIROS e PESCE 1997; CALDEIRA et al. 1998; MEDEIROS et al. 2004) é um fato.

Talvez um recurso semiotécnico complementar alternativo seja o teste de cavidade ou mecânico, um método adicional onde se faz uma abertura na

superfície de esmalte e dentina por meio de brocas que ao atingir a superfície da dentina evoca dor, sobretudo em dentes com restaurações extensas e naqueles casos anteriormente citados que não reagem aos demais testes. A abertura é feita pela face palatina ou lingual dos dentes anteriores ou pela face oclusal dos dentes posteriores, sem o uso de anestesia (MEDEIROS, CALDEIRA e HADDAD FILHO 2015).

Compararam-se nesta investigação as temperaturas do gás refrigerante Congelante Aerosol que contém em sua composição flúor e do Endo-Ice que contém butano/etanol/benzoato de sódio/água desmineralizada/essência mentol, sendo o primeiro agente térmico utilizado já algum tempo (MEDEIROS e PESCE, 1997) e, o segundo, por constituir substância de emprego mais recente.

Os resultados apresentados nas tabelas 1, 2, 3, 4, 5 e 6 apontam temperaturas obtidas na fonte dos dois agentes térmicos empregados, ou seja, Congelante Aerosol (Hidrofluorocarbono) e o Endo-Ice (butano/etanol/benzoato de sódio/água desmineralizada/essência mentol) bem como o meio onde foi aplicado, isto é, penso de algodão e haste flexível.

A influência de temperatura do penso de algodão e haste flexível embebidos com Endo-Ice analisados na tabela 1, aponta que a média de temperatura do penso de algodão embebido com Endo-Ice foi maior do que a média de temperatura obtida na haste flexível embebida com o mesmo gás refrigerante com significado estatístico ($p < 0,05$). Provavelmente à diferença das superfícies que receberam o jato do gás refrigerante confirma a hipótese de que na haste flexível o algodão sendo mais compacto do que à superfície do penso de algodão propicia menor absorção de temperatura e, por conseguinte, dissipação mais rápida do calor recebido. Por outro lado, provavelmente a superfície do penso de algodão menos compacta proporciona maior absorção de temperatura e subsequente, dissipação mais lenta do calor recebido.

Assim é que ao confrontar os resultados de Moura-Netto et al. (2007) com este estudo verificou-se que vão ao encontro daqueles encontrados nesta presente pesquisa, uma vez que a média de temperatura obtida para o gás refrigerante hidrofluorocarbono no penso de algodão foi de $-46,716^{\circ}\text{C}$, enquanto para o mesmo agente os autores retrocitados obtiveram média de temperatura do mesmo gás refrigerante de $-47,90^{\circ}\text{C}$.

O gás refrigerante usado no teste de vitalidade pulpar sob a forma de aerossol está contido em um recipiente (MEDEIROS e PESCE 1993) modelo semelhante utilizado como o hidrofluorocarbono nesta presente investigação. Segundo Friedlander (2000) e Shaw (1975), na verdade o aerossol é uma suspensão de finas partículas líquidas ou sólidas em ar ou gás.

Neste particular, o recipiente contém tão somente o hidrofluorocarbono que funciona, ao mesmo tempo, como propelente e produto ativo. Portanto, seu armazenamento é em recipiente cilíndrico apresentando-se na porção inferior, isto é, em seu assoalho de forma côncava e, na parte superior de teto convexo, sendo que nesta região acopla-se uma válvula onde emerge um tubo pescador que se dirige às porções inferiores do recipiente.

Uma vez acionado o cabeçote pulverizador, abre-se a válvula e o propelente constituído de hidrofluorocarbono na fase gasosa pressiona o produto ativo composto pelo hidrofluorocarbono na fase líquida, através do tubo pescador, expelindo-o sob a forma de jato. Claro está que no interior do recipiente o hidrofluorocarbono está a uma pressão de 10 atmosferas a temperatura ambiente (SIMPLES e práticos – um produto em evidência, 1990).

De outro modo, a média de temperatura do gás refrigerante que contém substância química em sua composição a exemplo do butano/etanol/benzoato de sódio/água desmineralizada/essência mentol que inclui hidrogênio foi mais alta do que a marca cuja composição contém flúor (tabela 1).

