

**FORMALDEÍDO NA ODONTOLOGIA: ASPECTOS ANTIMICROBIANOS,  
CARCINOGÊNICOS E MUTAGÊNICOS. UM ESTUDO DA SUA  
VIABILIDADE NA CLÍNICA ODONTOLÓGICA**

*FORMALDEHYDE IN DENTISTRY: ANTIMICROBIAL, CARCINOGENIC, AND  
MUTAGENIC ASPECTS. A STUDY OF ITS VIABILITY IN DENTISTRY*

---

Thomas, Melissa Isabel\*  
Gonçalves, Tatiana Siqueira\*\*  
Souza, Maria Antonieta Lopes de\*\*\*  
Schmitt, Virgínia Minghelli\*\*\*\*

---

---

**RESUMO**

O formaldeído é um medicamento usado na prática odontológica desde o século XVIII. Ele foi um dos agentes medicamentosos mais usados na Odontologia, ao se tratar de terapêutica pulpar. Porém, apesar de apresentar alto índice de sucesso clínico e radiográfico, têm-se dado atenção especial para as propriedades tóxicas deste material. O presente artigo visa revisar a ação do formaldeído sobre os tecidos dentários, enfatizando os aspectos citotóxicos e antimicrobianos, considerando sua ação sobre cultura de células e de bactérias, em diferentes concentrações, e seus efeitos mutagênicos e carcinogênicos. Pode-se concluir que, apesar de ser um eficiente antimicrobiano, o formaldeído apresenta numerosos efeitos citopatológicos, além de ser mutagênico e carcinogênico.

**UNITERMOS:** formaldeído, odontologia, citotoxicidade.

**SUMMARY**

*Formaldehyde is a medicine used in the clinical practice since the 18<sup>th</sup> century. It was one of the medical agents most used in Dentistry, dealing with pulpar therapy. However, although it presents high levels of clinical and radiographic success, special attention has been given to its toxic properties. This article aims to make a revision on the action of the formaldehyde over the dental tissues, emphasizing its cytotoxics and antimicrobial aspects, and its mutagenic and carcinogenic effects. It can be concluded that, despite of being an efficient antimicrobial, formaldehyde presents numerous cytopathologic effects, besides of being mutagenic and carcinogenic.*

**UNITERMS:** formaldehyde, dentistry, cytotoxicity.

---

\* Mestranda do Programa de Biologia Celular e Molecular, Faculdade de Biociências, PUCRS.

\*\* Mestre em Ortodontia do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia, PUCRS.

\*\*\* Professora Doutora Titular Disciplinas de Histologia e Embriologia, Faculdade de Odontologia, PUCRS, Disciplina de Fundamentos Morfológicos do Ser Humano, Faculdade de Medicina, PUCRS.

\*\*\*\* Professora Doutora Adjunta Disciplina de Biotecnologia, Fac. Farmácia e Bioquímica, PUCRS, Disciplina de Microbiologia Clínica II, Faculdade de Farmácia, PUCRS.

## INTRODUÇÃO

Muitas pesquisas a respeito do uso do formaldeído mostram que, por muito tempo, sua aceitação baseou-se em resultados de trabalhos quase exclusivamente clínicos, com pouco embasamento biológico (Massara et al.,<sup>16</sup> 1996). Desde sua introdução na prática odontológica, por Buckley<sup>5</sup> (1906), muitas pesquisas foram realizadas com o intuito de comprovar a efetividade clínica deste medicamento.

O uso do formaldeído na odontologia vem sendo questionado há algum tempo, pelo seu efeito citotóxico, mutagênico e, segundo experiências em animais, oncogênico. Ainda persistem dúvidas quanto à concentração de formaldeído aplicada e liberada nos curativos de demora na prática endodôntica, e seu poder mutagênico e cancerígeno (Van Waes,<sup>28</sup> 2002).

