



COPPE/UFRJ

INVESTIGAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE DOIS COMPÓSITOS
ODONTOLÓGICOS CONTENDO NANOPARTÍCULAS

Michelle Krishna Davi da Silva

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Metalúrgica e de Materiais, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências em Engenharia Metalúrgica e de Materiais.

Orientador: Sergio Álvaro de Souza Camargo
Junior

Rio de Janeiro
Março de 2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

INVESTIGAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE DOIS COMPÓSITOS
ODONTOLÓGICOS CONTENDO NANOPARTÍCULAS

Michelle Krishna Davi da Silva

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO
LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA
(COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA METALÚRGICA E DE MATERIAIS.

Aprovada por:

Prof. Sergio Álvaro de Souza Camargo Junior, D.Sc.

Prof. Fernando Luiz Bastian, Ph.D.

Prof^a Lucianne Cople Maia de Faria, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

MARÇO DE 2009

Silva, Michelle Krishna Davi da

Investigação das propriedades mecânicas de dois compósitos odontológicos contendo nanopartículas/ Michelle Krishna Davi da Silva. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2009.

XIII, 86 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Sergio de Souza Camargo Junior

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, 2009.

Referências Bibliográficas: p. 71-82.

1. Compósitos com partículas nanométricas. 2. Propriedades mecânicas. 3. Caracterização microestrutural. I. Junior, Sergio de Souza Camargo II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia Metalúrgica e de Materiais. III. Título.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Manoel e Maristela, grandes incentivadores dessa jornada, por sempre me impulsionarem e acreditarem na minha vitória e por me ensinarem que concretizar nossos sonhos só depende da nossa vontade. Sem vocês nada disso seria possível.

As minhas irmãs, Marcela Verônica, Manoela Janaína e Marina Mariana, amigas para toda a eternidade, sempre presentes em minha vida, pelo apoio, estímulo e carinho que me dedicaram em todos os momentos da minha vida.

Vocês enchem meu caminho de luz me dando a certeza que qualquer batalha se transforma em vitória. Por isso, tenho a certeza que vocês são os pilares que sustentam mais essa conquista. Obrigada por vocês existirem em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Professor Sergio de Souza Camargo Junior, por acreditar nesse trabalho. Sua confiança e orientação foram capazes de me fazer trilhar por um crescimento profissional que julgava impossível em tão pouco tempo.

Aos Professores do Programa de Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela dedicação e compreensão durante o curso.

As amigas Maíra do Prado, Fernanda Paes e Juliana Antonino pela amizade, incentivo, ajuda diante das dificuldades que passamos durante todo o curso. Vocês me mostraram o valor de verdadeiras amizades.

Aos amigos René, Ricardo, Tatiana, Ana, Elizandra, Emanuel, Marco Pólo, Nery, Taíla, Rodrigo e Renato pela amizade, carinho e compreensão durante todo o mestrado.

As amigas de longa data Aline, Viviane e Carol por estarem sempre torcendo por mim e a grande amiga Paula por entender minhas ausências e pelas incansáveis horas de incentivo até mesmo nos momentos difíceis agindo muitas vezes como uma amiga-irmã.

Ao Laboratório de Compósitos pela possibilidade de realização dos ensaios de sorção e solubilidade e ciclagem térmica, principalmente a Camila Dolavale pela grande ajuda nos ensaios e nas análises estatísticas feitas nesse estudo.

Aos funcionários do programa de Engenharia Metalúrgica e de Materiais Nelson S. Aguiar, Júlio Ferreira, Francisco Assis, Jackson Belmiro, Robson A. dos Santos, por estarem sempre dispostos a ajudar.

Ao Programa de Engenharia Química, em especial, a Deborah Vargas pela possibilidade de realização dos ensaios de grau de conversão.

Ao centro de Pesquisas da Eletrobrás (CEPEL) pela realização dos ensaios de dureza.

Ao CNPq pelo apoio financeiro durante o desenvolvimento dessa pesquisa.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M. Sc.)

INVESTIGAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE DOIS COMPÓSITOS ODONTÓLOGICOS CONTENDO NANOPARTÍCULAS

Michelle Krishna Davi da Silva

Março/2009

Orientador: Sergio Álvaro de Souza Camargo Junior

Programa: Engenharia Metalúrgica e de Materiais

O objetivo do presente estudo foi investigar e comparar o comportamento mecânico de dois compósitos odontológicos nanoparticulados (TPH3[®] e Z350[®]) monitorando o grau de polimerização antes e após o tratamento térmico (envelhecimento em saliva artificial por sete dias a 37°C e ciclagem térmica em um total, de 2500 ciclos). A microestrutura foi caracterizada por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e a análise química por EDS. O teste de microdureza Vickers foi realizado com três amostras (5x2mm) para cada tipo de material. No ensaio de resistência por compressão diametral foram confeccionadas seis amostras (6x3mm) para cada material. O grau de conversão foi avaliado através da espectroscopia por Raman. Todos os ensaios foram realizados antes e após o tratamento térmico. Os dados foram analisados estatisticamente utilizando o método de variância ANOVA. Conclui-se que o compósito Z350[®] possui partículas esféricas e/ou presença de aglomerados enquanto que o TPH3[®] apresenta predominantemente partículas irregulares e /ou presença de aglomerados. O Z350[®] apresentou valores superiores ao TPH3[®] para os ensaios de dureza, compressão diametral e análise do grau de conversão. O tratamento térmico influenciou significativamente todas as propriedades testadas.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

INVESTIGATION OF THE MECHANICAL PROPERTIES OF TWO DENTAL
COMPOSITES WITH NANOFILLER PARTICLES

Michelle Krishna Davi da Silva

March/2009

Advisor: Sergio Álvaro de Souza Camargo Junior

Department: Metallurgical and Materials Engineering

The aim of this study is to investigate the mechanical properties of two dental composites with nanofiller particles (TPH3[®] and Z350[®]) and evaluate the influence of artificial saliva storage and thermocycling on those properties and in the degree of conversion. The microstructure was characterized by scanning electron and composition for EDS analyzes. Microhardness was measured with a Vickers hardness tester with ten indentations on three samples (5x2mm) of each material. Diametral tensile strength tests were made using six samples of each material (6x3mm). The degree of conversion was evaluated by Raman spectroscopy. All the analyzes had been carried through before and after the thermal treatment. The data were analyzed statistically using ANOVA. It was concluded that Z350[®] presents particles spherical shape and TPH3[®] presents particles predominantly irregular shape. The composite Z350[®] presented higher values of microhardness, diametral tensile strength and degree of conversion. The storage in artificial saliva and thermocycling it influenced all the tested properties.

SUMÁRIO

| | |
|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 – Introdução | 1 |
| 2 – Revisão Bibliográfica | 4 |
| 2.1 – Materiais Compósitos | 4 |
| 2.2 – Materiais Compósitos Odontológicos | 5 |
| 2.2.1 – Histórico | 5 |
| 2.2.2 – Análises do constituintes | 6 |
| 2.2.3 – Grau de polimerização | 11 |
| 2.2.4 – Classificação dos compósitos | 13 |
| 2.2.5 – Nanocompósitos | 17 |
| 2.3 – Saliva | 19 |
| 2.3.1 – Saliva artificial | 20 |
| 2.4 – Interação da água com compósitos odontológicos | 21 |
| 3 – Propriedades dos materiais | 23 |
| 4 – Materiais e Métodos | 29 |
| 4.1 – Materiais | 29 |
| 4.1.1 – Compósito TPH3 | 29 |
| 4.1.2 – Compósito Z350 | 30 |
| 4.2 – Metodologia para confecção das amostras | 32 |
| 4.2.1 – Confecção das amostras de Microdureza e Grau de conversão | 32 |
| 4.2.2 – Confecção das amostras de Resistência à compressão Diametral | 33 |
| 4.2.3 – Confecção das amostras de Sorção e solubilidade | 34 |

