

# Avaliação da temperatura mínima alcançada por cinco gases refrigerantes

## Lowest temperature reached by five cold spray gases

Cacio Moura-Netto\*  
Andréa Kanoko Yamazaki\*\*  
Luciano Natividade Cardoso\*\*\*  
Ricardo Julio Salgado Cabrales\*\*\*  
Igor Prokopowitsch\*\*\*\*

### Resumo

**Introdução** – O uso de gases refrigerantes é um método largamente utilizado no diagnóstico de possíveis alterações inflamatórias pulpares. O objetivo deste estudo foi avaliar a capacidade destes gases em atingir baixas temperaturas. **Material e Métodos** – Foram avaliados cinco gases refrigerantes (tetrafluoretano, hidrofluorcarbono, propano/butano e duas associações de butano, etanol, benzoato de sódio, água desmineralizada e mentol) com o auxílio de um termômetro eletrônico digital. **Resultados** – Após a análise dos resultados, utilizando o teste ANOVA (Tukey), ocorreram diferenças estatisticamente significantes ( $p < 0,01$ ) entre todos os grupos estudados, com exceção da comparação entre os gases hidrofluorcarbono e tetrafluoretano ( $p > 0,05$ ). **Conclusão** – O hidrofluorcarbono foi o gás que atingiu o menor nível de temperatura, seguido pelo tetrafluoretano e propano/butano.

Palavras-chave: Teste da polpa dentária; Gases, análise

### Abstract

**Introduction** – The cold spray gases are frequently used as a diagnosis method of possible pulpal inflammatory alterations. The objective of this study was to evaluate the capacity of these gases to reach low temperatures. **Material and Methods** – They were evaluated 5 cold spray gases (tetrafluoroethane, hydrofluorocarbon, propane/butane and two associations of butane, ethanol, sodium benzoate, distilled water and menthol) with the assist of a digital electronic thermometer. **Results** – After the results analysis, using ANOVA (Tukey test), statistically significant differences ( $p < 0,01$ ) occurred among all of the studied groups, excepting the comparison between hydrofluorocarbon and tetrafluoroethane gases. **Conclusion** – It was concluded that hydrofluorocarbon gas reached the lowest temperature level, following by tetrafluoroethane and propane/butane gases.

Key words: Dental pulp test; Gases, analysis

### Introdução

A determinação do estado de vitalidade pulpar de um elemento dentário depende, atualmente, da resposta deste tecido pulpar frente a estímulos térmicos utilizando-se gases refrigerantes. Nos casos de dentes portadores de restauração protética coronária (metálica, metalo-cerâmica ou cerâmica), o grau de isolamento térmico é maior, necessitando, dessa maneira, que o gás proporcione um grau de temperatura muito baixo para que haja resposta pulpar. Com base nisto, Miller *et al.*<sup>12</sup> (2004) avaliaram o bastão de gelo, o gás tetrafluoretano e a neve carbônica no teste de vitalidade sobre restaurações protéticas, alcançando os melhores resultados com o tetrafluoretano.

Os primeiros testes a frio se utilizavam de bastões de gelo aplicados na superfície coronária para o estímulo pulpar. Este método foi descartado com o

advento dos gases refrigerantes, que alcançam níveis de temperatura mais baixos, tornando os resultados mais confiáveis<sup>4</sup>.

Medeiros e Pesce<sup>10</sup> (1993) relataram a ineficiência do teste com bastão de gelo quando comparado com o gás diclorodifluorometano. Este último alcançou 95% de resposta positiva quando testado em 505 caninos íntegros, contra 52,7% no método do bastão de gelo.

Outros gases já foram avaliados, como o tetrafluoretano, a neve carbônica, propano e butano, e diclorofluorometano, alcançando sempre níveis mais baixos de temperatura que o bastão de gelo<sup>5,9,11,13</sup>. Entre os gases refrigerantes, muitos estudos foram conduzidos comparando a eficácia entre eles. O gás tetrafluoretano (Caldeira e Aun<sup>3</sup>, 1997, Jones *et al.*<sup>6</sup>, 2002, Leffingwell *et al.*<sup>7</sup>, 2004) e a neve carbônica são relatados como os mais confiáveis para o diagnóstico do estado de vitalidade

\* Doutorando em Endodontia pela Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (FOUSP). E-mail: caciomn@usp.br

\*\* Mestranda em Endodontia pela FOUSP.

\*\*\* Doutorando em Endodontia pela FOUSP.

\*\*\*\* Professor Doutor da Disciplina de Endodontia da FOUSP.

pulpar<sup>2</sup>, ressaltou Barletta<sup>1</sup> (1992), ainda que o emprego do gás refrigerante não pode causar danos à estrutura dentária, tampouco ao tecido pulpar. No intuito de avaliar a capacidade refrigerante para o diagnóstico de vitalidade pulpar, propôs-se, neste estudo, avaliar a temperatura mínima alcançada por 5 gases refrigerantes.