Ora a ocorrência deste fenômeno produz nos gases contidos neste recipiente expansão sofrendo esfriamento ou aquecimento (ATKINS 1990).

Roy (2002) descreveu a variação de temperatura de um gás ou líquido quando ele é forçado a passar através de uma válvula ou tampão poroso, enquanto mantido isolado, de modo que nenhum calor seja trocado com o meio ambiente. De acordo com Reif (1965), este comportamento é chamado de processo de estrangulamento ou válvula Joule-Thomson.

À temperatura ambiente todos os gases exceto hidrogênio, hélio e neônio resfriam-se sob a expansão do experimento de Joule-Thomson (ADAMSON 1973; CASTELLAN 1971). Então, o hidrogênio aquece-se quando se expande à entalpia constante à temperatura ambiente típica enquanto o flúor contido no

hidrofluorocarbono da mesma forma que o gás freon 12 gasoso, ao se expandir, esfria (WEAST 1979).

Portanto, os gases refrigerantes que incluem em sua formulação flúor resfriam mais ao se expandir do que aqueles que contêm hidrogênio, fato este observado nesta investigação (tabela 1). Da mesma maneira, o penso de algodão em relação à haste flexível apresentou temperatura mais baixa independente do tipo de gás refrigerante utilizado de acordo com as tabelas 2, 3, 4, 5 e 6.

Outra curiosidade é que as temperaturas obtidas nos ensaios com o penso de algodão foram diferentes entre si tanto com o Congelante Aerossol como o Endo-Ice assim como em relação à haste flexível. A melhor explicação deste fato deve-se provavelmente ao fato de que o diâmetro do penso de algodão diferiu um do outro durante a confecção deste com os dedos polegar e indicador. Deve considerar também os tempos de borrifado do gás sobre a superfície do penso de algodão, o tempo decorrido entre o término do borrifado do gás sobre a superfície do penso de algodão e a adaptação do termopar no penso de algodão, não se pode esquecer também da adaptação do termopar na superfície do penso de algodão.

Tudo isso leva a um tempo que permite a dissipação e troca de calor do meio que transporta o gás refrigerante, daí a razão das diferenças de temperatura obtidas nos 50 ensaios realizados em ambos os meios de transporte dos dois gases refrigerantes utilizados nesta pesquisa.

O meio de transporte representa um meio capaz de ultrapassar barreiras mais espessas na superfície da coroa do dente impedindo a passagem do estímulo térmico sobre as estruturas dentais, sobretudo, o bastão de gelo. Nesta situação deve-se utilizar um teste alternativo de maior capacidade refrigerante com vistas à obtenção de resposta dolorosa durante a determinação do diagnóstico clínico do estado pulpar.

Deste modo dentes portadores de coroa protética confeccionadas em metalo-cerâmica, metalo-plástica, metálica e plástica (provisório) representam situações que bloqueiam e dificultam a investigação da eficiência do método a exemplo do bastão de gelo conforme declaram Medeiros et al. (2004). Mais uma vez o teste térmico utilizado nestes casos representado pelo gás refrigerante tetrafluoretano em comparação com o bastão de gelo determinou índice de acerto maior e

estatisticamente significativo em todos os dentes portadores de coroa protética.

Outras situações que diminuí a confiabilidade do agente térmico em função da idade do paciente, acontecimento este investigado por Araldi et al. (2004) em 400 dentes com rizogênese incompleta. Os gases refrigerantes mostraram índice menor de respostas positivas quando aplicado nos dentes escolhidos, sendo que 86,5% para o -20°C e de 80,8% para o Endofrost.

Interessante notar que o índice percentual de respostas positivas acima encontradas pelos autores retrocitados representam indicador mais baixo, além de ocorrência desigual entre eles o que sugere que o gás refrigerante -20°C por conter em sua composição halogênios como o cloro e flúor resfriam mais ao se expandir do que aqueles que contêm hidrogênio que se resfriam menos a exemplo do Endofrost. Daí a razão das diferenças na confiabilidade, ou seja, 86,5% para o -20°C, e de 80,8% para o Endofrost.