### 1 HISTÓRICO DO FORMALDEÍDO NA ODONTOLOGIA

O formaldeído passou a ser utilizado na Odontologia por Lepkowski, em 1897, apud Leonardo et al.<sup>9</sup> (1998), que utilizou o formaldeído 40% para a manipulação do conteúdo dos canais radiculares, alcançando um sucesso clínico de 57%. Em 1899, Gysi, apud Leonardo et al.<sup>9</sup> (1998), introduziu uma pasta mumificante, à base de formaldeído, para ser utilizada em pulpotomias. Em 1904, surgiu a fórmula de Buckley, uma medicação à base de formaldeído, originalmente indicada como antisséptico para canais radiculares de dentes permanentes com necrose pulpar.

Acreditava-se, então, que o tecido permaneceria inerte nos canais radiculares pela ação do formaldeído, sem apresentar alterações degenerativas (Berman,<sup>2</sup> 1958). Esperava-se que a polpa fixada permanecesse como um material obturador nos canais radiculares, e dessa maneira não ocorreriam reações nos tecidos adjacentes, o que Russo,<sup>23</sup> em 1994, mostrou não ser verdadeiro, uma vez que a extensão do tecido fixado não poderia ser determinada, podendo a polpa ser afetada em diferentes profundidades.

### 2 MATERIAIS ODONTOLÓGICOS QUE LIBERAM FORMALDEÍDO

O formaldeído foi encontrado em alguns materiais usados na Odontologia, como ionômero de vidro, materiais de base de dentadura acrílica,

pastas e cimentos endodônticos, entre outros (Lewis et al.,<sup>11</sup> 1981).

Já o tricresol formalina e o formocresol são medicamentos à base de formaldeído, usados na prática endodôntica. Eles possuem a mesma composição química (formaldeído e cresol), porém, apresentam, em suas formulações, concentrações diferentes de formalina: tricresol formalina em torno de 90% e formocresol, de 19 a 43% (Siqueira Jr et al.,<sup>25</sup> 1999).

#### 2.1 Ação do tricresol formalina

O tricresol formalina é usado como curativo de demora na câmara pulpar de dentes permanentes com necrose pulpar e lesão periapical. Este medicamento propicia a desinfecção do canal, dando condições para reparar as lesões periapicais. Ocorre também uma ação bactericida à distância, pela liberação de vapores do formaldeído (Souza et al.,<sup>26</sup> 1978).

O tricresol formalina é um composto à base de formaldeído e cresol. O formaldeído é um gás produzido pela incompleta combustão do metanol, é solúvel em água, apresentando solução aquosa de aproximadamente 38% a 40% de formaldeído em peso, chamado formalina (Siqueira Jr et al.,<sup>25</sup> 1999). O tricresol diminui as propriedades irritantes do formaldeído. Este material é derivado do "carvão de breu", sendo um potente antisséptico e considerado menos tóxico que o formaldeído.

O tricresol formalina transforma gases e outros produtos tóxicos em elementos sólidos e líquidos não irritantes. O formol atua sobre o anidrido sulforoso, produzindo álcool metílico e enxofre sólido. Já o tricresol atua sobre as gorduras, dando origem ao lisol e destruindo as bactérias (Buckley,<sup>5</sup> 1906). Entretanto, deve-se considerar que esses estudos foram realizados há um século, sendo embasados nos conhecimentos disponíveis naquela época (Siqueira Jr, 1999).

#### 2.2 Uso e concentração do formocresol

Através de uma avaliação clínica, histológica e radiográfica, Berger,<sup>1</sup> em 1965, comparou dentes decíduos pulpotomizados com formocresol em aplicações feitas por 5 minutos e verificou índice de 97% de sucesso radiográfico e 82% de sucesso histológico. Rolling et al.,<sup>22</sup> em 1975, seguindo metodologia idêntica à de Berger, encontraram índice de 70% de sucesso clínico, considerando o formocresol como o fármaco de eleição para o tratamento pulpar de dentes decíduos.

