

**FERNANDA CALABRÓ CALHEIROS**

**INFLUÊNCIA DA DOSE DE ENERGIA SOBRE O GRAU DE  
CONVERSÃO, TENSÃO DE POLIMERIZAÇÃO, PROPRIEDADES  
MECÂNICAS E MICROINFILTRAÇÃO *IN VITRO* DE  
RESTAURAÇÕES EM COMPÓSITO**

**São Paulo**

**2006**

**Fernanda Calabró Calheiros**

**Influência da dose de energia sobre o grau de conversão, tensão de polimerização, propriedades mecânicas e microinfiltração *in vitro* de restaurações em compósito**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, para obter o título de Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

Área de Concentração: Materiais Dentários

Orientador: Prof. Dr. Roberto R. Braga

São Paulo

2006

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Calheiros FC. Influência da dose de energia sobre o grau de conversão, tensão de polimerização, propriedades mecânicas e microinfiltração *in vitro* de restaurações em compósito [Tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2006.

São Paulo, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2006

### Banca Examinadora

1) Prof(a). Dr(a). \_\_\_\_\_

Titulação: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

2) Prof(a). Dr(a). \_\_\_\_\_

Titulação: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

3) Prof(a). Dr(a). \_\_\_\_\_

Titulação: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

4) Prof(a). Dr(a). \_\_\_\_\_

Titulação: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

5) Prof(a). Dr(a). \_\_\_\_\_

Titulação: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu marido e à minha família que souberam, através do amor, me ensinar a verdadeira razão de viver.

É loucura:  
Odiar todas as rosas porque uma te espetou  
Entregar todos os teus sonhos porque um deles não se realizou  
Perder a fé em todas as orações porque numa não foste atendido  
Desistir de todos os esforços porque um deles fracassou.

É loucura:  
Condenar todas as amizades porque uma te traiu  
Descrer de todo amor porque um deles te foi infiel  
Jogar fora todas as chances de ser feliz porque uma tentativa não deu certo

Espero que na tua caminhada não cometas estas loucuras, lembrando que sempre:  
Há uma outra chance, uma outra amizade, uma nova força...  
É só ser perseverante e procurar ser mais feliz a cada dia pois:  
"A glória não consiste em jamais cair, mas sim erguer-se toda vez!"

Mensagem recebida por e-mail (autor desconhecido)

# AGRADECIMENTOS

## **A Deus**

Porque me fez uma pessoa abençoada. Abençoada pela vida que me foi dada, pela saúde preservada, pela família na qual fui colocada, pessoas pelas quais sou rodeada, pelas oportunidades profissionais que me são apresentadas...

*“Obrigado Senhor, porque és meu amigo, porque sempre comigo Tu estás a falar.  
No perfume das flores, na harmonia das cores e no mar que murmura o Teu nome a rezar. Escondido Tu estás, no verde das florestas, nas aves em festa e no sol a brilhar;  
na sombra que abriga, na brisa amiga, na fonte que corre ligeira a cantar.  
Te agradeço ainda porque na alegria ou na dor de cada dia eu posso Te encontrar.  
Quando a dor me consome, murmuro o Teu nome e mesmo sofrendo eu posso cantar.”*  
(música retirada do folheto de missa do Frei Jorge da Paz)

## **Ao meu marido José Augusto Mora Puliti**

Pela paciência, compreensão, força nos momentos difíceis, conselhos e todo amor. Não existem palavras suficientes para agradecê-lo. Pela segunda vez eu digo que você é uma benção que Deus me deu. Espero que ao longo de nossa vida eu consiga lhe provar o quanto você é importante e como é grande meu amor por você.

*“Você é a escada da minha subida  
Você é o amor da minha vida  
É o meu abrir de olhos do amanhecer  
Verdade que me leva a viver  
Você é a espera na janela  
A ave que vem de longe tão bela  
A esperança que arde em calor  
Você é a tradução do que é o amor”*  
(Rio Negro e Solimões)

## **Aos meus pais Ivanildo e Olimpia, e irmãos Renato e Luciano**

O que eu posso dizer de uma família tão unida e especial? Esta família sempre foi o alicerce para a realização dos meus sonhos. Hoje eu chego até aqui pela formação e apoio que vocês me deram. Meu amor, admiração e gratidão jamais poderão ser expressos em tão pouco espaço e com tão simples palavras. Só queria que vocês soubessem que me espelho em vocês para ser sempre uma pessoa melhor. Se eu um dia eu tiver metade da disposição e caráter do meu pai, da dedicação e honestidade da minha mãe, da alegria e personalidade do Rê e também metade da responsabilidade e serenidade do Lú estarei feliz comigo mesma. Obrigada por tudo! Amo vocês.