Aliás, Kopper et al. (2006) valendo-se de estudo semelhante ao estudo de Araldi et al. (2004) obtiveram praticamente os mesmos resultados, porém com a diferença de que no estágio 7 de Nolla o agente térmico -20°C não mostrou a mesma eficiência em relação ao estágio 8 e 9 de Nolla, muito embora apresentado um elevado número de respostas positivas. Talvez a diferença em relação ao trabalho supracitado deve-se ao número de amostras, porquanto, na primeira investigação 400 dentes foram avaliados enquanto na pesquisa acima em apenas 120 dentes foram realizados os testes.

Conveniente notar a aplicação de gelo e gás refrigerante analisadas por Medeiros et al. (2005) com relação a frequência de respostas positivas e negativas em 60 dentes molares superiores e inferiores humanos antes dos procedimentos restauradores e após o uso de aparelho ortodôntico. Diga-se a bem da verdade que após a remoção do aparelho ortodôntico constatou-se que dos 20 dentes com resposta positiva ao bastão de gelo antes da colocação do aparelho ortodôntico houve redução de 55% depois da retirada do aparelho ortodôntico (9 casos) do índice de respostas positivas, enquanto que para o tetrafluoretano tal diminuição foi de apenas 5% isto é, antes da colocação do aparelho 60 respostas positivas ao gás refrigerante e, após a retirada 57 dentes responderam ao mesmo teste.

Sem dúvida, Medeiros et al. (2007) acentuam que o hábito de usar o gás refrigerante representa uma das primeiras preferências dos especialistas em

endodontia e detém para este grupo de profissionais da cidade de São Paulo o recorde de uso diário seguido por aqueles recursos de menor eficiência. De fato, o gás refrigerante representou o recurso térmico o preferido por 70% dos endodontistas seguido do bastão de gelo com 59,5%.

Claro está que, em determinadas circunstâncias clínicas, o estabelecimento do diagnóstico é de difícil resolução necessitando vários métodos de exame, enquanto que em outras condições a aplicação de apenas um recurso complementar provoca uma resposta tão explícita que por si só tem-se a identificação do problema.

Outro obstáculo que pode aparecer são aqueles pacientes que possuem na superfície vestibular *brackets* ortodônticos, o que de certa maneira representa uma barreira à aplicação do teste de vitalidade. Além da polpa dentária está situada numa cavidade fechada e circundada por esmalte e dentina, a introdução na superfície vestibular de um obstáculo representado por um *bracket* faz com que a escolha do ponto de aplicação do estímulo térmico fique mais próxima do ligamento periodontal, o que torna questionável a realização do teste.

Neste particular, Barletta et al. (2007) apresentaram uma alternativa confiável e que elimina o grau de dificuldade nestas situações clínicas, ou seja, face palatina ou lingual de pacientes com brackets para aplicação do agente térmico, porém, desde que seja um gás refrigerante como o tetrafluoroetano que apontam 398 (99%) respostas positivas dos 402 dentes testados e apenas 4 com respostas negativas a aplicação (1%).

Pode-se assegurar que respostas positivas indicam presença de polpa dentária saudável e que essas respostas representam dores de curta duração uma vez removida o estímulo térmico da superfície do dente. Tal fato pode ocorrer em dentes portadores de lesão pulpar reversível, porém, ao aplicar o gás refrigerante na superfície de um dente com pulpite irreversível a ocorrência de exacerbação do processo doloroso é considerável conforme atestam Haddad Filho et al. (2009).

Moura-Netto et al. (2007) avaliaram a capacidade refrigerante com vistas à determinação do diagnóstico clínico da vitalidade pulpar ponderando a temperatura mínima alcançada de cinco gases refrigerantes de diferentes marcas comerciais o Endo Frost (composto de propano e butano), o Drema Freeze (composto de tetrafluoreetano) Congelante Aerosol (composto por

hidrofluorcarbono) e Makira Endo Ice (composto de butano, etanol, benzoato de sódio, água desmineralizada e mentol)

O aludido estudo valeu-se de termômetro eletrônico digital capaz de medir temperaturas baixas da mesma maneira que foi utilizado na presente pesquisa, sendo a única diferença encontrada na metodologia foi que a ponta do termômetro foi envolta por uma camada compacta de algodão com dois milímetros de espessura e um centímetro e meio de largura, enquanto nesta presente investigação usou-se penso de algodão preso aos ramos de uma pinça clínica.

