

# Modelagem Numérica para Avaliação do Comportamento Mecânico de Bráquetes Cerâmicos

Ricardo Pereira Tarragô de Souza<sup>1</sup>, Telmo Roberto Strohaecker<sup>2</sup>

1 – Autor - Graduando em Engenharia Mecânica – UFRGS

2 – Orientador - Professor Departamento de Metalurgia – UFRGS – Laboratório de Metalurgia Física – LAMEF/UFRGS

## INTRODUÇÃO

Ortodontistas têm reportado um aumento na procura de pacientes adultos em seus consultórios. No entanto, dois são os principais fatores desmotivadores do uso de aparelhos ortodônticos por parte dos adultos: o tempo de tratamento e aparência esteticamente desfavorável dos bráquetes. A fim de transpor pelo menos um destes fatores, foram propostas algumas alternativas como, por exemplo, o uso de bráquetes cerâmicos, Evidenciados na Figura 1. Além de serem esteticamente favoráveis, estes se adaptam perfeitamente ao meio bucal, fazendo com que a aceitação pelos pacientes adultos seja positiva. Porém, uma das principais preocupações encontradas no projeto deste tipo de bráquete é a resistência à fratura, uma vez que materiais cerâmicos são mais frágeis quando comparados a materiais metálicos utilizados na fabricação de bráquetes tradicionais. O presente trabalho apresenta a análise, pelo método dos elementos finitos, de bráquetes cerâmicos à base de alumina, utilizados na aplicação de aparelhos ortodônticos.



Figura 1: (a) Comparativo estético do bráquete metálico e cerâmico<sup>1</sup>. (b) Aspecto do bráquete cerâmico<sup>2</sup>.

## OBJETIVO

O presente trabalho apresenta a análise, pelo método dos elementos finitos, de bráquetes cerâmicos à base de alumina, utilizados na aplicação de aparelhos ortodônticos. Visto que o maior carregamento ocorre no fio durante a aplicação do torque no bráquete, foi estudada a distribuição de tensões para esse caso.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A fim de desenvolver um bráquete cerâmico mais resistente, foram estudadas seis novas composições de materiais cerâmicos à base de alumina, comparando os resultados de tensão na região crítica com um bráquete composto por alumina pura. Para as análises, foi considerado um torque, vide Figura 2, de 94,9 N.mm, o qual foi aplicado em um fio metálico retangular de 0,0215" x 0,028" e comprimento de 33,5 mm. O posicionamento da região de aplicação do torque no fio foi de 6 mm da região central do bráquete, considerada a região interdental do fio para um caso clínico, como pode ser visto na Figura 3. Posteriormente às análises da distribuição de tensões para o material de referência (alumina pura) e as novas composições de materiais propostas, foram estudadas outras duas geometrias de canaleta, variando o raio de concordância na região crítica, com o dobro e a metade do raio de concordância da canaleta comercial, como pode ser visto na Figura 4.

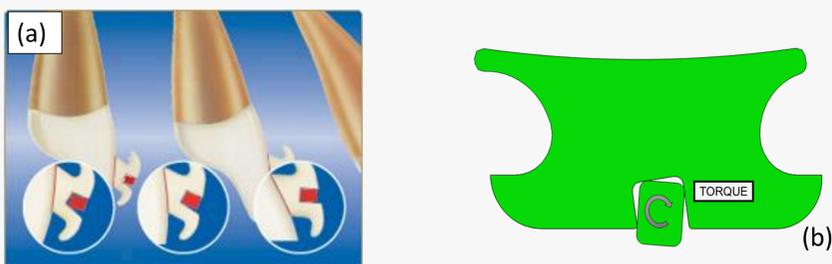


Figura 2: (a) Esquema do torque aplicado<sup>3</sup>. (b) Demonstração de aplicação do torque.



Figura 3: Posicionamento e regiões de aplicação do torque e engaste.

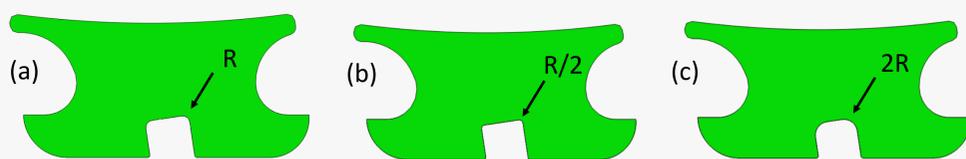


Figura 4: (a) Raio de concordância comercial, R. (b) Metade do raio de concordância comercial, R/2. (c) Dobro do raio de concordância, 2R.

## RESULTADOS

Considerando que o bráquete apresenta fratura frágil, foi adotado o critério da tensão máxima principal para a avaliação da resistência mecânica.

A distribuição de tensões no bráquete é semelhante para todos os casos simulados, como por exemplo para a alumina pura mostrada na Figura 5. Observou-se também que as maiores tensões geradas no bráquete devido à aplicação do torque no fio metálico indicam que uma eventual fratura ocorreria preferencialmente partindo da região da canaleta em direção à face gengival, com um ângulo de aproximadamente 30°.

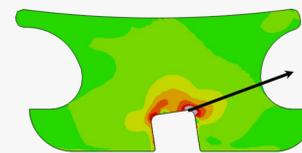


Figura 5: Região e direção da propagação de trinca na fratura do bráquete.

Os valores de tensões para cada material para a mesma geometria do bráquete comercial, considerando a relação entre a tensão observada na simulação para cada caso e a tensão de ruptura, em porcentagem, está na Tabela 1. Na Tabela 2 encontram-se os valores comparativo da geometria da canaleta para o mesmo material, alumina pura.

Tabela 1: Resultados considerando a mesma geometria para todos os casos, variando material..

Material do Bráquete	Módulo de Elasticidade [GPa]	Tensão Simulação [MPa]	Tensão de ruptura [MPa]	Comparativo Trup/Tsim [%]
Alumina Pura	370	221	300	135,7
R10	183	155	136	87,7
R15	157	140	129	92,1
R20	164	145	92	63,4
A10	114	112	138	123,2
A15	101	103	100	97,1
A20	176	152	80	52,6

Tabela 2: Resultados considerando a alumina pura como material, variando geometria.

Geometria da canaleta do Bráquete	Módulo de Elasticidade [GPa]	Tensão Simulação [MPa]	Tensão de ruptura [MPa]	Comparativo Trup/Tsim [%]
Raio R	370	221	300	135,7
Raio R/2	370	293	300	102,4
Raio 2R	370	235	300	127,7

## CONCLUSÕES

Na análise dos novos materiais propostos em relação ao material de referência, alumina pura, foi visto que são materiais menos resistentes mecanicamente pois, apesar de a tensão resultante na simulação ser maior para a alumina pura, a tensão de ruptura desta é maior, o que faz ter um melhor coeficiente de segurança e comportamento mecânico. Na análise das novas geometrias propostas para a canaleta do bráquete, foi observado que a canaleta comercial (Raio R) apresentou melhor desempenho por apresentar tensões menores na região de maior concentração das tensões máximas principais.

Fontes:  
1- <http://www.orthocenteroc.com/services/ceramic-braces-clear-braces/>  
2- <http://www.bronxadvanced.com/orthodontics/Clear-Ceramic-Braces.html>  
3- [http://www.forestadent.com/forestadent-en/Produkte/products/Brillant\\_Brackets.php](http://www.forestadent.com/forestadent-en/Produkte/products/Brillant_Brackets.php)