*“Existem várias maneiras de aprender as coisas. A mais convencional delas é a do discurso pedagógico, a fala organizada que pretende nos ensinar o que precisamos saber. Mas aquela que nos marca de modo mais profundo e duradouro é sempre a da observação do gesto do outro, o exemplo do qual somos testemunhas e cujo significado reconhecemos visceralmente.”*  
(Carlos Diegues)

## **À minha tia Amália Calabro**

A casa só se completa com sua presença. Peça fundamental para a alegria e descontração da família. Uma pessoa lutadora, companheira e sempre pronta para ajudar. A verdadeira segunda mãe. Você é um exemplo para todos nós. Preciso de muitos anos para conseguir retribuir todo apoio, carinho e amor. Espero conseguir agradecê-la com atitudes no lugar de palavras! Obrigada!

## **Ao meu tio Léo, Cristina, Ana Paula e Leonardo**

Vocês não têm a mínima idéia do quanto são importantes em minha vida. Mais uma vez, gostaria de agradecer por tudo. Espero sempre poder ter vocês ao meu lado participando de cada momento importante (como este). Obrigada!

### **Ao meu orientador Prof. Dr. Roberto Ruggiero Braga**

Gostaria de agradecer pela oportunidade de tê-lo como meu mestre. Não apenas um mestre, na verdade, um amigo. Tanta paciência, tanto conhecimento transmitido, tanta dedicação e confiança só poderiam existir em uma pessoa genial como você. Espero que você saiba que te admiro muito. Que esta orientação não termine com a conclusão desta tese. Que eu possa contar sempre com seu apoio e conselhos. Tenho certeza de que tenho uma dívida eterna com você, pois jamais conseguirei retribuir a preciosidade dos ensinamentos passados. Muito obrigada!

### **Ao Prof. Frederick Rueggeberg**

Pela oportunidade que me ofereceu de trabalhar na MCG (Medical College of Georgia, USA), onde desenvolvi parte desta tese. Mais do que isto, agradeço o acolhimento fantástico, o desenvolvimento científico e crescimento pessoal que me proporcionou em tão pouco tempo.

### **Ao Prof. Jeffrey W. Stansbury**

Pela ajuda e disposição em discutir, escrever e lapidar os trabalhos publicados.

### **Ao Prof. Yoshio Kawano**

O dom de ensinar a nós leigos o mundo da química, dos espectros, dos polímeros. Só uma pessoa tão paciente e dedicada consegue fazê-lo de forma tão marcante. Eu agradeço pelas conversas, pelos experimentos feitos e principalmente pela amizade. Espero que possamos trabalhar juntos muitas vezes. Obrigada!

### **À minha amiga Fernanda Tranchesí Sadek**

Muitas vezes sorrindo, às vezes brigando, outras vezes chorando juntas. Assim é a nossa amizade: intensa e sincera como poucas. É difícil acreditar que o tempo passou tão rápido dentro da pós-graduação. Tantas horas juntas dentro e fora do departamento! Eu te agradeço por tudo. Por esta amizade, pelo carinho, pelo apoio e também pela ajuda na parte experimental desta tese. Você é para mim um exemplo de sucesso e dedicação dentro da área acadêmica. Espero poder contar sempre com você, tanto para publicar novos trabalhos como para continuar compartilhando o que há de melhor e pior na vida! Muito obrigada.

*"If you need a friend,  
don't look to a stranger,  
You know in the end,  
I'll always be there"  
(When in Rome)*

### **À Profa. Rosa Helena Grande**

A pós-graduação é comandada de forma impressionante e indiscutível. Porém, meus agradecimentos vão além da parte burocrática e formal. Através do seu apoio e carinho, a caminhada ficou mais tranqüila. Foi muito bom ver que nos momentos de desânimo havia sempre uma mão amiga para me puxar e fazer eu me sentir importante. Espero sempre corresponder à altura de suas expectativas! Muito obrigada por fazer eu me sentir no departamento como se estivesse em minha própria casa.

### **Ao Prof. Rafael Yagüe Ballester**

Pela ajuda incalculável durante todos estes anos e principalmente pela ajuda na hora do desespero na finalização desta tese...Obrigada mesmo!