Os resultados mostraram uma pequena diferença na média alcançada pelos dois gases refrigerantes. Enquanto o gás Congelante Aerosol obteve a média de temperatura mais baixa de todos os gases estudados (-47,90°C), a média de temperatura obtida nesta presente pesquisa foi de -46,716°C com o penso de algodão. O gás refrigerante Endo-Ice a temperatura mínima registrada foi -35,30°C, neste presente estudo a temperatura foi de -33,740°C.

Tais achados realizado por Moura-Netto et al. (2007) foram totalizadas 20 aplicações para cada gás enquanto na presente análise foram realizadas 50 aplicações para cada gás.

Portanto, a baixa temperatura obtida pelos gases refrigerantes constitui o estímulo ideal para realização dos testes de sensibilidade pulpar, pois, uma vez aplicada na superfície do dente promove mudanças de temperatura que transpõe as barreiras de esmalte e dentina bem como outros obstáculos e dificuldades que se interpõe entre superfície de aplicação e polpa dentária provocando dor o que contribui com informações valiosas da integridade ou não deste tecido.

Assim sendo, este recurso representado pelo gás refrigerante assegura que o dente apresenta ou não a polpa dentária de tal sorte a propor a oportunidade ou não da terapia endodôntica.

Ademais, Medeiros et al. (2007) confirmaram que o aspecto radiográfico de uma alteração periapical indicava a necessidade do tratamento endodôntico inclusive por indicação do clínico da necessidade da realização da terapia endodôntica.. O dente era portador de banda ortodôntica estando, pelo menos, com mais de um ano sob tratamento ortodôntico. Concluíram que, o dente não possuía qualquer envolvimento patológico pulpar, sem a necessidade do tratamento endodôntico, entretanto, o que foi decisivo durante o exame

clínico foi à determinação da vitalidade pulpar com o gás refrigerante tetrafluoroetano portador de baixa temperatura.

Morais et al. (2008) analisaram a diferença da temperatura por meio de termopar em diferentes gases refrigerantes (Green Endo-Ice, Endo-Frost, Coolermatic e Sprayon Contact and Tuner Cleaner) agentes térmicos estes possuidores de alta capacidade refrigerante (entre -20°C até -50°C). Concluíram que, o gás refrigerante tetrafluoretano e a mistura propano-butano obtiveram temperaturas no interior da câmara pulpar semelhantes, porém, tal acontecimento está em discordância em relação ao Endo-Frost que contem em sua composição hidrogênio que se resfriam menos em relação ao tetrafluoroetano ou hidrofluorocarbono que contêm flúor em sua composição e se resfriam mais. Não esquecer que todos os gases exceto hidrogênio resfriam-se sob a expansão do experimento de Joule-Thomson segundo Adamson (1973) e Castellán (1971).

A escolha de recursos durante a execução do exame do paciente vai depender da facilidade do agente térmico que o profissional tem a sua disposição. Durante um levantamento feito em consultórios de clínicos gerais da cidade de Taubaté, tinha os dentistas como opção a guta-percha aquecida, seguida do bastão de gelo e em terceiro lugar o gás refrigerante (MEDEIROS et al. 2010). Supõe-se que se trata de recurso de acesso mais fácil e econômico ao clínico geral do que outras opções.

Com respeito à faixa etária, Borges et al. (2011) verificaram que o gás refrigerante à base de tetrafluoretano em comparação do o bastão de gelo em 749 dentes humanos cariados, restaurados ou íntegros, de paciente com idade entre 10 e 49 anos, revelou índice de acerto maior independentemente da faixa etária dos pacientes examinados. Embora seja recurso adequado na avaliação da vitalidade pulpar nestas situações, mas, julga-se que tais índices foram abaixo das expectativas, isto é, 73,82% para o gás.

Aliás, esperava-se neste estudo maior percentual de respostas positivas para o tetrafluoroetano em dentes restaurados que foi da ordem de 67,27%. Comparando tais resultados com estudo de Medeiros et al. (2012) a taxa de respostas positivas após restaurações em 625 dentes foi de 96% de eficácia. A maior eficiência antes e depois dos procedimentos restauradores certamente faz com que este recurso traz um benefício

representado pela sua baixa temperatura graças a sua baixa capacidade refrigerante.