## Material e Métodos

Para o presente estudo, utilizou-se 5 marcas comerciais de gás refrigerante encontradas no mercado. O EndoFrost® (Roeko, Inc) é composto por propano e butano; o DremaFreeze® (Emdutos Ltda.) composto por tetrafluoretano; Congelante Aerosol (Implastec Ltda.) composto por hidrofluorcarbono; Confrio® (Aeropac Ind. Ltda.) e Makira Endolce® (Makira Ltda.), que são compostos por butano, etanol, benzoato de sódio, água desmineralizada e mentol.

Com o uso de um termômetro eletrônico digital, capaz de medir temperaturas de até  $-50^{\circ}\text{C}$  ( $-58^{\circ}\text{F}$ ) foi mensurada a temperatura mais baixa alcançada por cada um dos gases. Para isto, a ponta do termômetro foi envolta por uma camada compacta de algodão com 2 mm de espessura e 1,5 cm de largura. 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 3 segundos a uma distância de 2 cm 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, nas mesmas condições de temperatura e pressão ambiente. Os resultados obtidos foram tabulados e analisados estatisticamente pelo teste ANOVA (Tukey).

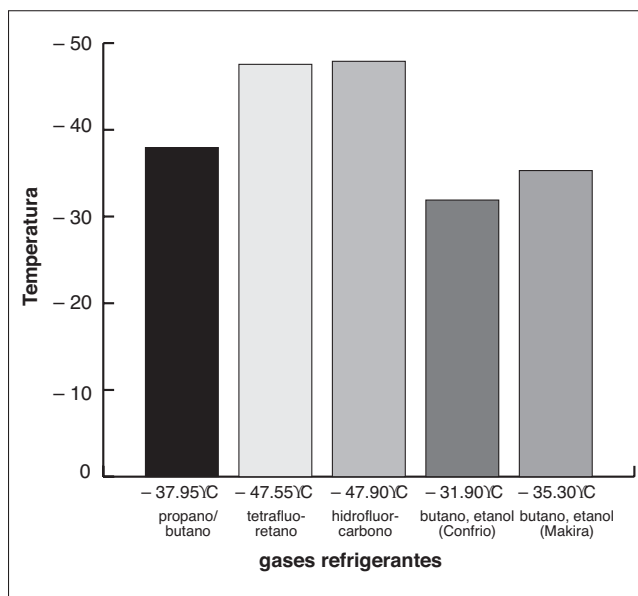
## Resultados

Foram tabulados os resultados das 20 aplicações de cada grupo e calculada a média da temperatura atingida por cada gás (Tabela 1).

**Tabela 1. Média das temperaturas mínimas atingidas por cada gás ( $^{\circ}\text{C}/^{\circ}\text{F}$ )**

Gás refrigerante	Média da temperatura ( $^{\circ}\text{C}/^{\circ}\text{F}$ )
Propano/Butano (EndoFrost®)	$-37,95/-36,31$
Tetrafluoretano (DermaFreeze®)	$-47,55/-53,59$
Hidrofluorcarbono (Congelante Aerosol®)	$-47,90/-54,22$
Butano, etanol, etc. (Confrio®)	$-31,90/-25,42$
Butano, etanol, etc. (Makira Endolce®)	$-35,30/-31,54$

Após a análise dos resultados, utilizando o teste ANOVA (Tukey), pode-se verificar que ocorreram diferenças estatisticamente significantes ( $p < 0,01$ ) entre todos os grupos estudados, com exceção da comparação entre os gases hidrofluorcarbono e tetrafluoretano ( $p > 0,05$ ) (Gráfico 1).



**Gráfico 1. Média das temperaturas mínimas atingidas por cada gás ( $^{\circ}\text{C}$ )**

## Discussão

O teste de vitalidade pulpar com o uso de gases refrigerantes é um método muito importante para a determinação de possíveis alterações inflamatórias do tecido pulpar ou até mesmo sua mortificação.

Desde o uso de bastões de gelo, diversos foram os gases e técnicas estudadas na premissa de se alcançar uma forma eficaz para diagnosticar e qualificar o estado pulpar, independente da condição (hígido, com destruição coronária ou restaurações protéticas) que o elemento dentário se encontrava<sup>2-3,6-7,12</sup>. Nos casos de dentes que possuem restauração protética total, a transmissão do estímulo físico se torna mais difícil, necessitando que o gás refrigerante atinja níveis de temperatura mais baixos para não ocorrer erro de diagnóstico<sup>11</sup>.

Baseado nisto, objetivou-se neste estudo, a avaliação da temperatura mínima alcançada por cinco diferentes marcas comerciais de gás refrigerantes presentes no mercado. Os compostos químicos dos gases estudados foram o tetrafluoretano (DermaFreeze), propano/butano (EndoFrost), hidrofluorcarbono (Congelante Aerosol) e uma associação de butano, etanol, benzoato de sódio, água desmineralizada e mentol (Confrio e Makira Endolce). Alguns deles já foram analisados na literatura, utilizando as mais diversas metodologias<sup>1-7</sup>.