### **À amiga Márcia Daronch**

Gostaria de agradecer-lá pela oportunidade de, junto com você, desenvolver parte da minha tese nos Estados Unidos. Mais do que isto, gostaria de dizer que a admiro muito. Ser sua co-autora é uma grande honra. Tenho certeza de que esta amizade me trouxe muito crescimento não só científico como pessoal. Obrigada por tudo!

### **À Letícia Cristina Cidreira Boaro**

Agradeço a paciência em ensinar a metodologia de microinfiltração e toda colaboração nesta parte experimental da tese. E por que não dizer obrigada por dividir as broncas do chefe e também por deixar mais divertida a equipe do BrEC ("Braga Estudos em Compósitos")? Seja bem vinda à pós-graduação...

**À Flávia Gonçalves**

Pela presença na equipe trazendo tranquilidade e muito conhecimento. Foram muito proveitosos os trabalhos em que pude ser sua co-autora. Obrigada pela oportunidade!

**À Carmem Pfeifer, Prof. Paulo F. César e Prof. Walter G. Miranda Júnior**

A companhia de vocês foi fundamental na minha primeira experiência em um congresso internacional. A viagem que fizemos para o Canadá foi propulsora das nossas amizades! Espero compartilhar com vocês muitas viagens como aquela! Obrigada!

**À Carina Castellan e à Bárbara Pick**

Por me apresentarem e incorporarem à nova turma de alunos do departamento. Por todo carinho e momentos de descontração em “happy hours” e principalmente pela oportunidade de poder viajar com vocês ao encontro do Grupo Brasileiro de Materiais Dentários (GBMD 2006, Uberlândia), que me permitiu conhecer e me aproximar de duas pessoas incríveis como vocês. Obrigada!

**Ao Vinicius Rosa**

Pela alegria com a qual sempre me recebeu, pelas brincadeiras, pelos momentos de descontração no meio do “stress”. Que eu possa sempre compartilhar momentos bons e demonstrar meu carinho. Aquele abraço! Obrigada.

**A todo Departamento de Materiais Dentários (Professores e alunos)**

Pelo acolhimento, apoio, momentos de alegria e ajuda durante todos esses anos.

**Aos funcionários do Departamento de Materiais Dentários Rosa Cristina Nogueira, Mirtes Stadutto, Antônio Carlos Lascale e Silvio Peixoto Soares**

Por todo auxílio, apoio e carinho oferecidos. O Departamento só caminha com o suporte de vocês...Obrigada.

**À FAPESP**

Pela bolsa (03/13002-0) e auxílio-pesquisa (04/05975-0). A Fundação, com o suporte financeiro, permitiu a compra do material necessário para a execução desta tese, bem como a minha participação em eventos científicos nacionais e internacionais, contribuindo durante três anos para o meu crescimento científico.

Obrigada.

**À Esstech Technology Inc.**

Pela doação dos monômeros.

**À Vigodent S/A Indústria e Comércio**

Pela doação das cargas inorgânicas de vidro de bário.

**À Degussa Brasil Ltda.**

Pela doação das partículas de sílica coloidal.

**À Vortex Indústria e Comércio de Ferramentas Diamantadas Ltda.**

Pela doação das pontas impregnadas por diamante.

Calheiros FC. Influência da dose de energia sobre o grau de conversão, tensão de polimerização, propriedades mecânicas e microinfiltração *in vitro* de restaurações em compósito [Tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2006.

## RESUMO

*Proposição:* O objetivo deste trabalho foi verificar a influência da dose de energia aplicada a um compósito resinoso sobre seu grau de conversão (GC), tensão de polimerização (TP), velocidade máxima de reação ( $R_p^{\max}$ ), propriedades mecânicas (resistência à flexão/RF, módulo de elasticidade/ME, dureza Knoop/KHN) e microinfiltração de restaurações *in vitro* confeccionadas com dois tipos de sistema adesivo. *Material e métodos:* Um compósito experimental foi manipulado na proporção em peso de 1:1 de BisGMA e TEGDMA e 75% de carga inorgânica. O compósito foi submetido a doses de 3, 6, 12, 24 e 48 J/cm<sup>2</sup> com irradiância constante de 500 mW/cm<sup>2</sup>. GC e  $R_p^{\max}$  foram monitorados durante 10 min após o início da fotoativação através de FTIR-ATR em filmes com 150 µm de espessura (simulando a superfície irradiada) e na base de discos com 2 mm de altura. Após 48 h de armazenamento a seco em temperatura ambiente, novas medidas de GC foram feitas nesses espécimes. TP foi monitorada durante 10 min em espécimes com 1 ou 2 mm de altura construídos entre dois bastões de vidro (Ø=5 mm) presos às garras de uma máquina de ensaios universal. RF e ME em espécimes com 10x2x1 mm foram determinados através de ensaio de flexão em três pontos. Fragmentos dos espécimes do teste de RF foram utilizados para análise de KHN (topo e base) após 48 h. KHN aos 10 min foi determinada no topo e na base dos corpos-de-prova com 1 ou 2 mm de espessura e 5 mm de