Existem situações em que o teste de maior capacidade refrigerante, não tem garantia se a polpa dentária está viva ou morta, sobretudo, nos casos de traumatismo dento-alveolar. Trata-se de um impedimento à determinação da vitalidade pulpar, uma vez que, a avaliação depende da presença da circulação sanguínea do tecido pulpar e não de sua condição neural. Deste modo há necessidade de uma mensuração mais acurada da condição pulpar sendo o oxímetro de pulso aquele recurso que avalia de forma mais eficiente os dentes traumatizados (RESENDE, 2011).

Portanto, caso não seja possível a utilização do oxímetro de pulso para tomada de decisão sobre a presença ou não da polpa dentária, pós-trauma recomenda-se o emprego dos testes térmicos pelo frio apenas após o período de parestesia que pode durar após 2 a 6 meses posterior ao trauma (ANDREASSEN & ANDREASSEN 2001).

Outra dificuldade na avaliação da sensibilidade pulpar são os pacientes idosos que de acordo com Farac et al. (2012) é pertinente em função do maior tempo de vida e a duração dos dentes naturais. A influência da idade está função do tempo de resposta da polpa bem como a idade e também em função da intensidade dolorosa quando da utilização do gás refrigerante Endo-Frost.

Realmente tudo leva a crer que a amostragem utilizada de pacientes com idade acima de 60 anos comparados com pacientes com idade entre 20 a 30 anos ratifica que quanto mais idoso for o paciente, demora mais tempo para se obter resposta dolorosa quando comparado com pacientes jovens. Por outro lado, a intensidade da dor é reduzida à medida que as pessoas envelhecem quando comparada com a intensidade dolorosa de pacientes jovens. Pode-se dizer então que o limiar da dor aumenta com a idade (FARAC et al. 2012).

Outro acontecimento de importância a comentar foi a distância entre a fonte do spray e o meio de transporte bem como o tempo que o gás foi pulverizado no meio de transporte o qual está de acordo com Medeiros e Pesce (1998) e Irala et al. (2003). Aliás, esta foi a distância mais adequada usada nesta presente pesquisa para receber o jato de aerossol com mínima diminuição de temperatura. De outro modo, o tempo que o borrifo do gás refrigerante permaneceu em contato com os

dois meios de transporte, isto é, penso de algodão e haste flexível providenciou não só tempo menor para aplicação do teste como também baixa temperatura necessária a aplicação do teste na superfície do dente.

De sorte que quanto menor a temperatura do agente refrigerante borrifado no meio de transporte maior oportunidade para realização do recurso térmico, o qual poderá determinar o diagnóstico dentário de forma correta quanto à qualidade e quantidade do estímulo empregado.

Cumpra observar que a metodologia empregada nestas investigações anteriormente comentadas foi de uma ordenação tal que possibilitou a obtenção de um protocolo minucioso o que em parte detalha as fases do projeto com vistas ao alcance de melhores resultados quando do emprego do gás refrigerante. Entretanto, justifica-se a escolha de um recurso de baixa temperatura e alta capacidade refrigerante a exemplo dos gases refrigerantes.

No entanto, Zollner (1995) julga que o teste valendo-se do bastão de gelo é um método razoável em determinação teste de vitalidade pulpar enquanto que o gás refrigerante representa método semiotécnico de alta confiabilidade, inclusive não causam danos às estruturas do esmalte e dentina e polpa dentária.

Quanto ao resfriamento intrapulpar é lógico que a capacidade de resfriamento do gás refrigerante é maior do que o bastão de gelo, pois o primeiro variou segundo Pesce et al. (1995) 8,5°C em 36 segundos enquanto o bastão de gelo obteve variação de temperatura de 4,5°C em 69 segundos. Considerando o bastão de neve carbônica comparado com o gás refrigerante observa-se quase uma equivalência da capacidade refrigerante, isto é, a capacidade de resfriamento da neve carbônica foi praticamente igual ao gás refrigerante variando a temperatura intrapulpar de 13°C em 51 segundos.