No presente estudo, o gás hidrofluorcarbono atingiu, na média, o menor nível de temperatura, superando o gás tetrafluoretano, relatado constantemente na literatura pela sua superioridade frente a outros gases refrigerantes<sup>3,6-7</sup>. O propano/butano e a associação do butano, etanol, benzoato de sódio, água desmineralizada e mentol não são relatados na literatura, mas, com base nos resultados, estes têm capacidade refrigerante inferior, o que sugere uma confiabilidade menor nos testes de vitalidade pulpar.

Deve-se considerar, além da capacidade de resfriamento, a ausência de efeitos prejudiciais que a eliminação desses gases possa causar na camada de ozônio, pelo acúmulo de radicais atômicos de cloro, como a clara Russel *et al.*<sup>14</sup> (1996).

O tetrafluoretano e hidrofluorcarbono não são nocivos à camada atmosférica, não é irritante, nem inflamável, além de serem atóxicos, incolores e não serem explosivos<sup>8-9</sup>. Vale ainda salientar que o gás hidrofluorcarbono testado nesta pesquisa, ao contrário dos outros,

não tem inscrição na ANVISA, por ter como finalidade comercial o congelamento de circuitos eletrônicos.

## Conclusão

Conclui-se que o gás hidrofluorcarbono alcançou a média de temperatura mais baixa entre os gases estudados (-47,90°C / -54,22°F), seguido pelos gases: tetrafluoretano (-47,55°C / -53,59°F), propano/butano (-37,95°C / -36,31°F)

## Referências

1. Barletta, FB. Considerações em torno do emprego do bastão de neve carbônica na determinação da vitalidade pulpar quanto ao grau de confiabilidade, capacidade refrigerante e possíveis danos às estruturas do esmalte e polpa dentários [Tese de Mestrado] São Paulo: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo; 1992.
2. Barletta FB, Pesce HF. Considerações em torno do emprego do bastão de neve carbônica na determinação da vitalidade pulpar. Parte II: capacidade refrigerante. *Rev Paul Odontol.* 1993;15(6):3-6.
3. Caldeira CL, Aun CE. Evaluation of temperature in dentin-pulp interface produced by skin refrigerant. [abstract]. *J Dent Res.* 1997; 76(5):961.
4. Chambers IG. The role and methods of pulp testing in oral diagnosis: a review. *Int Endod J.* 1982; 15(1):1-15.
5. Jones DM. Effect of the type carrier used on the results of dichlorodifluoromethane application to teeth. *J Endod.* 1999;25(10):692-4.
6. Jones VR, Rivera EM, Walton RE. Comparison of carbon dioxide versus refrigerant spray to determine pulpal responsiveness. *J Endod.* 2002;28(7):531-3.
7. Leffingwell CS 3rd, Meinberg TA, Wagner JG, Gound TG, Marx DB, Reinhardt RA. Pulp responses to precise thermal stimuli in dentin-sensitive teeth. *J Endod.* 2004;30(6):384-7.
8. Marotta E, Paradisi C, Cooks RG. Novel CFCs-substitutes recommended by EPA (hydrofluorocarbon-245fa and hydrofluoroether-7100): ion chemistry in air plasma and reactions with atmospheric ions. *J Am Soc Mass Spectrom.* 2005; 16(7):1081-92.
9. Medeiros, JMF. Estudo comparativo de dois agentes térmicos (gelo e tetrafluoretano) quanto à sua confiabilidade na determinação da vitalidade pulpar em dentes humanos íntegros. [Tese de Doutorado] São Paulo: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo; 1997.
10. Medeiros JMF, Pesce HF. Estudo comparativo *in vivo* de dois agentes térmicos (gelo e diclorofluorometano) quanto à sua confiabilidade na detecção da vitalidade pulpar em dentes caninos humanos íntegros pertencentes a pacientes de ambos os sexos. *Rev Paul Odontol.* 1993;15(2): 18-24.
11. Medeiros JMF, Caldeira CL, Haddad Filho MS, Machado MEL. Eficácia de dois agentes térmicos em dentes com coroa protética. *RGO (Porto Alegre).* 2004; 52(3):197-200.
12. Miller SO, Johnson JD, Allemang JD, Strother JM. Cold testing through full-coverage restorations. *J Endod.* 2004;30(10):695-700.
13. Peters DD, Lorton L, Mader CL, Augsburg RA, Ingram TA. Evaluation of the effects of carbon dioxide used as a pulpal test. *In vitro* effect on human teeth. *J Endod.* 1983; 9(6):219-27.
14. Russel JM, Luo M, Cicerone RJ, Deaver LE. Satellite confirmation of the dominance of chlorofluorocarbons in the global stratospheric chlorine budget. *Nature.* 1996;379(6565):526-9.

Recebido em 14/10/2006

Aceito em 05/12/2006