| | |
|---------------------------------------------------------|-----------|
| 4.3 – Metodologia para os ensaios | 35 |
| 4.3.1 – Tratamento térmico | 35 |
| 4.3.2 – Ensaio de Microdureza Vickers | 36 |
| 4.3.3 – Ensaio de Resistência por Compressão Diametral | 38 |
| 4.3.4 – Ensaio para análise do Grau de conversão | 39 |
| 4.3.5 – Ensaio de Sorção e solubilidade | 41 |
| 4.3.6 – Análises estatísticas | 43 |
| 5- Resultados e Discussão | 44 |
| 5.1 – Caracterização Microestrutural Qualitativa | 44 |
| 5.1.1 – Microscopia Eletrônica de Varredura | 44 |
| 5.1.2 – Espectrometria de Energia Dispersiva por Raio-X | 47 |
| 5.2 – Propriedades dos Materiais | 51 |
| 5.2.1 – Sorção e solubilidade | 51 |
| 5.2.2 – Grau de conversão | 53 |
| 5.2.3 – Microdureza Vickers | 58 |
| 5.2.4 – Resistência à Compressão Diametral | 62 |
| 6 – Conclusões | 68 |
| 7 – Sugestões para trabalhos futuros | 70 |
| 8 – Referências Bibliográficas | 71 |
| Apêndice I | 83 |
| Apêndice II | 84 |
| Apêndice III | 85 |
| Apêndice IV | 86 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Estrutura dos principais monômeros utilizados | 7 |
| Figura 2 – Estrutura química de um organo silano | 10 |
| Figura 3 - Apresentação comercial dos compósitos TPH3 e Z350 [®] ambos nas cores A2. | 31 |
| Figura 4 - Molde de acrílico para confecção de amostras de microdureza e grau de conversão. | 32 |
| Figura 5 - Molde de acrílico para confecção das amostras de compressão diametral | 33 |
| Figura 6 - Máquina utilizada para fazer a termociclagem. | 35 |
| Figura 7 - Microdurímetro utilizado para o ensaio de microdureza Vickers. | 37 |
| Figura 8 - Espectrômetro RAMAN utilizado para analisar o grau de conversão das amostras. | 39 |
| Figura 9 - Corpos de prova no dessecador contendo sílica gel seca. | 41 |
| Figura 10 - Balança analítica de precisão. | 42 |
| Figura 11 - Imagens em MEV dos compósitos TPH3 [®] (a) e (b), e Z350 [®] (c) e (d) com aumento de 1500X e 5000X. | 45 |
| Figura 12 - – Imagens em MEV do compósito TPH3 [®] com aumento de 3000X. antes do tratamento térmico (a) e após o tratamento térmico (b). | 46 |
| Figura 13 - Imagens em MEV do compósito Z350 [®] com aumento de 3000X antes do tratamento térmico (a) e após o tratamento térmico (b). | 46 |
| Figura 14 - Gráfico com os picos dos elementos químicos presentes nas partículas do compósito TPH3 [®] antes (a) e após (b) o tratamento. | 47 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 15 - Gráfico com os picos dos elementos químicos presentes nas partículas do compósito Z350 [®] antes (a) e após (b) o tratamento. | 49 |
| Figura 16 - Espectros do compósito TPH3 [®] polimerizado (a) e não polimerizado (b). | 54 |
| Figura 17 - Espectros do compósito Z350 [®] polimerizado (a) e não polimerizado (b). | 55 |
| Figura 18 - Relação entre o grau de conversão da TPH3 [®] e Z350 [®] . | 57 |
| Figura 19 - O gráfico mostra os valores de dureza dos respectivos materiais. | 59 |
| Figura 20 - Gráficos do ensaio de compressão diametral onde estão relacionados os valores de carga/deslocamento das amostras antes do tratamento térmico. Em (a) TPH3 [®] e (b) Z350 [®] . | 63 |
| Figura 21 - Gráficos do ensaio de compressão diametral onde estão relacionados os valores de carga/deslocamento das amostras após o tratamento térmico. Em (a) TPH3 [®] e (b) Z350 [®] . | 64 |
| Figura 22 - Ensaio mecânico de compressão diametral | |
| Figura 23 - O gráfico mostra a influência do tratamento térmico nos valores de resistência por compressão diametral. | 65 |
| | 66 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 – Correlação entre peso molecular e viscosidade dos monômeros | 7 |
| Tabela 2 - Classificação dos compósitos odontológicos | 14 |
| Tabela 3 - Propriedades dos compósitos dentários (ANUSAVICE, 2005). | 16 |
| Tabela 4 - Resultados de ensaio de dureza de MAYWORM (2008) | 24 |
| Tabela 5 – Resultados dos ensaios de KIM <i>et al.</i> | 25 |
| Tabela 6 - Grau de conversão segundo CALHEIROS (2003). | 28 |
| Tabela 7 – Composição dos compósitos TPH3 [®] e Z350 [®] | 31 |
| Tabela 8 - Valores de sorção e solubilidade dos compósitos TPH3 [®] e Z350 [®] . Os valores do desvio padrão estão representados entre parênteses. | 51 |
| Tabela 9 - Resultados de grau de conversão obtidos pelo compósito TPH3 [®] e Z350 [®] antes do tratamento térmico (Grupo A) e após o tratamento térmico (Grupo B). | 56 |
| Tabela 10 - Resultados das medidas de dureza Vickers para cada tipo de material, em cada situação (Grupo A - não tratado e Grupo B – tratado termicamente) e para os três diferentes pesos utilizados no ensaio. | 58 |
| Tabela 11 - Resultados das medidas de compressão diametral para cada tipo de material, em cada situação (Grupo A - não tratado e Grupo B – tratado termicamente). | 62 |

LISTA DE EQUAÇÕES

| | |
|------------------------------------------------|----|
| Equação 1 – Dureza Vickers | 37 |
| Equação 2 – Resistência à compressão diametral | 38 |
| Equação 3 – Grau de Conversão | 40 |
| Equação 4 – Sorção de água | 42 |
| Equação 5 – Solubilidade | 42 |

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)