À sua vez, Irala et al. (2007) avaliaram em dente canino superior humano extraído o abaixamento de temperatura interna da câmara pulpar depois da aplicação durante 3 segundos do spray de gás refrigerante a base de tetrafluoroetano em três diferentes situações: dente hígido, restaurado com amálgama e restaurado com resina composta. Observou-se que no dente hígido em média a temperatura interna variou de 36°C a 32,4°C, isto é, a variação foi de 3,6°C; considerando o dente restaurado com amálgama a variação foi de 6,8°C e de 3,1°C para o dente restaurado com resina

composta. Portanto, o dente restaurado com amálgama levou menos tempo para atingir a temperatura mais baixa, entre 6 a 11 segundos. Sendo assim, a temperatura ao transpor a superfície do metal pelo gás refrigerante pode atingir baixa temperatura na câmara pulpar em menos tempo.

Tavares (2010) avaliou a variação térmica dentro da câmara pulpar em dentes humanos extraídos produzidos pelo gás refrigerante Congelante Aerosol Emplastec comparando com o gás refrigerante Endo-Ice da Maquira. Observou que o gás refrigerante Congelante Aerosol (Implastec) representado pelo hidrofluorocarbono foi o que apresentou a maior capacidade de alteração térmica apresentando resultados estatisticamente diferentes quando comparado com o da marca comercial Endo-Ice da Maquira acontecimento este observado nesta presente pesquisa.

O resfriamento da temperatura intrapulpar de acordo com investigações não leva a um abaixamento de temperatura a ponto de congelar a polpa dentária, pois variações de temperatura existem, porém, são pequenas e o tempo necessário para estas variações representam tempo maior de aplicação que se comparado com o tempo de aplicação do ponto de vista clínico é aproximadamente 10 vezes mais. Por exemplo, o gás refrigerante variou segundo Pesce et al. (1995) 8,5°C em 36 segundos, enquanto que o tempo de aplicação é no máximo entre 3 a 5 segundos para a obtenção de resposta dolorosa.

CONCLUSÃO

Frente aos resultados obtidos e a partir da metodologia utilizada neste presente experimento parece ser válido concluir que:

-A média de temperatura obtida no penso de algodão foi menor independente do agente usado.

-O Congelante Aerosol obteve menor temperatura em comparação com o Endo-Ice independente das fontes utilizadas.

-A temperatura no penso de algodão foi mais baixa do que a temperatura na haste flexível.

REFERÊNCIAS

- ADAMSON, A.W. **A textbook of Physical Chemistry**. 1st ed. [S.l.]: Academic press, 1973.
- ANDREASSEN, J.O.; ANDREASSEN, F.M., **Texto e Atlas Colorido de Traumatismo Dental**, 3ª Ed. Porto Alegre, Artmed; 2001.