O formocresol é o medicamento mais comumente usado na terapia pulpar de dentes decíduos. Normalmente o formocresol é usado como medicação de escolha em pulpotomias, ou seja, o tratamento de dentes decíduos vitais com exposição pulpar por cárie. A ação bactericida do formocresol se dá junto aos microrganismos presentes nos canais radiculares (Leonardo et al.,<sup>9</sup> 1998).

### 3 AÇÃO POR CONTATO E A DISTÂNCIA

#### 3.1 Tricresol formalina

No estudo de Bernabé et al.,<sup>3</sup> em 1972, avaliou-se a resposta dos tecidos periapicais ao tricresol formalina através de um estudo histológico em cães, e foi verificada a intensificação de um processo inflamatório pré-existente e a conseqüente instalação de um abscesso periapical. Esta resposta poderia ter como fatores etiológicos os produtos tóxicos oriundos das bactérias e dos restos pulpares em decomposição, a volatilidade do formaldeído ou ambos fatores simultaneamente. Os resultados deste trabalho concluíram que a permanência do tricresol formalina na câmara pulpar não é indicada por mais de dois dias, e que são necessárias mais pesquisas para analisar a indicação deste medicamento na endodontia.

No estudo de Souza et al.,<sup>26</sup> em 1978, pesquisou-se a ação tópica e à distância de alguns medicamentos empregados no interior dos canais radiculares. O tricresol formalina foi o medicamento que demonstrou eficaz ação antimicrobiana sobre um coquetel de germes colhidos de canais radiculares de dentes humanos infectados, devido à liberação de vapores, que está diretamente relacionada com o volume de medicação empregado. Conseqüentemente, tais vapores poderão se estender a uma região mais distante, apresentando ação bactericida ao nível das células dos tecidos periapicais. Dessa forma, como existe uma relação direta entre o poder bactericida e o poder de irritação tecidual, certamente os germicidas que atuam à distância produzirão uma lesão de origem medicamentosa nos tecidos periapicais, e esta lesão, às vezes, é maior que a produzida pelos microrganismos.

No estudo feito por Esberard et al., em 1993, demonstrou-se a relação positiva entre tempo de curativo de demora com tricresol formalina, dentes com necrose pulpar e lesão periapical e ausência de dor. Sugeriu-se que o tricresol formalina não produzia dano à região periapical, facilitando a reparação desta área. Porém, ressaltou que este

medicamento quando usado em casos de dentes necrosados, sem lesão periapical, pode levar a dor pós-operatória, provavelmente pela agressão aos tecidos apicais ainda com vitalidade.

#### 3.2 Formocresol

Em estudo clínico, Pruhs et al.,<sup>19</sup> em 1977, verificou estreita relação entre o uso do formocresol em pulpotomias em dentes decíduos e a ocorrência de defeitos na superfície do esmalte dos dentes permanentes sucessores. Messer et al.,<sup>17</sup> em 1980, comprovou os resultados acima, e ainda observou má posição dentária do dente permanente sucessor ao dente decíduo pulpotomizado com formocresol de Buckley.

Segundo Magnusson<sup>15</sup> (1978), houve uma maior incidência de reabsorção óssea e dentinária interna nos dentes decíduos pulpotomizados com formocresol. Entretanto, estes resultados são contraditórios, pois Garcia-Godoy,<sup>7</sup> em 1981, não encontrou diferenças clínicas e histológicas significativas em dentes de macacos pulpotomizados com formocresol convencional (de Buckley) ou diluído 1/5.

### 4 AÇÃO BACTERICIDA DO FORMOCRESOL

No estudo de Wesley et al.,<sup>29</sup> em 1970, foi verificada a ação bactericida do formocresol, e foi constatado que, mesmo quando diluído, o formocresol tem capacidade de esterilizar condutos radiculares sépticos.

Na pesquisa de Thomas et al.,<sup>27</sup> em 1980, foi verificada a difusão do formocresol através de placas de Petry buscando proporcionar eficiente ação bactericida. Os resultados basearam-se na observação da ação do formocresol sobre diferentes bactérias, e constatou-se que o formocresol apresenta boa ação bactericida a partir de 20% de concentração.

Visando a neutralização mediata das toxinas e a redução da população bacteriana da cavidade pulpar, tem sido proposto o uso de medicamentos que neutralizem os produtos tóxicos gerados pelos microrganismos presentes nos canais radiculares. Compostos aldeídicos são utilizados com o propósito de alcançar um suposto conteúdo inerte no interior do canal. Porém, segundo Siqueira Jr,<sup>24</sup> em 2002, até o momento, nenhum estudo fornece suporte científico que certifique a neutralização de produtos microbianos pelos medicamentos intracanaís.

## 5. PODER MUTAGÊNICO E CARCINOGENÉTICO DO FORMALDEÍDO

Em 1946, Rapaport<sup>21</sup> identificou que um dos componentes do formocresol, denominado formaldeído, tinha possíveis propriedades mutagênicas. Mais tarde, em 1978, Myers também constatou que o formocresol e um de seus constituintes, o formaldeído, apresentavam potencial mutagênico e carcinogênico em estudos em animais.

Loos et al.,<sup>12</sup> em 1971, testaram várias concentrações de formocresol em implantes esponjosos no subcutâneo de ratos e observaram a supressão da atividade enzimática provocada por cada uma das concentrações. Os autores concluíram que quanto maior a concentração do formocresol, mais rápida a inibição da atividade enzimática. Portanto o uso do formocresol 1/5 apresenta o mesmo grau de fixação tecidual e possibilita que a recuperação dos tecidos seja mais rápida.

Segundo Lewis,<sup>10</sup> 1998, o potencial imunogênico, tóxico, mutagênico e carcinogênico do formocresol e o conseqüente risco potencial do seu uso para a saúde humana já são bastante conhecidos e inclusive reconhecidos por várias instituições, dentre elas a Organização Mundial de Saúde.

Em estudo desenvolvido por Zarzar et al.,<sup>30</sup> em 2003, visando avaliar a mutagenicidade do formocresol *in vivo* através de cultura de linfócitos obtidos do sangue periférico de crianças entre 5 e 10 anos, os resultados obtidos mostraram que o formocresol não era mutagênico. Porém, os pesquisadores enfatizaram a necessidade de mais investigações, preferivelmente com maior amostragem, com quantidades diferentes do medicamento, sugerindo verificar a suscetibilidade para alterações cromossômicas com o uso do formocresol.

## 6 TOXICIDADE

### 6.1 Formaldeído

Os antissépticos derivados do aldeído fixam tecidos vitais e necróticos, porém, os tecidos fixados por compostos aldeídicos não são inertes, apresentando, assim, um efeito tóxico, altamente irritante e antigênico (Brian et al.,<sup>4</sup> 1980).

Ranly, em 1987, desenvolveu pesquisa com injeções endovenosas de formaldeído em ratos, e observou os efeitos tóxicos e histopatológicos sistêmicos. Estes efeitos só ocorreram com doses injetadas consideradas muito elevadas em relação ao resultado da distribuição sistêmica a partir de pulpotomias com formocresol.

Em um estudo conduzido por Lovschall et al.<sup>14</sup> (2002), verificou-se que, em condições experimentais, células de tecidos humanos pareceram ser mais sensíveis à toxicidade do formaldeído que as células HeLa.

### 6.2 Formocresol

Resultados de estudos dos efeitos do formocresol sobre o tecido conjuntivo indicaram que o formocresol é tóxico para as células na área próxima ao local de aplicação da medicação, e que interfere na atividade fisiológica das células vivas. A redução na concentração do formocresol é acompanhada por uma redução nos seus efeitos citotóxicos (Loos et al.,<sup>12</sup> 1971).

Loos et al.<sup>13</sup> (1973), observando o efeito do formocresol em tecido subcutâneo de rato, propuseram que o formocresol fosse usado na diluição de um quinto da fórmula original, reconhecendo, assim, a ação altamente tóxica do medicamento.

A citotoxicidade do formocresol foi avaliada através de sua ação sobre cultura de linhagens celulares. O formocresol causou fixação destas células, e este resultado foi esperado pelo fato deste medicamento ser conhecido como um fixador tecidual. O formocresol e seus vapores foram tóxicos para as células. As células tornaram-se atroficas, e o número de células pareceu ter uma tendência à diminuição nos poços expostos diretamente ao formocresol e nos poços controle expostos aos vapores do formocresol. Para surpresa dos pesquisadores Hill et al.,<sup>8</sup> 1991, uma diminuição nos efeitos citotóxicos do formocresol não foi observada nas diferentes diluições (10 e 100 vezes) do formocresol 0,75%, indicando que as pequenas concentrações são exatamente tão citotóxicas quanto as maiores concentrações.

## CONCLUSÕES

Com base nas evidências científicas a respeito do formaldeído, sua ação e aplicações na Odontologia, pode-se concluir que os efeitos tóxicos locais e sistêmicos colocam em dúvida sua viabilidade nos procedimentos odontológicos.

Os antissépticos usados no interior do canal radicular, à base de formaldeído, como é o caso do tricresol formalina e do formocresol, são capazes de controlar a infecção de origem endodôntica, porém podem causar irritação ou destruição dos tecidos vivos. Por este motivo, havendo tamanha dificuldade de controlar a profundidade de ação do formaldeído, fica restrito seu uso na Odontologia.

O potencial citotóxico do formaldeído está relacionado com a quantidade de material utilizado nos experimentos de culturas celulares, e com a quantidade de formaldeído colocado nos curativos de demora na prática endodôntica. A dificuldade prática de limitar o volume da medicação, principalmente no uso clínico odontológico, nos faz questionar quais as concentrações de formaldeído são tóxicas, e qual a quantidade que poderíamos usar sem causar efeitos deletérios sobre os tecidos vivos, como mutagenicidade e carcinogenicidade.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Berger JE. Pulp tissue reaction to formocresol and zinc oxide-eugenol. *J Dent Child (Chicago)*. 1965;32(1):13-28.
- Berman DS. Pulp amputation and healing. *J Dent Child (Chicago)*. 1958;25:84-104.
- Bernabé PFE, Holland R, Souza V. Resposta dos tecidos periapicais ao tricresol foramalina. Estudo histológico em cães. *Rev Fac Odont Araçatuba (São Paulo)*. 1972;1(1):45-51.
- Brian J, Ranly D, Fulton R. Reaction of rat connective tissue to unfixed and formaldehyde fixed autogenous implants enclosed ion tubs. *J Endod (Baltimore)*. 1980;6:628-32.
- Buckley JP. A rational treatment for putrescent pulps. *Dent Cosm (Philadelphia)*. 1906;48:537-43.
- Esberard RM, Queiroz SN, Santos AA. Curativos com Tricresol Formalina: avaliação clínica e radiográfica em dentes humanos portadores de lesões periapicais crônicas. *RGO (Porto Alegre)*. 1993;41(4):209-12.
- Garcia-Godoy F. Penetration and pulpal response by two concentrations of formocresol using two methods of application. *J Pedodontic*. 1981;5(2):102-35.
- Hill SD, Berry CW, Seale NS et al. Comparison of antimicrobial and cytotoxic effects of glutaraldehyde and formocresol. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol (Dallas)*. 1991;71:89-95.
- Leonardo MR, Leal JM. Medicação tópica entre-sessões, "curativo de demora" em biopulpectomia e necropulpectomia I e II. In: \_\_\_\_\_. *Endodontia – Tratamento de canais radiculares*. 3ª ed. São Paulo: Panamericana; 1998. p. 491-534.
- Lewis B. Formaldehyde in dentistry: a review for the millennium. *J Clin Pediatr Dent (Birmingham)*. 1998;22(2):167-77.
- Lewis BB, Chestner SB. Formaldehyde in dentistry: a review of mutagenic and carcinogenic potential. *JADA (Chicago)*. 1981;103:429-34.
- Loss PJ, Han SS. An enzyme histochemical study of the effect of various concentrations of formocresol on connective tissues. *Oral Surg (St. Louis)*. 1971;31(4):571-85.
- Loss PJ, Straffon LH, Han SS. Biological effects of formocresol. *J Dent Child (Chicago)*. 1973;40:193-7.
- Lovschall H, Eiskjaer M, Arenholt-Bindslev D. Formaldehyde cytotoxicity in three human cell types assessed in three different assays. *Toxicology in vitro (Denmark)*. 2002;16:63-9.
- Magnusson BO. Therapeutic pulpotomies on primary molars with the formocresol technique. A clinical and histological follow-up. *Acta Odont Scand (Oslo)*. 1978;36(3):157-65.
- Massara VLA, et al. A utilização do hidróxido de cálcio em pulpotomias de dentes decíduos. *RGO (Porto Alegre)*. 1996;44(5):300-4.
- Messer LB et al. Long term effects of primary molar pulpotomies on succedaneus bicuspid. *J Dent Res (Washington)*. 1980;59:116-23.
- Myers DR, Shoaf HK, Dirksen TR et al. Distribution of 14C-formaldehyde after pulpotomy with formocresol. *J Am Dent Assoc (Chicago)*. 1978;96:805-13.
- Pruhs RJ et al. Relationship between formocresol pulpotomies on primary teeth and enamel defects on their permanent successors. *J Am Dent Assoc (Chicago)*. 1977; 94:698-700.
- Ranly DM, Horn D. Assessment of the systemic distribution and toxicity of formaldehyde following pulpotomy treatment: part two. *J Dent Child (Chicago)*. 1987;54(1):40-4, 1987.
- Rapoport LA. Carbonyl compounds and the chemical mechanism of mutation. *Compt Rend Acad Sci (URSS)*. 1946;54:65-7.
- Rolling I, Thylstrup A. A 3-year clinical follow-up study of pulpotomized primary molars treated with the formocresol technique. *Scand J Dent Res*. 1975;83:47-53.
- Russo MC. Endodontia em dentes decíduos. In: \_\_\_\_\_. *Atualização na Clínica Odontológica – a prática da clínica geral*. São Paulo: Artes Médicas; 1994. p. 205-14.
- Siqueira Jr JF. Medicação Intracanal: Por que e quando usar? In: \_\_\_\_\_. *Cardoso RJA, Gonçalves EAN. Endodontia/Trauma*. São Paulo: Artes Médicas; 2002. p. 219-38.
- Siqueira Jr JF, Lopes HP. Endodontia: biologia e técnica. Rio de Janeiro: Medsi; 1999. p. 397-426.
- Souza V, Holland R, Nery MJ, Mello W. Emprego de medicamentos no interior dos canais radiculares. Ação tópica e à distância de algumas drogas. *ARS Curandi Odontol (São Paulo)*. 1978;4-15.
- Thomas BDS et al. Antibacterial properties of dilute formocresol and eugenol and propylene glycol. *Oral Surg (St. Louis)*. 1980;49(2):166-70.
- van Waes HJM, Stöckli PW. Odontopediatria. Porto Alegre: Artmed; 2002. p. 217-23.
- Wesley DJ et al. The quantitation of formocresol as a root canal medicament. *Oral Surg (St. Louis)*. 1970;29(4):603-12.
- Zarzar PA, Rosenblatt A, Takahashi CS et al. Formocresol mutagenicity following primary tooth pulp therapy: an in vivo study. *J Dent (Oxford)*. 2003;31:479-85.

Recebido para publicação em: 16/05/2006; aceito em: 02/08/2006.

#### Endereço para correspondência:

MELISSA ISABEL THOMAS  
Rua Silva Jardim, 537/502  
CEP 99010-240, Passo Fundo, RS, Brasil  
E-mail: melissa.thomas@puers.br