

# Análise da Resistência à Fratura de Dentes Pré-Molares Tratados Endodonticamente Utilizando MEF

**Izabel Aparecida de Almeida**, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Uberlândia, e-mail: [ialmeida@mecanica.ufu.br](mailto:ialmeida@mecanica.ufu.br)

**Cleudmar Amaral de Araújo**, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Uberlândia, e-mail: [cleudmar@mecanica.ufu.br](mailto:cleudmar@mecanica.ufu.br)

**Carlos José Soares**, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Uberlândia, e-mail: [carlosjsoares@umarama.ufu.br](mailto:carlosjsoares@umarama.ufu.br)

## Introdução

Vários estudos clínicos têm indicado a necessidade de tratamentos restauradores diretos e indiretos em dentes tratados endodonticamente, por possuírem tendência à fratura (Sorensen e Martinoff, 1984). Visando manter a estrutura dental, quando o tecido da polpa é agredido indica-se o tratamento endodôntico. Fraturas e cáries podem levar a agressão direta da polpa (Leonardo et al., 1982). Diferentes técnicas restauradoras podem ser empregadas na estrutura do dente. Devido a facilidade de manipulação e propriedades mecânicas favoráveis, o amálgama é o material restaurador de maior utilização. Jagdish e Yodesh (1990) mostraram que dentes restaurados com amálgama apresentaram fraturas de cúspides devido a propagação de microtrincas sob carregamento cíclico. Como alternativa existem técnicas diretas que utilizam resinas compostas, que devido a sua capacidade de adesão as estruturas dentais, aumentam a resistência a fratura. Entretanto, esta técnica restauradora apresenta problemas, principalmente, relativos a contração de polimerização, acabamento e polimento (Leinfelder, 1997). Atualmente existem no mercado novas resinas denominadas cerômeros que possuem alta resistência a compressão e coeficiente de expansão térmica similar ao esmalte, porém possuem maior tendência de propagação de trincas e fraturas.

O método dos elementos finitos é uma importante técnica de análise de estruturas biomecânicas, uma vez que, devido a sua versatilidade é possível avaliar de maneira relativamente rápida e precisa o comportamento mecânico e fazer uma previsão da resistência a fratura dos materiais normalmente empregados nas restaurações (Rubin, C., 1983).

O objetivo deste trabalho é avaliar a resistência à fratura da dentina de um pré-molar sujeito a uma carga aplicada. A resistência será avaliada através da determinação do fator de intensificação de tensão para o modo I de abertura de uma trinca de borda iniciando na parte inferior do dente. O modelo bidimensional de elementos finitos levou em consideração os vários elementos constituintes do dente sujeito a uma restauração com resina composta.

## Mecânica da Fratura Elástica Linear

Um material fratura quando um nível de tensão aplicado é suficiente para quebrar as ligações atômicas do material. Esta tensão coesiva é possível de prever utilizando técnicas da mecânica da fratura. Uma trinca pode formar-se ou propagar-se quando a energia total diminui ou permanece constante. Normalmente, na ponta da trinca o nível de tensão pode ser da ordem que leva a uma pequena região de deformação plástica. Desde que esta região seja pequena pode-se utilizar os parâmetros da Mecânica da Fratura Elástica Linear para prever a resistência a fratura do material (Anderson, T. L., 1995). Neste caso, os dois parâmetros normalmente utilizados são a taxa de liberação de energia (G) e o fator de intensificação de tensões que pode ser determinado em função do tipo de abertura da trinca. Para uma placa semi-infinita com uma trinca de borda o fator de intensificação de tensões é dado por:

$$KI = 1.12\sigma\sqrt{\pi a}, \quad KI \text{ (MN/m}^{3/2}\text{)} \quad (1)$$

Onde  $a$  é o tamanho da trinca. Conhecendo-se o parâmetro  $KI$  é possível avaliar se a trinca tende a se propagar dependendo do conhecimento de um valor de resistência a fratura padrão Kic para o material analisado. O valor de Kic normalmente é determinado através de ensaios experimentais.

## Modelo de elementos finitos

Para gerar o modelo bidimensional de elementos finitos foi obtida uma imagem de tomografia de um pré-molar superior. Esta imagem foi importada para o Programa Matlab. Neste software a imagem foi tratada e foram obtidos os contornos através das linhas e coordenadas. Este contorno foi então exportado para o Programa Ansys no formato IGES. No programa Ansys são geradas as áreas, definidas as propriedades mecânicas dos materiais, as condições de contorno, os carregamentos. A figura 1 mostra a estrutura do modelo de elementos finitos obtido e a região onde foi simulada a trinca que foi malhada de forma diferenciada em relação às outras partes do modelo.

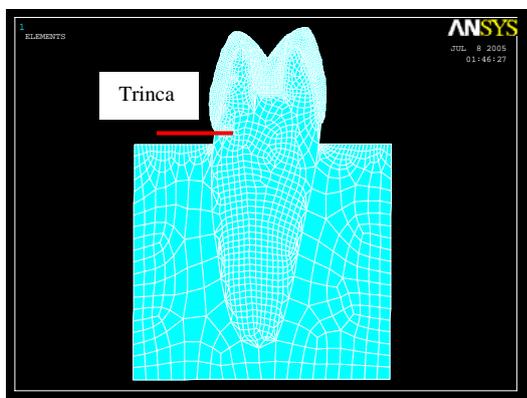


Figura 1 – Modelo de elementos finitos.

## Resultados

No programa Ansys existem funções específicas para se determinar o fator de intensificação de tensões a partir de um modelo prévio de uma trinca. A figura 2 mostra as tensões de Von Mises obtidas considerando-se um carregamento de 200 N aplicado ao dente. Neste caso, os valores máximos obtidos foram de 374 Mpa.

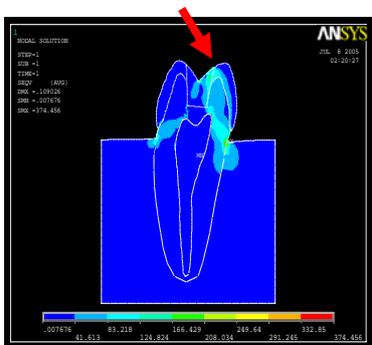


Figura 2 – Tensões de Von Mises no modelo sob carga de 200N.

## Considerações Finais

Neste trabalho verificou-se que um modelo numérico de elementos finitos pode ser utilizado para uma avaliação prévia do comportamento de uma trinca em dentes restaurados com diferentes resinas. Neste caso, o programa ANSYS apresenta características que tornam simples o processo de modelagem e acompanhamento dos resultados, permitindo análises com várias configurações de projeto, sempre com custos reduzidos se comparados a processos experimentais. Evidentemente, que as análises experimentais devem sempre ser realizadas sempre que se desejar resultados quantitativos mais apropriados aos modelos analisados.

Este trabalho faz parte de uma Dissertação de Mestrado que se encontra em desenvolvimento. Nesta etapa, foram apresentados os resultados preliminares de um primeiro modelo plano. Pretende-se avaliar outros parâmetros da mecânica da fratura em um modelo 3D comparando com resultados experimentais. Neste modelo obteve-se um valor de KI de  $0.37 \text{ MN/m}^{-3/2}$  no modelo de elementos finitos para uma trinca de 0.05 mm. O trabalho pretende ajustar os parâmetros da mec. da fratura utilizando métodos experimentais em amostras de cerâmicas utilizando indentador vickers (Figura 3).

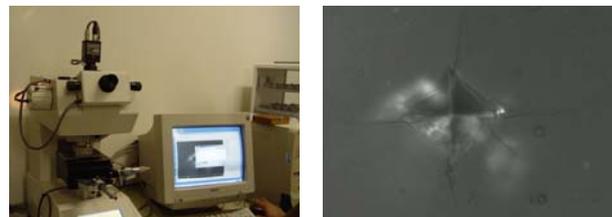


Figura 3 – Trinca obtida em um modelo cerâmico.

## Referências Bibliográficas

Sorensen, J. A.; Martinof, J. T., 1984, "Intracoronary reinforcement and coronal coverage: a study of endodontically treated teeth." **J P. Dent.** Jun, 51(6):780-4.

Leonardo, M. R.; Leal, J. M., Simoes F., A. P., 1982, "Endodontia-Tratamento de canais radiculares" São Paulo, Panamericana.

Rubin, C., 1983, "Stress Analysis of the human tooth using a three-dimensional finite element model", *J. D. Res.*, V. 62, p. 82-86.

Anderson, T. L., 1995, "Fracture Mechanics: Fundamentals and Applications", 2<sup>nd</sup> ed., CRC Press.