- ARALDI, E.C.; KOPPER, P.M.P.; TARTAROTTI, E. Eficácia de gases refrigerantes na determinação da vitalidade pulpar em dentes com rizogênese incompleta. **Stomatol.**, v.10, n.9, p.45-52, jul/dez, 2004.
- ATKINS, P.W. **Physical chemistry**. 4. ed. Oxford:Oxford University Press,1990.p.69-71.
- BARLETTA, F.B.; CONSALTER, G.; WALGUER, L. Vitalidade pulpar em dentes portadores de brackets ortodôntico: Apresentação de uma técnica. **Rev Odonto Ciênc Fac.Odontol/PUCRS.**, v.22, n.55, p.72-76, jan/mar, 2007.
- BORGES, A.H.; PEDRO, F.L.M.; DORILEO, E.C.G.O.; VOLPATO, L.E.R.; SEGUNDO, A.S.; MUSIS, C.R.; MAMEDE NETO, I. Avaliação da eficiência do bastão de gelo e gás refrigerante na determinação da vitalidade pulpar. **Rev Odontol Bras Central.**,v.20, n.53, p.136-139, 2011.
- CALDEIRA, C.L.; FIDEL, S.L.; PESCE,H.F.; AUN, C.E. Avaliação da resposta pulpar aos testes de vitalidade com frio em dentes com deposição de dentina reparativa. **Rev Pos Grad Univ São Paulo**, v.2, n.3, p.157-160, jul/ago/set, 1995.
- CALDEIRA, C.L.; AUN,C.E.; GAVINI,G. Avaliação da resposta pulpar obtida em pacientes submetidos aos testes de vitalidade com frio (gelo e diclorodifluorometano) em função da faixa etária e do grupo dentários. **Rev Pos Grad Univ São Paulo**, v.5, n.3, p.225-233, jul /ago/ set.1998.
- CASTELLAN, G.W. **Physical Chemistry**. 2nd ed. [S.l.]: Addison-Wesley, 1971.
- FARAC, R.V.; MORGENTAL, R.D.; LIMA, R.K.P.; TIBÉRIO, D.; SANTOS, M.T.B.R. Pulp sensibility test in elderly patients. **Gerodontol**, v.29, n.2, p. 135-139, 2012.
- FRIEDLANDER, K.S. **Smoke, dust and haze: fundamentals aerosol dynamics**. 2 nd Edition. Oxford University Press, 2000. 407p.
- GARZA, C.A.; VANDERWALLE, K.S.; SABEY, K.A.; HAMILTON, G.J.; CHONG, C.H. Effect of repeated refrigerant spray applications using various carriers on pulpal temperature change. **Gen Dent** May-Jun; 58(3):12, 2010
- HADDAD FILHO, M.S.; CALDEIRA, C.L.; MEDEIROS, J.M.F. Confiabilidade do gelo e tetrafluoroetano em dentes com pulpíte irreversível. **Rev ABO Nacional**, v. XVII, p.165-171, 2009.
- IRALA, L.E.D.; BARLETTA, F.B.; LIMONGI, O. Estudo in vitro de uma metodologia para a correta determinação da vitalidade pulpar. **J Bras Endod.**, v.4, n.15, p.303-7, jun, 2003.
- IRALA, L.E.D.; SOARES, R.G.; SALLES, A.; LIMONGI, O. Capacidade de abaixamento de temperatura da superfície interna da câmara pulpar após a aplicação do gás refrigerante à base de tetrafluoroetano em dente extraído hígido e restaurado. **Rev Odonto Ciênc.**, v. 22, n. 58, p.321-327, out./dez, 2007.
- KOPPER, P.M.P.; CAS, C.; VENDRUSCUOLO, A. RAUPP, S; IRALA, L.E.; TARTAROTTI, E.; FIGUEREDO, J.A.P Estudo da confiabilidade do teste térmico com gás refrigerante em dentes com rizogênese incompleta. **Rev Fac Odontol Passo Fundo**, v. 11, n. 1, p.92-95, jan/jun, 2006.
- MEDEIROS, J.M.F. **Estudo comparativo, de dois agentes térmicos (gelo e tetrafluoroetano) quanto à sua confiabilidade na determinação da vitalidade pulpar em dentes humanos íntegros**. 1997. 144 f. Tese (Doutorado) Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- MEDEIROS, J.M.J. **Estudo comparativo, “in vivo”, de dois agentes térmicos (gelo e diclorodifluorometano) quanto à sua confiabilidade na detecção da vitalidade pulpar em dentes caninos humanos íntegros pertencentes a pacientes de ambos os sexos**. 1992. 65 f. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, São Paulo
- MEDEIROS, J.M.F.; PESCE, H.F. Estudo comparativo, “in vivo” de dois agentes térmicos (gelo e diclorofluorometano) quanto à sua confiabilidade na detecção da vitalidade pulpar em diferentes caninos humanos íntegros pertencentes a pacientes de ambos os sexos. **Rev Paul Odontol.**, v. 15, n.2, p.18-24, março/abril. 1993.
- MEDEIROS, J.M.F.; PESCE, H.F. Eficácia do bastão de gelo e do tetrafluoroetano na determinação da vitalidade pulpar. **Rev Odontol Univ São Paulo**, v. 11, n. 3, p.215-219, jul./set. 1997.
- MEDEIROS, J.M.F.; PESCE, H.F. Confiabilidade do gelo e do tetrafluoroetano na determinação da vitalidade pulpar. **Rev Odontol Univ São Paulo.**, v.12, n.1, p.19-27, jan/mar, 1998.
- MEDEIROS, J.M.F. CALDEIRA, C.L.; HADDAD FILHO, M.S.; MACHADO, M.E.L.; Avaliação de dois agentes térmicos em dentes com coroa protética. **RGO.**, v.52, n.3, p.197-200, jul/ago/set.2004.
- MEDEIROS, J.M.F. MACHADO, M.E.L.; ZOLLNER, N.A.; CALDEIRA, C. L. HADDAD FILHO, M.S.; GAVINI, G. Eficácia de dois agentes térmicos antes e após tratamento ortodôntico em dentes submetidos a procedimentos restauradores. **Publ. UEPG Ci. Biol. Saúde.**, v.11, n.2, p.27-34, jun, 2005.
- MEDEIROS, J.M.F. CARVALHO, P.R.; ALKMIN, S.; ZOLLNER, N.A.; HADDAD FILHO, M.S. Avaliação da escolha dos testes de sensibilidade pulpar por especialistas em endodontia. **Rev Portuguesa Estomat, Med Dent Cir Maxilofacial.**, v. 48, n.3, p.149- 154. 2007.

MEDEIROS, J.M.F.; PINTO, C.A.; ROSA, L.C.L.; HABITANTE, S.M.; ALMEIDA, E.T.D.C.; ZOLLNER, N.A. Avaliação da escolha dos testes de sensibilidade pulpar por clínicos gerais da cidade de Taubaté. **Rev Odontol Univ Cidade de São Paulo.**, v.22, n.1, p.30-8, jan/abr, 2010.

MEDEIROS, J.M.F.; BONATO, L.L.; D'AZEVEDO, M.T.F.S.; ALMEIDA, E.T.D.C.; HADDAD FILHO, M.S.; ROSA, L.C.L. Eficácia do gelo e gás na determinação da sensibilidade pulpar antes e após a restauração. **Rev Assoc Paul Cir Dent.**, v.66, n.2, p.128-34, 2012.

MEDEIROS, J.M.F.; CALDEIRA, C.L. HADDAD FILHO, MS. Diagnóstico. *In*: HADDAD FILHO, M.S. **Endodontia de vanguarda. Mais facial, mais rápida e mais segura.** Nova Odessa, SP. Napoleão, 1 ed. 2015. p. 24-26.

MORAIS, C.A.H. BERNARDINELI, N.; LIMA, W.M.; CUPERTINO, R.R.; GUERISOLI, D.M.Z. Evaluation of the temperature of different refrigerant sprays used as a pulpal test. **Aust Endod J.**, v.34, n.1, p.86-88, 2008.

MOURA-NETTO, C.; YAMAZAKI, A.K.; CARDOSO, L.N.; CABRALES, R.J.S.; PROKOPOWITSCH, I. Avaliação da temperatura mínima alcançada por cinco gases refrigerantes. **Rev Inst Ciênc Saúde.**, v. 25, n.4, p.403-5, 2007.

PESCE, H.F.; BARLETTA, F.B.; MEDEIROS, J.M.F.; MACHADO, M.E.L. An in vitro evaluation of the effects of three thermal pulp testing methods on intrapulpal temperature. **Rev Odontol Univid.**, v.7, n.1, p.7-11, jun.1995.

REIF, F. **Fundamentals of Statistical and Thermal Physics.** [S.l.]: McGraw-Hill, 1965.

RESENDE, E.F. **Avaliação retrospectiva da condição pulpar após trauma dental.** 2011. 93 f. Mestrado em Clínica Odontológica Integrada. Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

ROY, B. N. **Fundamentals of Classical and Statistical Thermodynamics.** [S.l.]: John Wiley & Sons, 2002.

SHAW, D.J. **Introdução à química dos colóides e de superfícies.** Trad. Juergen Heinrich Maar.

São Paulo: Edgard Blucher/EDUSP 1975. p.2.

SIMPLES E PRÁTICOS - um produto em evidência. São Paulo: Hoechst, 1990. p.1-2 [Frigen literatura técnica; A-10].

TAVARES, J. W.D. **Avaliação in vitro da temperatura obtida através de diferentes testes térmicos, em dentes humanos extraídos na Endodontia.**, 2010. 43 f. Curso de Graduação em Odontologia. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

WEAST, R.C. **CRC handbook of chemistry and physics.** 60. Ed. Boca Raton: CRC Press, 1979. P.F-113.