diâmetro. A microinfiltração foi avaliada em cavidades cilíndricas ( $\varnothing=5$  mm e 2 mm profundidade) com término em esmalte confeccionadas na face vestibular de incisivos bovinos preenchidas em incremento único. Foram utilizados os sistemas adesivos Adper Single Bond 2 (SB) e Adper Prompt (PR). Após armazenamento em água destilada por 48 h a 37°C, os dentes foram submetidos ao protocolo de microinfiltração com solução de 50% de  $\text{AgNO}_3$ . As cavidades foram seccionadas com dois cortes perpendiculares entre si para análise da microinfiltração máxima, média (em mm) e do número de faces apresentando a solução traçadora na interface. Dados foram avaliados através de ANOVA de fator único ou fator duplo (microinfiltração). GC e KHN entre topo e base foram avaliados utilizando o teste 't' de Student. *Resultados:* Para GC aos 10 min, foram encontradas diferenças significantes no GC/topo entre todos os grupos, exceto entre 24 e 48  $\text{J}/\text{cm}^2$ . Para GC/base, houve diferenças significantes entre todos os grupos. Para GC/topo 48 h, houve diferença entre todos os níveis, exceto entre 6 e 12  $\text{J}/\text{cm}^2$  e entre 24 e 48  $\text{J}/\text{cm}^2$ . Para GC/base 48 h, foram verificados aumentos significantes entre todos os níveis de energia. O teste 't' revelou existir diferenças significantes entre topo e base em todos os níveis de energia para GC 10 min, enquanto que para GC 48 h não houve diferença entre topo e base em nenhum dos níveis. Para os resultados de TP, houve diferenças significantes nos espécimes de 1 mm, exceto entre 12 e 24  $\text{J}/\text{cm}^2$ . Nos espécimes com 2 mm foi observada diferença significativa entre todos os níveis de energia. Não foi possível obter dados de TP para 48  $\text{J}/\text{cm}^2$  devido à ocorrência de fratura nos bastões de vidro.  $R_p^{\text{max}}$  foi estatisticamente semelhante para todos os grupos no topo e na base do compósito. O teste 't' não revelou diferenças entre topo e base para nenhuma das doses. RF e ME mostraram diferenças significantes entre os grupos, exceto entre

12 e 24 J/cm<sup>2</sup> e entre 24 e 48 J/cm<sup>2</sup> para RF. KHN aos 10 min mostrou diferenças significantes entre os grupos, exceto entre 3 e 6 J/cm<sup>2</sup> na superfície não-irradiada de espécimes com 2 mm. Houve diferença entre dureza topo e base aos 10 min em espécimes com 2 mm para 3 e 6 J/cm<sup>2</sup>. KHN/topo 48 h mostrou diferenças entre todos os grupos. Para a base houve semelhança estatística entre 3 e 6 J/cm<sup>2</sup>. Diferenças significantes entre topo e base foram detectadas para 3, 6 e 12 J/cm<sup>2</sup>. A microinfiltração média foi influenciada pelo tipo de sistema adesivo (SB<PR) e pela dose. A infiltração máxima foi influenciada apenas pela dose. Foi verificada uma forte correlação entre TP e microinfiltração para SB. *Conclusões:* Resultados sugerem que a melhor solução de compromisso entre o máximo desempenho (grau de conversão e propriedades mecânicas) e a menor ocorrência de microinfiltração e menor desenvolvimento de tensões de polimerização foi obtida com doses não superiores a 24 J/cm<sup>2</sup>.

Palavras-Chave: compósitos - tensão de polimerização - propriedades mecânicas  
grau de conversão - dose de energia

## Gracias por visitar este Libro Electrónico

Puedes leer la versión completa de este libro electrónico en diferentes formatos:

- HTML(Gratis / Disponible a todos los usuarios)
- PDF / TXT(Disponible a miembros V.I.P. Los miembros con una membresía básica pueden acceder hasta 5 libros electrónicos en formato PDF/TXT durante el mes.)
- Epub y Mobipocket (Exclusivos para miembros V.I.P.)

Para descargar este libro completo, tan solo seleccione el formato deseado, abajo:

