

MARY APARECIDA PEREIRA HECK

**INFLUÊNCIA DA CONTAMINAÇÃO PELA MANIPULAÇÃO DURANTE O  
PROCEDIMENTO RESTAURADOR SOBRE AS PROPRIEDADES  
MECÂNICAS DE DUAS RESINAS COMPOSTAS FOTOPOLIMERIZÁVEIS.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Odontologia, área de concentração Dentística.

**FLORIANÓPOLIS  
2006**

MARY APARECIDA PEREIRA HECK

**INFLUÊNCIA DA CONTAMINAÇÃO PELA MANIPULAÇÃO DURANTE O  
PROCEDIMENTO RESTAURADOR NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS  
DE DUAS RESINAS COMPOSTAS FOTOPOLIMERIZÁVEIS.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Odontologia, área de concentração Dentística.

Orientador: Prof. Dr. Mauro Amaral Caldeira de Andrada

Co-orientador: Prof. Dr. Sylvio Monteiro Junior

**FLORIANÓPOLIS  
2006**

## **DADOS CURRICULARES**

### **Mary Aparecida Pereira Heck**

Nascimento 15 de janeiro de 1960

Local: Itajaí / SC

Filiação Dilma Leal Pereira

Cirilo Marcelino Pereira

1978-82 Graduação em Odontologia – UFPR - Curitiba-PR.

1986 Especialização em Dentística Restauradora – USP - Bauru-SP.

1999 Professora Substituta da Disciplina de Dentística Operatória da  
Universidade Federal do Paraná - Curitiba-PR.

2000 Mestrado em Odontologia - Dentística - Universidade Federal  
de Santa Catarina – Florianópolis-SC.

2000 Professora da Disciplina de Dentística da Universidade Tuiuti do  
Paraná – Curitiba-PR.

2001 Professora da Disciplina de Dentística do Centro Universitário  
Positivo – Curitiba-PR

2004 Aluna do Programa de Pós-Graduação em Odontologia

Nível Doutorado – Área de Concentração Dentística

Universidade Federal de Santa Catarina - Florianópolis – SC.

# *Dedico este trabalho*

Ao **Ale**, meu grande amor, confidente e amigo, pelo incentivo que sempre me deu em todos os momentos de dificuldades fazendo levantar-me e continuar. Por ter sido companheiro num mundo onde o individualismo predomina. Tua maturidade sempre te fez capaz de ouvir-me e me compreender compartilhando meus sentimentos. Obrigada por ter nutrido a mim e a nossos filhos com tanto carinho durante este período.

A **Ana Flávia**, pois sei que te deixei em momentos que você precisava de mim. Mas sempre senti falta do teu doce amor. Obrigada por tua paciência e compreensão.

Ao **André**, por tua maturidade, mesmo que em alguns momentos tenha deixado transparecer o quanto sentia minha falta. Agradeço pela abnegação e pelo incentivo. Saiba que nosso amor foi forte e resistiu a esta separação. Muito obrigada, te amo muito.

A minha mãe, **Dilma**, sempre exemplo de luta para prover a mim e aos meus irmãos uma boa formação.



Ao meu pai, **Cirilo** (*in memoriam*), pelo exemplo de honestidade e caráter.

Aos meus irmãos **Luiz, Regina, Leda** e **Jucelio**, que sempre me incentivaram e apoiaram em meus momentos de dificuldade trazendo paz e tranquilidade com seus conselhos e atenção.

A minha sogra, **Dinaí**, e por que não dizer segunda mãe, que sempre me incentivou a evoluir na carreira profissional. Por ter me substituído quando meus filhos precisaram de atenção.

# *Agradecimentos Especiais*

Ao meu orientador Prof. Dr. **Mauro Amaral Caldeira de Andrada**, pela solicitude, pelo exemplo de dedicação, pelos ensinamentos e orientações em muitas das decisões que precisei tomar no decorrer desta jornada, mostrando ser muito mais que orientador, um amigo.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. **Sylvio Monteiro Jr.**, pela doação do seu conhecimento e incentivo para continuar do caminho do aprender, princípio maior do desejo profissional e científico. Seus ensinamentos tornaram-me uma pessoa mais cautelosa e cientificamente crítica.

Ao Prof. Dr. **Luiz Narciso Baratieri**, pelo exemplo de competência, liderança, dinamismo, ensinamentos e orientações passados durante esta convivência.

Ao Prof. Dr. **Élito Araújo**, pela presteza com que sempre me recebeu, pelo exemplo de seriedade e dedicação.

Ao Prof. Dr. **Luiz Clóvis Cardoso Vieira**, pela simplicidade, apoio, amizade e carinho com que me recebeu sempre que busquei seu auxílio. Foi com sua orientação que dei início a esta caminhada quando

nesta casa cursei o mestrado. Sem seu incentivo e confiança tudo teria sido mais difícil.

Ao amigo Prof. **Marco Antônio Húngaro Duarte**, que tão solicitamente se colocou à disposição para me ajudar na realização da análise estatística.

Ao **Márcio**, meu sobrinho, pelo incentivo e responsabilidade na tomada de decisão que me conduziu a galgar mais este degrau na minha vida profissional.

A minha cunhada **Sandra**, pela atenção que deu a Aninha e ao Dedé neste período, meu carinho e agradecimento.

A **Mônica Kina**, que foi amiga e companheira em todos os momentos, alguém que sorriu comigo e que sempre esteve presente quando precisei; agradeço muito por tua amizade.

Aos colegas de Doutorado, **Isana, Renata, Paula, Fabiano Marson, Fabiano Araújo, Sérgio e Luis**. E, especialmente, ao **Naudy, Cláudia, Saulo e Lizete**, que sempre foram amigos e prestativos.

As minhas amigas **Maria da Graça Kfoury Lopes** e **Evelise Machado de Souza**, colegas de Disciplina na Universidade Federal do Paraná, pelo estímulo para a busca de uma carreira acadêmica.

A minha amiga **Ângela Segalla**, pelo profissionalismo, respeito e pela amizade com que sempre me tratou. Por ter me incentivado tanto para me embrenhar nesta batalha.

# *Agradecimentos*

Ao Prof. **Cléo Nunes de Sousa**, Diretor do CCS UFSC, pelo carinho, pela amizade e pela atenção com que sempre me recebeu nesta casa.

Ao Prof. **Ricardo de Souza Vieira**, coordenador do programa de Pós-graduação em Odontologia da UFSC, pela presteza com que sempre recebeu as solicitações para a realização desta pesquisa.

Ao Prof. **João Roberto Sanford Lins**, pelos ensinamentos passados durante o Estágio Docência que me fizeram crescer como formadora de novos profissionais.

Ao Prof. **Cezar Alves de Andrade**, que nos serviu de exemplo de dedicação e honestidade.

Ângela **Scarparo Caldo Teixeira**, uma amiga sempre com a mão estendida e pronta para ajudar.

**Fabiane Liz Borges**, pelo coleguismo e amizade enquanto dividíamos o laboratório para a realização de nossas pesquisas.

A Sra. **Lea**, que a todo o momento mostrou-se prestativa e atenciosa para ajudar na solução de problemas.

Ao **Richard**, que sempre prestativo e com um sorriso estampado no rosto nos ajudou quando necessitávamos.

A Sra. **Thalita**, que sempre me recebeu com carinho quando precisávamos de seus préstimos na secretaria da coordenação do Doutorado em Dentística.

Ao Sr. **Lauro**, que tantas vezes nos fez companhia nas horas de laboratório para a realização desta pesquisa e pela presteza com que provia os equipamentos e materiais.

Aos funcionários da Biblioteca Setorial de Odontologia da UFSC, pela atenção na busca do material literário.

A 3M-ESPE, na pessoa da Srta. **Andréia M. Martinez**, por ter nos concedido material para a realização desta pesquisa.

A Ivoclar Vivadent, na pessoa do Sr. **Herbert**, que também nos concedeu material para o desenvolvimento deste trabalho.

A **UFSC**, pela oportunidade que nos concedeu, pelo programa de pós graduação em Odontologia e equipamentos utilizados nesta pesquisa.

A **UTP**, na pessoa do Prof. **Natanael de Mattos**, coordenador do curso de Odontologia. Pela liberação para cursar o Doutorado.

A **UNICENP**, na pessoa da Prof<sup>a</sup>. **Maria da Graça Kfouri Lopes**, por ter concedido afastamento de minhas atividades para a realização deste curso.

Ao **Kenzo**, meu amigo por estar sempre disponível para prestar ajuda, muito obrigado.

As nossas auxiliares **Neuzi** e **Rose**, que, além de me prestarem auxílio, foram pacientes nos momentos em que precisei.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização desta pesquisa.

HECK, M.A.P. **Influência da contaminação pela manipulação durante procedimento restaurador sobre as propriedades mecânicas de duas resinas compostas fotopolimerizáveis.** 2006. 100 f. Tese (Doutorado em Odontologia – opção Dentística) – Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

## RESUMO

Este trabalho avaliou, *in vitro*, o efeito da contaminação pela manipulação digital sobre a microdureza e resistência à flexão de duas resinas compostas fotopolimerizáveis, Tetric Ceram e Filtek Z250, bem como identificou os agentes contaminantes por meio da microanálise por energia dispersiva. Foram confeccionados 40 corpos de prova para o teste de microdureza com cada uma das resinas que foram divididos em quatro grupos de acordo com o tipo de manipulação. Nos grupos I a IV utilizou-se a resina Tetric Ceram e nos grupos V a VIII, a resina Filtek Z250. Os grupos foram divididos em: Grupo I – manipulação das resinas com luvas contaminadas (LC); Grupo II – manipulação com luvas contaminadas e limpas com álcool (LCLA); Grupo III – manipulação com luvas limpas (LL) e Grupo IV – manipulação com espátula (E). Os Grupos V a VIII obedeceram aos mesmos critérios mudando somente a resina. Para o teste de resistência à flexão, foram usadas as resinas já citadas com igual número de grupos (quatro) e de espécimes (dez) para cada uma e seguiu o padrão de manipulação utilizado no teste de microdureza. A análise qualitativa dos agentes contaminantes foi realizada com microsonda - MEV, com aumento de 1.000 vezes. Os dados foram submetidos à análise de variância dois critérios de classificação e ao teste de Tukey. Os resultados mostraram que a manipulação com LC e LCLA diminuiu significativamente a microdureza superficial e a resistência à flexão, independentemente das resinas testadas. Quando manipuladas com LL ou E não ocorreu alteração. A observação da massa de material dos corpos de prova com a microsonda do MEV permitiu a identificação dos seguintes agentes contaminantes: magnésio, níquel, cálcio, cloro e potássio. Observou-se, ainda, aumento da quantidade de carbono e oxigênio em alguns corpos de prova.

Palavras chaves - Resinas compostas, contaminação, dureza Knoop, resistência flexural.



HECK, M.A.P. **Influence of contamination during the composite manipulation in restorative procedures on mechanical properties of two light-cured composites and qualitative analysis of contaminants with a SEM microprobe.**

### **ABSTRACT**

The aim of this study was to assess *in vitro* the effect of contamination by digital manipulation on hardness and flexural strength of two light-cured dental composites, Tetric Ceram (Ivoclar Vivadent) and Filtek Z250 (3M ESPE), and identify the contaminants by dispersive energy microanalysis. For the hardness test, forty specimens were made with each of the composites and randomly divided into four groups according to the type of manipulation. In groups I to IV the Tetric Ceram composite was used and for Groups V to VIII Filtek Z250 was used. The groups were divided in: Group I – manipulation with contaminated gloves (CG); Group II - manipulation with contaminated gloves cleansed with alcohol (CGCA); Group III - manipulation with new gloves (NG) and Group IV – manipulation with spatula (S). The groups IV to VIII followed the same criteria of manipulation, but with the other composite. For the flexural strength test the same composites were used, with the same number of groups (four), specimens (ten) and experimental design. The qualitative analysis of contaminants was carried out with SEM, under 1,000x. Data were analyzed by a two way ANOVA and Tukey test. The results showed that CG and CGCA manipulation significantly affected the surface hardness and flexural strength, despite of the composite resins. And manipulation NG and S didn't affect these results. SEM observations revealed the following contaminants: magnesium, nickel, calcium, chlorine and potassium. An increase in the amount of carbon and oxygen was also observed.

Keywords: Composite resins, contamination, Flexural strength, Knoop hardness.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Matriz de aço inoxidável.....	51
Figura 2 – Superfície interna polida.....	51
Figura 3A – Matriz aberta.....	52
Figura 3B - Matriz aberta com deslocamento dos espécimes.....	52
Figura 4 – Manipulação digital da resina.....	52
Figura 5 – Preenchimento dos orifícios da matriz com resina.....	53
Figura 6 – Obtenção dos espécimes com espessura uniforme.....	53
Figura 7 – Espécimes removidos da matriz.....	54
Figura 8 – Espécimes incluídos em resina epóxica.....	55
Figura 9 – Lixamento numa politriz rotativo-mecânica.....	56
Figura 10 - Espécimes divididos em quadrantes e demarcados com caneta de retroprojeto.....	57
Figura 11 - Blocos contendo espécimes no microdurômetro.....	57
Figura 12 - Molde utilizado para confecção dos espécimes para o teste de resistência flexural.....	59
Figura 13A - Colocação da resina em pequenos incrementos.....	60

Figura 13B – Molde preenchido com resina.....	60
Figura 14 - Corpos de prova removidos da matriz.....	61
Figura 15 A e B – Aferição das medidas dos corpos de prova.....	61
Figura 16 – Espécime na máquina para o teste de resistência à flexão.....	62

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Médias, desvio padrão e número de espécimes do teste de microdureza das resinas testadas de acordo com os diferentes métodos de manipulação.....	65
Tabela 2 – Análise de variância das variáveis, resina e manipulação, do teste de microdureza.....	67
Tabela 3 – Resultados da aplicação do teste de Tukey da variável manipulação, do teste de microdureza.....	67
Tabela 4 – Agrupa as médias, o desvio padrão e o número de espécimes, do teste de resistência à flexão, das resinas testadas de acordo com os diferentes métodos de manipulação.....	68
Tabela 5 – Análise de variância das variáveis, resina e manipulação, do teste de resistência à flexão.....	69
Tabela 6 - Resultados da aplicação do teste de Tukey da variável manipulação, do teste de resistência à flexão.....	70
Tabela 7 - Componentes químicos encontrados pela análise por energia dispersiva na resina Tetric Ceram, segundo os grupos.....	71
Tabela 8 – Componentes químicos encontrados pela análise por energia dispersiva na resina Filtek Z-250, segundo os grupos.....	71
Tabela 9 - Composição das resinas compostas Filtek Z250 e Tetric Ceram.....	71

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Microdureza média, expressa em knoop, das resinas Filtek Z250 e Tetric Ceram após manipulação com luva contaminada (LC), espátula (E), luva limpa (LL) e luva contaminada e limpa com álcool (LLA).....	66
Gráfico 2 – Resistência Flexural média, expressas em MPa, das resinas Filtek Z250 e Tetric Ceram após manipulação com luva contaminada (LC), espátula (E), luva limpa (LL) e luva limpa com álcool (LLA).....	69
Gráfico 3 - Grupo I – Espectro por energia dispersiva da Resina Tetric Ceram manipulada com luvas contaminadas.....	72
Gráfico 4 - Grupo II - Espectro por energia dispersiva da Resina Tetric Ceram manipulada com luvas contaminadas limpas com álcool	72
Gráfico 5 - Grupo III - Espectro por energia dispersiva da Resina Tetric Ceram manipulada com luvas limpas.....	73
Gráfico 6 - Grupo IV - Espectro por energia dispersiva da Resina Tetric Ceram manipulada com espátula.....	73
Gráfico 7 - Grupo V - Espectro por energia dispersiva da Resina Filtek Z250 manipulada com luvas contaminadas.....	74

Gráfico 8 - Grupo VI - Espectro por energia dispersiva da Resina Filtek Z250 manipulada com luvas contaminadas limpas com álcool...	74
Gráfico 9 - Grupo VI - Espectro por energia dispersiva da Resina Filtek Z250 manipulada com luvas limpas.....	75
Gráfico 10 - Grupo VIII - Espectro por energia dispersiva da Resina Filtek Z250 manipulada com espátula.....	75

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
2 REVISÃO DE LITERATURA	25
2.1 Contaminação e Manipulação	26
2.2 Propriedades Físicas	32
2.2.1 Microdureza	32
2.2.2 Resistência à Flexão	39
3 PROPOSIÇÃO	46
4 MATERIAL E MÉTODO	48
4.1 Teste de Microdureza	49
4.1.1 Distribuição dos Grupos	49
4.1.2 Confeção dos Espécimes	51
4.1.3 Execução do Teste de Microdureza	56
4.2 Teste de Resistência à Flexão de Três Pontos	57
4.2.1 Distribuição dos Grupos	57
4.2.2 Confeção dos Espécimes	59
4.2.3 Execução do Teste de Resistência à Flexão	61
4.3 Identificação dos Agentes Contaminantes por meio do MEV	63
5 RESULTADOS	64
6 DISCUSSÃO	76
7 CONCLUSÃO	88
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS	90
ANEXOS	95

# *Introdução*



## 1 INTRODUÇÃO

As resinas compostas têm se tornado um dos mais populares materiais restauradores tanto para dentes anteriores como posteriores. Seu desenvolvimento, bem como dos sistemas adesivos, vem conferindo-lhes melhores propriedades físicas, mecânicas e estéticas, ampliando, assim, as suas indicações para a resolução de diversas situações clínicas (BUSATO; GONZALEZ; MACEDO, 2000; BARATIERI et al., 2001; BARATIERI et al., 2002). Porém, mesmo com tantos aprimoramentos, quando utilizadas em restaurações diretas, especialmente em dentes posteriores, alguns problemas como a perda de detalhes anatômicos e microinfiltrações têm sido relatados (BURKE, 1999; DELIGEORGI; MJÖR; WILSON, 2001; SARRET, 2005). Além disso, aspectos relacionados com a aplicabilidade clínica, como o fato de as resinas compostas não serem condensáveis. Apesar da indicação de algumas marcas comerciais, durante a sua inserção em cavidades de classe II, podem ocorrer dificuldades para a adaptação da matriz e, conseqüentemente, dificuldade para estabelecer o contato com o dente contíguo (SARRET, 2005).

Para contornar essas dificuldades, é de fundamental importância o conhecimento dos diversos fatores que determinam o adequado desempenho clínico, tais como a correta indicação, técnica de inserção, manipulação, polimerização e polimento final.

Dentro dos aspectos citados acima, ressaltamos a inadequada manipulação desses materiais, que pode resultar na sua contaminação com sangue e saliva com conseqüentes prejuízos à restauração final (EIRIKSSON et al., 2004). Por exemplo, na execução dos procedimentos restauradores

adesivos diretos, muitos profissionais lançam mão de técnicas de manipulação digital para inserção e escultura das resinas fotopolimerizáveis em que o material é tocado e trabalhado com as luvas utilizadas desde o início do atendimento do paciente. Tal procedimento pode-se dizer, inclusive, realizado de maneira empírica, gera dúvida quanto à possibilidade de resíduos preexistentes nas luvas ou agregados durante as outras etapas do procedimento aderirem-se à massa do material antes da sua polimerização. As conseqüências desta agregação poderiam acarretar alterações das propriedades mecânicas do material por criar uma interface entre os agentes contaminantes e a matriz resinosa ou alterar sua polimerização.

A literatura tem mostrado que as propriedades mecânicas das resinas compostas estão relacionadas à matriz polimérica, à quantidade e tipo de partículas e ao tipo de agente de união que se encontra na sua composição (BRAEM et al., 1989; BEATY et al., 1998; CHUNG, 1990; DEBENATH, 2004). Assim, a situação supracitada passa a ser uma preocupação consistente se for considerado que até o momento da restauração o operador já terá manipulado, com sua luva, diferentes agentes contaminantes, tais como: saliva do paciente, resíduos de anestésico tópico, óleo da alta rotação, resíduos de tecido cariado, dentina, materiais restauradores preexistentes, agentes condicionantes dos tecidos dentais, além do talco da própria luva. Tais produtos poderão integrar-se aos demais componentes do material e alterar suas propriedades.

Com essas possibilidades em foco, o propósito deste estudo foi verificar as alterações sobre microdureza e resistência à flexão causadas pela

contaminação de duas resinas compostas microhíbridas de composições diferentes, quando manipuladas digitalmente durante os procedimentos restauradores. Além disso, utilizou-se a microanálise por energia dispersiva, um importante instrumento para a análise química de materiais orgânicos e inorgânicos, que permite correlacionar a metalografia eletrônica com informações microcomposicionais detalhadas para identificar agentes contaminantes.

*Revisão de Literatura*

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 CONTAMINAÇÃO E MANIPULAÇÃO**

Xie; Powers; McGuckin (1993) mediram, "in vitro", a resistência adesiva no esmalte e na dentina em dentes de humanos tratados com cinco agentes contaminantes. Como grupos-controles utilizaram dentes secos com ar, dentes com a presença de água e dentes mantidos com umidade. Duas marcas comerciais de sistemas adesivos foram utilizados (um com solvente de baixa viscosidade (AB), outro de alta viscosidade, com monômero hidrofílico (SB)) com seus respectivos compósitos aplicados à estrutura dental sob duas condições (contaminado e recondicionado). O teste de tração foi realizado 24 horas após. Juntamente com os controles, o maior valor de resistência adesiva foi obtido em condições de umidade para AB (24MPa) e em condições de umidade ou secos com ar para SB (22MPa), com pequenas diferenças para esmalte e dentina. Os contaminantes baixaram os valores de resistência adesiva. O recondicionamento sem qualquer preparo mecânico adicional resultou em valores de resistência adesiva similares aos dos grupos controles.

Dietrich; Kraemer; Roulet (2002) investigaram a influência do sangue contendo heparina e do sangue natural na adaptação marginal das restaurações adesivas em resinas compostas. Prepararam cavidades cilíndricas em 40 incisivos humanos extraídos e dividiram em quatro grupos de dez dentes. Após o condicionamento ácido, foram colocados em contato com: sangue fresco (SF), sangue venoso com heparina (SVH), solução salina

(SS), solução salina com heparina (SSH) e, então, restaurados com Scotchbond e resina Z100. Armazenaram-se os dentes em água por 21 dias e depois deste tempo realizaram a termociclagem (2000x 5° a 55°C). Para a avaliação quantitativa da adaptação marginal em MEV foram produzidas réplicas dos dentes. Os dados foram submetidos à análise estatística e não houve diferenças estatísticas entre os grupos SS, SSH e SVH. A contaminação com sangue fresco resultou em espaços marginais significativamente maiores quando comparados a todos os outros grupos.

Hiraishi et al. (2003) analisaram o efeito da contaminação, com saliva artificial, nas mudanças de pH da dentina, bem como na resistência adesiva da mesma com a utilização de dois sistemas adesivos. Os resultados mostraram que o pH da dentina intacta foi de 6,9. O condicionamento ácido e a aplicação do primer levaram a um decréscimo do pH que ficou em torno de 5,4 e 5,9, respectivamente. A contaminação por saliva aumentou o pH suavemente até 6,2 nos dois grupos e o recondicionamento diminuiu novamente chegando a 5,7. Lavando-se e recondicionando-se com uso de primer produziu-se um decréscimo no pH para 5,5. Os valores de controle da resistência adesiva foram em torno de 57,7MPa. A resistência adesiva para os dois sistemas adesivos diminuiu com a contaminação (22,9MPa). O recondicionamento com reaplicação do primer restabeleceu a resistência adesiva para valores próximos aos de controle (53,0MPa), enquanto apenas lavar e recondicionar não restaurou estes valores (46,9MPa). Lavar e reaplicar o primer produziu uma redução da resistência adesiva, assim como lavar e recondicionar também não aumentou a resistência adesiva.

Eiriksson et al. (2004) avaliaram o efeito da contaminação com saliva na resistência adesiva entre interfaces de resina e determinaram o método de descontaminação que melhor restabelece a resistência adesiva original. Noventa e seis cilindros de resina composta Z-250, Renew, Clearfil APX, e Pertac II foram divididos de forma aleatória em seis grupos. Um grupo de espécimes de todos os materiais não foi contaminado e serviu como controle. Os demais grupos receberam os seguintes tratamentos: tratamento I - a superfície de topo foi tratada com saliva que foi suavemente seca; tratamento II - saliva seca fortemente; tratamento III - suavemente seca, lavada e seca; tratamento IV - levemente seca, lavada, seca e tratada com um adesivo (Single Bond, One Step, Clearfil - SE Bond ou Prompt -L Pop); tratamento V - levemente seca, mas não lavada e usando os mesmos adesivos. Incrementos de resina com 2mm foram aplicados e fotopolimerizados. Após 24 horas, os espécimes foram testados numa máquina de testes universal de microtração com uma carga de 1 mm/min. Os resultados foram submetidos aos testes estatísticos ANOVA e de Fisher PLSD ( $p < 0,005$ ). O tratamento I causou significativa redução na resistência adesiva em todos os materiais testados. O tratamento II resultou numa significativa diminuição da resistência adesiva para o Z250 e APX; entretanto, não houve diferença entre o grupo controle e Renew ou Pertac II. No tratamento III ocorreu diferença entre o controle e o Z-250, Renew e APX, mas não com o Pertac II. Para o Z-250 e para o Renew, a adição de seus respectivos agentes adesivos (tratamento IV) restabeleceu sua resistência adesiva chegando próximo aos valores do grupo controle. No entanto, permaneceu relativamente baixa em relação ao controle e APX e ao

Pertac II. O tratamento V restabeleceu a resistência adesiva a valores similares aos do grupo controle para todos os materiais testados. Concluíram que o melhor método para a descontaminação de superfícies de resina contaminada com saliva é a aplicação de sistemas adesivos.

Eiriksson et al. (2004) avaliaram os efeitos da contaminação por sangue na resistência adesiva à microtração ( $\mu$ TBS) entre interfaces de resinas, e determinaram o melhor método de descontaminação para restabelecer a resistência adesiva original. Foram usadas quatro marcas comerciais de resinas compostas e seus adesivos: Z250 / Single Bond (SB), adesivo à base de etanol, e Renew / One-Step (OS), à base de acetona, como sistemas adesivos de frasco único; Clearfil APX / Clearfil SE Bond (SE), representando o sistema adesivo autocondicionante de dois passos; e o Pertac II / Prompt L-Pop (LP), para representar os adesivos autocondicionantes de passo único. Foram confeccionados cilindros de compósito divididos de maneira aleatória em quatro grupos de acordo com as diferentes maneiras de contaminação da superfície: tratamento 1 - aplicação de sangue e secagem da superfície; tratamento 2 - aplicação de sangue, lavagem e secagem; tratamento 3 - aplicação de sangue, lavagem, secagem e aplicação de adesivo. Após esses procedimentos, incrementos de 2mm de compósitos novos eram aplicados. Depois de armazenados em água por 24 horas, os espécimes eram seccionados transversalmente resultando em lâminas de 1mm<sup>2</sup> e testados numa máquina universal de testes Instron com velocidade de 1mm/min. Os valores controle foram 45,1Mpa para a resina Pertac II e 71,5Mpa para a resina APX. Os espécimes que receberam o tratamento 1



apresentaram uma resistência adesiva resina/resina entre 1,0 e 13,1Mpa. Os espécimes que receberam o tratamento 2 apresentaram uma resistência adesiva em torno de 40Mpa para todos os materiais. O tratamento 3 aumentou a resistência adesiva de todos os materiais com exceção do Pertac II. Concluíram que a contaminação com sangue reduziu significativamente a resistência adesiva entre os incrementos das resinas compostas avaliadas. Todavia, a resina lavada com água antes da aplicação do incremento, restaurou significativamente a resistência adesiva. Ressaltam os autores que as limitações do estudo não permitem afirmar que a lavagem e a aplicação do adesivo dentinário são necessárias para assegurar melhor adesão interfacial com o próximo incremento quando ocorre contaminação da superfície por sangue. Porém, o mais importante é poder afirmar que a boa adesão resina-resina é obtida com a prevenção da contaminação por sangue por meio de um isolamento adequado.

Townsend; Dunn (2004) avaliaram o efeito da contaminação do esmalte e da dentina com saliva ao utilizar-se um adesivo autocondicionante. Foram selecionados 120 molares humanos, divididos em dois grupos de 60. Para avaliar a contaminação da dentina, o esmalte oclusal foi totalmente removido. Os dentes foram divididos em três subgrupos e incluídos em resina acrílica deixando exposta uma superfície plana para a adesão. Sobre eles foram aderidos cilindros de resina obedecendo aos seguintes critérios: não contaminados (controle), contaminados com saliva antes e contaminados com saliva depois da aplicação do adesivo. Então foram submetidos a teste de cisalhamento até que ocorresse a ruptura da adesão. Os resultados

mostraram que a contaminação com saliva não afetou a resistência adesiva quando o sistema adesivo autocondicionante foi utilizado em dentina, porém teve um efeito nocivo na adesão ao esmalte. Apesar de não afetar a resistência adesiva em dentina, a contaminação por saliva possivelmente afeta a durabilidade da camada adesiva, pois a incompleta hibridização entre o agente adesivo e o tecido dentinário pode levar a futuras falhas da restauração.

Sarret (2005) apresentou numa revisão de literatura considerações sobre os desafios clínicos das restaurações de resina composta em dentes posteriores e reviu os primeiros métodos utilizados para coletar dados sobre o seu desempenho. Ainda classificou os desafios como relativos ao material restaurador, ao dentista e ao paciente. No que se refere ao material, o autor aponta a composição como uma combinação de fatores responsáveis por diferenças nas propriedades e perdas de estrutura causadas pelo uso da restauração. Quanto ao dentista, relata a habilidade para inserção do material sem inclusão de bolhas, sem umidade, com anatomia adequada, mantendo ao máximo as propriedades físicas do material como requisito para a obtenção de uma restauração de boa qualidade. Os desafios relativos ao paciente incluem: tipo de oclusão, hábitos parafuncionais, composição salivar e presença de ácidos e placas na cavidade oral.

Discutiu também a relevância clínica dos testes de laboratório e sua importância na solução dos problemas ainda existentes e no desenvolvimento de novos materiais. A compilação dos dados indicou que cáries secundárias e fraturas de restaurações são os problemas clínicos mais comuns e por isso

merecem ser investigados. O autor sugeriu que mais pesquisas sejam realizadas visando melhorar a qualidade da manipulação para evitar espaços vazios e possibilitar a completa cura do material e, também, para preencher uma lacuna existente entre os testes laboratoriais e o desempenho clínico.

## **2.2 PROPRIEDADES MECÂNICAS**

### **2.2.1 MICRODUREZA**

Yern (1985) publicou uma revisão de literatura sobre os principais métodos para determinação da profundidade de polimerização das resinas compostas: teste de raspagem, teste de dureza e grau de conversão. Concluiu que o teste de raspagem, apesar de ser facilmente realizado, não indica a qualidade de polimerização; que teste de dureza é eficaz na determinação do grau e da profundidade de polimerização, podendo os referidos testes serem seguramente comparados aos obtidos numa situação clínica. Dentre os fatores determinantes da profundidade de polimerização, o autor destacou a formulação química do material (fotoiniciadores, tamanho e tipo das partículas de carga), condições do aparelho fotopolimerizador, intensidade de luz, comprimento de onda, tempo de exposição e distância entre a fonte de luz e a superfície da resina composta.

Chung (1990) avaliou o efeito da concentração das partículas de carga e dos componentes resinosos nas propriedades de compósitos. A reação de polimerização de sete marcas comerciais de resinas compostas fotopolimerizáveis foi monitorada com um espectrofotômetro de infravermelho transformado de Fourier (FTIR). A concentração de partículas de carga foi determinada pelo método termogravimétrico. Testes de tração diametral, dureza Knoop e dureza Barcol foram realizados para as respectivas resinas. A resistência à abrasão por escovação das resinas foi avaliada com um dispositivo que simulava o equivalente a cinco anos de escovação dental, e posteriormente examinada com um rugosímetro. Os resultados mostraram que o grau de conversão das resinas compostas variou entre 43,5 a 73,8% e que o volume fracionário de partículas de carga variou entre 58,2% a 74,2%. A variação da tração diametral, da dureza Knoop e da dureza Barcol em números obtidos foi 39,8 MPa a 60,0 MPa; 41,8 a 81,9 e 76,3 a 89,2, respectivamente. Uma correlação significativa ( $p < 0,01$ ) foi obtida entre a tração diametral e a fração de carga ( $r = 0,89$ ,  $SE = 3,66$ ), e entre a fração de carga e a dureza Knoop ( $r = 0,89$ ,  $SE = 8,39$ ). Houve um aumento da resistência com o aumento na concentração de partículas que, segundo o autor, pode estar relacionado com a adesão partículas e matriz. Conclui mostrando que parece haver muitos caminhos envolvendo a escolha de formulação de diluentes e concentração dos mesmos, bem como a composição morfologia e concentração das partículas de carga.

McCabe; Wassell (1999) testaram a hipótese de que as medidas de dureza dos compósitos dentais podem ser usadas para monitorar a qualidade da interface monômero resinoso/partícula e determinar a eficácia dos diferentes processos de silanização das partículas. Foram testados dez padrões de compósitos constituídos das mesmas partículas de vidro, formulados a partir de um único lote, variando-se a quantidade das partículas e a utilização ou não da silanização. Os espécimes foram preparados e guardados em água por 24 horas, quando então a dureza Vickers foi determinada usando cargas de 50, 100, 200 e 300 gramas. Os compósitos contendo partículas silanizadas foram significativamente mais duros do que os não silanizados. Concluíram que as medidas de dureza dos compósitos podem ser usadas para monitorar a qualidade da interface monômero resinoso/partículas.

Consani et al. (2002) verificaram o efeito do tipo de inserção (duas camadas ou bloco único) e dos métodos de fotoativação (luz contínua, duplo pulso intermitente), sobre a dureza Knoop dos compósitos Z100 (3M ESPE) e Alert (Jenéric Pentron). Os resultados mostraram que o Z100 apresentou maior valor médio de dureza. A inserção dupla foi melhor que a inserção única, e a dureza de superfície foi maior que nas demais profundidades, independente dos demais fatores. Para o compósito Z100, todos os métodos de fotoativação promoveram maior dureza na inserção dupla, enquanto para o Alert a ativação por luz contínua promoveu similaridade estatística entre os dois tipos de inserção. O Z100 mostrou similaridade estatística entre os métodos de fotoativação somente na

inserção dupla, enquanto no Alert a similaridade estatística ocorreu na inserção única entre as ativações por pulso e luz pulsátil.

Costa et al. (2002), motivados pelas dúvidas existentes sobre a resistência ao desgaste das resinas compostas, avaliaram a dureza superficial da Filtek P60 (3M ESPE) e Tetric Ceram (Ivoclar Vivadent). Compararam o efeito da polimerização convencional com fotopolimerizador Translux CL (Heraeus Kulzer) e a complementação da polimerização por dois métodos diferentes: a) fototermopolimerização, com a unidade Ligth Box (Heraeus Kulzer) acoplada ao aparelho Translux CL, e b) pneumotermopolimerização em autoclave (Cristófoli Vitali-21). Os resultados mostraram que a fotopolimerização complementada pela pneumotermopolimerização aumentou a dureza superficial das duas resinas. A fototermopolimerização como complementação da fotopolimerização só aumentou a dureza da Tetric Ceram.

Cavalcante et al. (2003) verificaram a influência da técnica de polimerização na microinfiltração e na microdureza de restaurações de classe II usando uma resina composta microhíbrida (Filtek Z250) e uma resina composta condensável (Surefil). As técnicas, suas respectivas intensidades de luz e o tempo de exposição usados foram: Convencional © - 800mW/cm<sup>2</sup> por 40 segundos; soft-Start (SS1) – 75mW/cm<sup>2</sup> por 10 segundos mais 518mW/cm<sup>2</sup> por 30 segundos; Soft-Start (SS2) – 170mW/cm<sup>2</sup> por 10 segundos mais 518mW/cm<sup>2</sup> por 30 segundos e Plasma Arc Curing (PAC) – 1,468 mW/cm<sup>2</sup> por três ou seis segundos. Foram realizados 152 preparos cavitários do tipo classe II em Slot vertical nas

superfícies mesiais e distais de setenta e seis incisivos bovinos divididos em oito grupos (n=19). Depois do procedimento restaurador os espécimes foram termociclados (1,000 ciclos de 5 a 55°C) e imersos numa solução de azul de metileno por quatro horas. A microinfiltração foi avaliada e os resultados analisados estatisticamente. Dez amostras de cada grupo foram selecionadas de maneira aleatória, incluídos em resina de poliéster, polidos e submetidos ao teste de microdureza Knoop. O teste ANOVA e o teste de Tukey ( $p < 0,01$ ) revelaram significativa diferença entre as profundidades: a microdureza na superfície foi significativamente mais alta seguida pelo terço médio e pela dureza da base. Não houve diferença na microinfiltração entre as técnicas quando a resina composta microhíbrida foi empregada. Porém, com resina composta condensável, a técnica convencional para polimerização foi comparável à técnica Soft-Start e melhor que a PAC.

Poskus; Plácido; Cardoso (2004) analisaram a influência de duas técnicas de inserção na dureza Knoop e na dureza Vickers usando resinas condensáveis (Alert e Solitaire 2 - Surefil), convencionais microhíbridas (Filtek Z250) e de micropartículas (Filtek A110), em restaurações de cavidades classes II. Cinquenta cavidades classe II padronizadas (5x3x1, 5mm<sup>3</sup>) foram preparadas em pré-molares humanos, divididas em dez grupos de cinco e restauradas com as resinas A.L.E.R.T., Solitaire 2, Filtek Z250 e Filtek A110 inseridas pelas técnicas incremental e de incremento único. Após armazenamento em água destilada por 24 horas, foram termocicladas (700 ciclos/5-55°C, pausa de 1min em cada uma das temperaturas e intervalo de 3s entre cada banho) e selecionadas

longitudinalmente no sentido mesio-distal. Uma das secções de cada espécime recebeu polimento para mensuração das durezas Knoop e Vickers. Dezesesseis edentações foram realizadas para cada restauração, oito na superfície oclusal e oito na superfície cervical. Os resultados, submetidos ao teste ANOVA, quando a técnica de inserção de incremento único foi empregada, demonstraram que todos os materiais apresentaram valores de dureza mais baixos na superfície cervical comparada à superfície oclusal ( $p < 0,001$ ); o mesmo não aconteceu com a técnica incremental. O teste de correlação de Pearson demonstrou uma correlação positiva entre os números obtidos nas medições das durezas Knoop e Vickers.

Saad et al. (2004) avaliaram a microdureza nas superfícies de topo e de base de espécimes confeccionados com duas resinas compostas micro-híbridas: Filtek Z-250 (3m-ESPE) e Vitaescence (Ultradent), ambas nas cores A3 e incisal. Foram confeccionados cinco corpos de prova para cada grupo de materiais, cada espécime teve suas superfícies de topo e de base divididas em quadrantes, totalizando 120 impressões por grupo testado. Os resultados após a avaliação pelo teste de Tukey, significativo ao nível de 5%, mostraram que as resinas de cor A3 apresentam dureza Vickers significativamente superior às resinas translúcidas, tanto nas superfícies de topo quanto na de base de todos os grupos testados.

Aguiar et al. (2005) estudaram a influência da cor e da distância da ponta do aparelho fotopolimerizador na microdureza superficial da resina composta Filtek Z250- 3M ESPE. Quarenta e cinco espécimes foram aleatoriamente preparados e divididos em nove grupos



experimentais (n=5). Foram testadas três distâncias de fotoativação (2mm, 4mm e 8mm) e três cores de compósitos (A1, A3,5 e C2). Todas as amostras foram fotoativadas com o aparelho fotopolimerizador ajustado em intensidade contínua de 550mW/cm<sup>2</sup>. Após 24 horas, dez medidas de dureza Knoop foram obtidas nas superfícies de topo e base de cada amostra, com carga de 25g por um tempo de 10 segundos. Os resultados mostraram que, para a superfície de base, os grupos com fotoativação realizada à distância de 2 e 4mm apresentaram maiores médias do que os grupos com distância de 8mm, e os grupos de cor A1 apresentaram maiores médias que os grupos de cor C2. O grupo A3,5 não apresentou diferença estatística quando comparado aos outros grupos. Na superfície de topo, não houve diferenças estatísticas significantes para os fatores estudados. Para todos os fatores estudados, a superfície de fundo apresentou médias de dureza estatisticamente menores do que as da superfície de topo.

Aguiar et al. (2005) analisaram a microdureza e a resistência à tração diametral da resina Filtek Z250 depois de submetida a diferentes métodos de polimerização e imersa em dois meios (água e álcool). A fotopolimerização foi realizada com 550mW/cm<sup>2</sup>, intensidade padrão; baixa intensidade, 300mW/cm<sup>2</sup>/10s + 555mW/cm<sup>2</sup> /20s; alta intensidade, 1060mW/cm<sup>2</sup>/10s; pulso tardio, 550mW/cm<sup>2</sup>/1s + 60s como tempo de espera + 550mW/cm<sup>2</sup>/20s) e imersos em um dos dois meios (água destilada ou álcool absoluto) por 24 horas. Depois disto os testes de microdureza (M) e a tração diametral (DTS) foram realizados. Os

resultados mostraram que não ocorreu diferença estatística entre os diferentes modos de polimerização; porém, os grupos que tiveram o álcool como meio de armazenagem mostraram uma resistência à tensão diametral estatisticamente mais baixa ( $p < 0,05$ ) do que os grupos armazenados em água. A microdureza dos espécimes armazenados em álcool mostrou-se mais baixa em todos os grupos. O modo convencional de polimerização apresentou altos valores de dureza para os grupos imersos em água. Nos grupos armazenados em álcool, em que se utilizou a técnica convencional e do pulso tardio, os valores de dureza foram significativamente maiores do que no grupo de alta intensidade. Na dureza Knoop, o resultado obtido pelos autores para a técnica convencional de polimerização ( $550\text{mW}/\text{cm}^2$ ), armazenada em água, foi na média de 33,2. As diferentes maneiras de fotopolimerização e de armazenamento podem modificar as propriedades físicas das resinas compostas.

### **2.2.2 RESISTÊNCIA À FLEXÃO**

Kim; Ong; Okumo (2002) avaliaram a influência da forma das partículas sobre a sua quantidade em um compósito, bem como o efeito da forma e quantidade sobre a dureza, resistência flexural, módulo flexural e resistência à fratura. Com o auxílio do MEV foram analisadas 14 marcas comerciais de resinas compostas. Os resultados mostraram que a quantidade de carga é influenciada pela morfologia das partículas. Compósitos com partículas pré-polimerizadas contêm menor porcentagem

de partículas (25 a 51% do volume), enquanto compósitos com partículas arredondadas apresentam maior quantidade delas (59 a 60% do volume). Compósitos com maior quantidade de partículas por volume exibiram maior resistência flexural (120 a 129 MPa), módulo flexural (12 a 15 GPa) e dureza (101 a 117 VHN). A resistência à fratura foi afetada pelo volume de partículas.

Ikejima et al. (2003) avaliaram o efeito do volume de fração de partículas e da silanização sobre a resistência flexural, o módulo flexural e a deformação por tração em resinas experimentais. Os resultados mostraram que a resistência à deformação por tração e a resistência flexural aumentaram quando o conteúdo de partículas ficou acima de 52,2% para compósitos híbridos e entre 0 a 9,1% para compósitos de micropartículas. Estas mesmas propriedades tiveram seus valores diminuídos com o aumento do volume fracionário de partículas em compósitos com partículas não-silanizadas. O módulo flexural aumentou para todos os materiais com o aumento do volume fracionário de partículas. Compósitos híbridos com partículas silanizadas apresentaram um valor significativamente mais elevado na resistência flexural, no módulo flexural e na resistência à deformação por tração do que os materiais equivalentes com partículas não-silanizadas. Concluíram que a silanização de partículas é um fator importante na determinação da resistência do material.

Adabo et al. (2003) avaliaram a relação entre a concentração de partículas inorgânicas e a resistência flexural de uma resina composta

condensável para dentes posteriores em comparação com compósitos convencionais híbridos. A determinação da quantidade de partículas inorgânicas contidas foi realizada pela análise do volume de massa do compósito polimerizado antes e depois da eliminação de sua fase orgânica. A resistência flexural de três pontos foi avaliada de acordo com as normas da ISO 4049 (1988). Os resultados mostraram as seguintes quantidades de partículas: Alert - 67,26%; Z-100 - 65,27%; Filtek P60 - 62,34%, Ariston pHc - 64,07%; Tetric Ceram - 57,22%; Definite - 54,42%; Solitaire - 47,76%. O teste de resistência flexural apresentou os seguintes resultados em ordem decrescente de resistência: Filtek P60 - 170,02 MPa; Z-100 - 151,34 MPa; Tetric Ceram - 126,14 MPa; Alert - 124,89 MPa; Ariston pHc - 102,00 MPa; Definite - 93,63 MPa e Solitaire - 56,71 MPa. Concluíram que não existe uma relação proporcional entre a quantidade de partículas inorgânicas por volume e a resistência flexural.

Lohbauer et al. (2003) estudaram as propriedades mecânicas de dez marcas comerciais de resinas compostas submetidas a cargas estáticas e cíclicas. Prepararam corpos de prova para o teste de resistência flexural de quatro pontos de acordo com a ISO 4049. Os corpos de prova foram armazenados em água destilada por uma semana. O limite de fadiga flexural (LFF) para 1 milhão de ciclos foi determinado sob condições equivalentes de teste com frequência de 5 Hz. A análise estatística dos resultados mostrou que os valores de resistência flexural inicial para as resinas compostas variaram de 55,4 MPa para Solitaire até 105,2 MPa para Filtek Z250. A média de limite de fadiga flexural para  $10^5$  ciclos ficou entre

37 e 68% da resistência inicial. A análise das superfícies de fraturas em microscopia eletrônica sugeriu dois tipos de mecanismos de falhas para as fraturas iniciais e sob fadiga. Concluiu-se que a resistência flexural sob fadiga não corresponde à resistência flexural inicial e que nem todos os materiais que apresentaram alta resistência flexural inicial tiveram a mesma relação em valores na resistência flexural sob fadiga.

Debnath et al. (2004) testaram a hipótese de que o módulo flexural, resistência flexural e dureza são diretamente proporcionais à resistência ao cisalhamento da interface partícula/matriz utilizando uma resina experimental. Fotoiniciadores com diferentes proporções, 0,15% e 5%, foram utilizados, e compósitos contendo partículas de vidro com vários tratamentos foram preparados. As propriedades mecânicas foram medidas com espécimes secos e molhados. Os resultados mostraram que a resistência ao cisalhamento interfacial foi maior para os espécimes com sílica tratada com MPS a 5% e aumentou para os compósitos preparados com 0,5% de iniciador. O módulo de elasticidade foi independente do tipo de tratamento da superfície das partículas; a resistência flexural e a dureza foram maiores para o vidro silanizado; menor integração da matriz resinosa com as partículas silanizadas foi observada quando a concentração de iniciador diminuiu.

Wilson et al. (2005) determinaram o efeito da variação química na fase interfacial sobre as propriedades de um compósito. Utilizaram partículas de sílica com diferentes tratamentos de silano: 3-metacriloxipropiltrimetoxissilano (MPTMS) e octiltrimetoxissilano (OTMS)

guardando a proporção constante de silano a 10% por massa relativa de partículas. Foi testada a resistência à compressão da massa de material não-polimerizado entre chapas paralelas, e, após fotopolimerizados, testes de flexão biaxial e flexão de três pontos foram também realizados. A resistência flexural e o módulo do compósito silanizado com MPTMS e duas silanizações foram similares, porém diminuiu com OTMS quando a massa fracionária na mistura de silano aumentou em 7,5% e 10%. Os resultados mostraram que a silanização dupla das nanopartículas melhorou as propriedades da pasta de resina com alta quantidade de partículas de carga diminuindo a contração de polimerização em comparação aos compósitos híbridos que recebem apenas o tratamento de partículas com MPTMS-silano. Os autores concluíram que a silanização aumenta a fração de ligações covalentes entre as partículas de carga e a matriz polimérica o que aumenta a resistência do material. Além disso, a silanização dupla de partículas tem o potencial de alterar as propriedades interfaciais, reduzindo a sorção de água devido ao aumento da hidrofobia derivada do hidrocarbono octil-silano.

Witzel et al. (2005) investigaram a influência do método de fotoativação no grau de conversão (DC), resistência flexural (FS), módulo flexural (FM), dureza Knoop (KHN) e o "stress" de contração (CS) da resina Filtek Z250 e do adesivo Scotchbond multipurpose plus, depois da armazenagem em água e álcool. Foram preparados espécimes medindo 1x2x10mm para o teste de FS, fotopolimerizados por 600mW/cm<sup>2</sup> x 40s (A), 200mW/cm<sup>2</sup> x 120s (B), 600mW/cm<sup>2</sup> x 1s+3min de espera +

600mWx39s (C). Os resultados mostraram que o grau de conversão do compósito não foi afetado pela fotoativação (A: 65%, B: 66%, C: 65%). O grau de conversão do adesivo teve um aumento com significado estatístico quando se utilizou o método A (79%) em relação ao método B (74%) e C (73%). A fotoativação não afetou as propriedades do compósito, desconsiderando-se o meio de armazenagem ( $p > 0,05$ ). Após a armazenagem em álcool a resistência flexural do sistema adesivo ficou mais baixa para os espécimes fotoativados pelo método B ( $p < 0,001$ ). A fotopolimerização pelo pulso tardio (C) reduziu significativamente o estresse de contração (7,7MPa) quando comparado ao método convencional (10,7 MPa) e ao método B (10,1MPa).

Obici et al. (2005) verificaram algumas propriedades mecânicas da resina composta Filtek Z250 por diferentes métodos de fotoativação. Foram preparadas dez amostras para cada grupo, com diferentes dimensões de acordo com o ensaio. Os métodos de fotoativação foram: a) luz contínua (800mW/cm<sup>2</sup> -40s); b) luz exponencial (0-800mW/cm<sup>2</sup> -40s); c) luz intermitente (2s- 600mW/cm<sup>2</sup> ; 2s sem luz durante 80s); d) dupla intensidade (10s-150mW/cm<sup>2</sup> ; 30s-600mW/cm<sup>2</sup>); e) PAC (1320mW/cm<sup>2</sup> – 3s); f) LED (350mW/cm<sup>2</sup> - 40s). Após 24 horas, as amostras foram carregadas até fraturar ( $v=0,5\text{mm}/\text{min.}$ ). Os resultados mostraram que, para resistência à compressão, os maiores valores foram encontrados com os métodos luz contínua, intermitente, exponencial e dupla intensidade, enquanto PAC e LED obtiveram os menores valores. Os métodos LED, PAC, luz contínua, exponencial e dupla intensidade, mostraram os maiores

valores para resistência a tração diametral, enquanto luz intermitente mostrou os menores valores. Para a resistência flexural, não houve diferença entre os métodos. Já para o módulo de elasticidade, os maiores valores foram obtidos com LED, luz exponencial, contínua e intermitente, enquanto PAC e dupla intensidade mostraram os menores valores.

Walker et al. (2005) avaliaram se o aumento da umidade relativa e temperatura simulando as condições do meio intra-oral afetam adversamente a propriedade flexural dos compósitos dentais. Foram testadas as resinas Filtek Z250, TPH Spectrum e Prodigy. Seguindo as especificações, após sua confecção, os espécimes foram armazenados em 10ml de água deionizada a 37 ° C por 24 horas e posteriormente a esse período as propriedades flexurais foram medidas usando o teste de três pontos. Ocorreu diferença estatística significativa na resistência flexural e no módulo flexural em função do material. A resistência flexural para a Filtek Z250 foi de 120 MPa, sem diferença significativa para o TPH Spectrum que foi de 134 MPa, porém ambos significativamente maiores que Prodigy que foi de 101 MPa. O módulo flexural foi de 8,4 GPa para a Filtek Z250, de 8,6 GPa para o TPH Spectrum e de 7,9 para a Prodigy. Todavia, nenhuma propriedade testada, com as três resinas, foi afetada negativamente pelas condições a que foram submetidas.



*Proposição*

### **3 PROPOSIÇÃO**

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da contaminação pela manipulação digital com luva de duas resinas compostas fotopolimerizáveis, durante o procedimento restaurador, sobre a:

- microdureza superficial;
- resistência à flexão, e ainda
- identificação dos agentes contaminantes por meio microanálise por energia dispersiva com microsonda no microscópio eletrônico de varredura.

# *Material e Métodos*

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Teste de Microdureza

#### 4.1.1 DISTRIBUIÇÃO DOS GRUPOS

Foram utilizadas duas marcas comerciais de resina composta microhíbridas de diferente composições: Tetric Ceram (Ivoclar Vivadent) e Filtek Z250 (3M ESPE- Minnesota-USA), distribuídos em quatro grupos experimentais para cada resina, com dez espécimes (**E**) em cada grupo.

Nos grupos I a IV foi utilizada para a confecção dos espécimes a resina composta microhíbrida Tetric Ceram na cor A1(Ivoclar Vivadent Shaan, Liechstein) e nos grupos V a VIII, a resina composta Filtek Z250 (3M ESPE- St Paul Minnesota-USA). Os grupos foram distribuídos da seguinte maneira:

**Grupo I** – os espécimes foram obtidos manipulando-se a resina com luvas contaminadas (LC). Estas luvas, descartáveis da marca comercial SUPERMAX Premium Quality (SUPERMAX GLOVE MANUFATURING SDN. BHD.Malásia), foram entregues aos alunos da Disciplina de Dentística do Curso de Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina no início do atendimento de pacientes em que seriam realizados procedimentos restauradores adesivos. As luvas foram utilizadas desde os procedimentos iniciais (anestesia, isolamento absoluto) até o condicionamento ácido da cavidade já preparada. Nesse momento, um operador marcava externamente as luvas com uma caneta para evitar sua utilização do avesso e em seguida trocava por luvas novas. As luvas utilizadas eram colocadas em sacos plásticos limpos e levadas ao laboratório de pesquisa da mesma

Universidade onde o operador confeccionava os espécimes no mesmo dia da coleta para evitar que as luvas secassem. Foi utilizado um par luvas para a obtenção de cada espécime, onde incrementos de resina composta, com mais ou menos de 2mm de espessura, foram manipulados digitalmente pelo operador por quatro vezes obtendo-se uma forma cilíndrica.

**Grupo II** - os espécimes foram obtidos manipulando-se a resina com luvas contaminadas e posteriormente limpas com álcool a 70% (LCLA). Neste grupo as luvas também foram usadas desde os procedimentos iniciais até o momento do condicionamento ácido. Nesse ponto as luvas contaminadas eram recolhidas, tomando-se os mesmos cuidados descritos anteriormente, acondicionadas em sacos plásticos e, antes de serem usadas para confeccionar os espécimes, eram friccionadas com álcool a 70% por um minuto.

**Grupo III** - os espécimes foram obtidos manipulando-se a resina com luvas novas, que ainda não haviam sido utilizadas (LN).

**Grupo IV** – os espécimes foram obtidos manipulando-se a resina segundo a recomendação do fabricante, com espátula, sem ser tocada pela luva (E).

Os espécimes dos grupos V a VIII, confeccionados com a resina composta Filtek Z250, obedeceram aos mesmos critérios estabelecidos para os grupos I a IV:

**Grupo V** – espécimes obtidos com material manipulado com luvas contaminadas (LC).

**Grupo VI** - espécimes obtidos com material manipulado com luvas contaminadas e, posteriormente, limpas com álcool a 70% (LCLA).

**Grupo VII** - espécimes obtidos com material manipulado com luvas novas, que ainda não haviam sido utilizadas (LN).

**Grupo VIII** – espécimes obtidos com material manipulado na forma recomendada pelo fabricante, com espátula sem ser tocado pela luva (E).

#### 4.1.2 CONFECÇÃO DOS ESPÉCIMES

Para a obtenção de espécimes padronizados, foi confeccionada uma matriz de aço inoxidável, com três orifícios de formato circular, com 5mm de diâmetro e 3mm de altura (Souza, 2003) (Fig. 1). A matriz apresentava a superfície interna polida para evitar que com a polimerização a resina aderisse às paredes (Fig. 2). A matriz era bipartida, detalhe que facilitou a remoção dos corpos de prova de seu interior (Fig. 3 A e B).

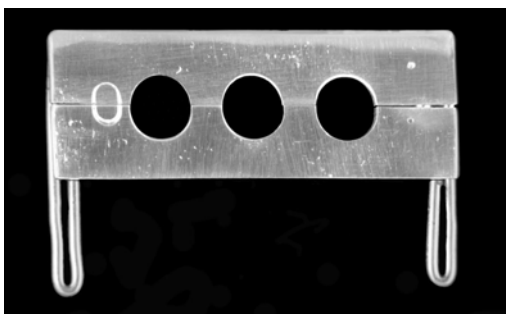


Figura 1 – Matriz de aço inoxidável.

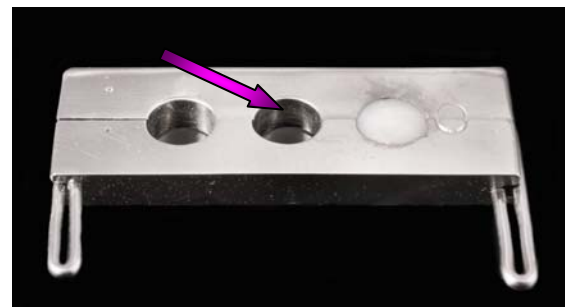


Figura 2 – Superfície interna polida (seta).

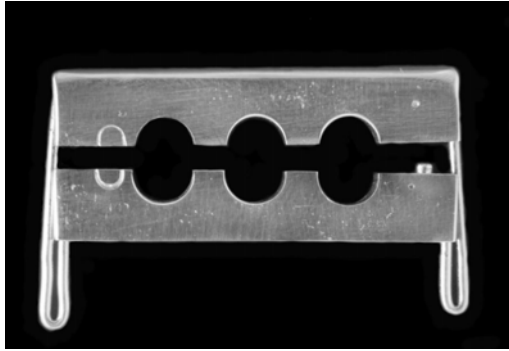


Figura 3 A – Matriz aberta.

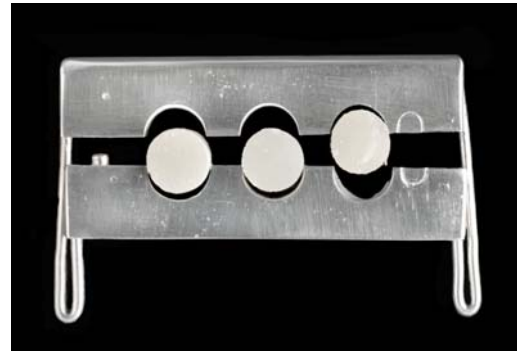


Figura 3 B – Matriz aberta com deslocamento dos espécimes.

Nos grupos experimentais em que a resina foi manipulada digitalmente seguiu-se a metodologia descrita a seguir:

- incrementos de resina composta, com mais ou menos de 2mm de espessura, foram manipulados digitalmente pelo operador por quatro vezes obtendo-se uma forma cilíndrica (Fig. 4).



Figura 4 – Manipulação digital da resina.

Os incrementos foram introduzidos no interior da matriz, que estava acomodada sobre uma placa de vidro de 2cm de espessura, recoberta por uma tira de poliéster, e acomodados com o auxílio de uma espátula de inserção até o seu total preenchimento (Figura 5).

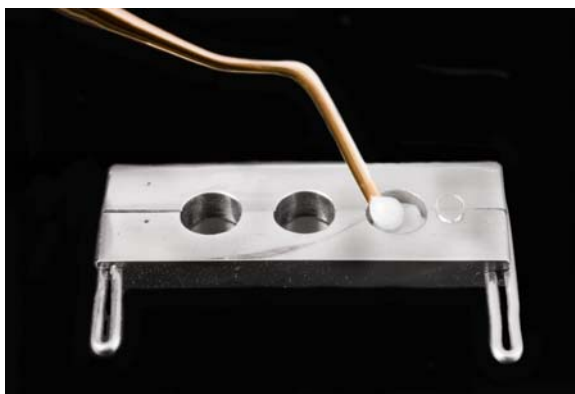


Figura 5 – Preenchimento dos orifícios da matriz com resina.

Nesse momento uma outra matriz de poliéster era colocada sobre a matriz de aço inoxidável e sobre ela outra placa de vidro para manter pressão constante durante a polimerização, possibilitando, desta forma, a obtenção de espécimes com espessura homogênea (Fig.6).

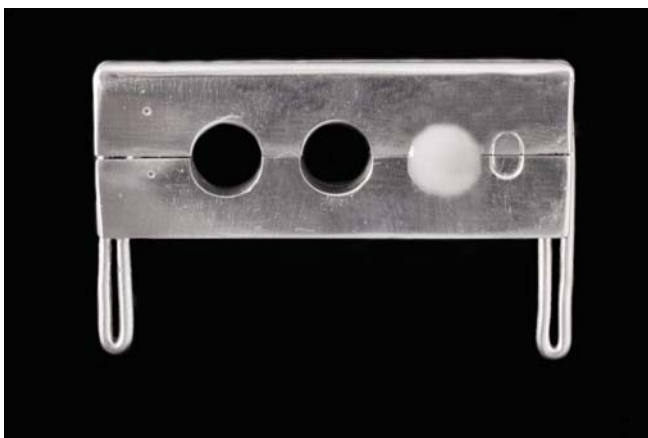


Figura 6 – Obtenção dos espécimes com espessura uniforme.

Com a placa de vidro devidamente posicionada foi realizada uma fotopolimerização por 20 segundos com intensidade de luz de  $600\text{mW}/\text{cm}^2$ , tendo como fonte um aparelho Curing light 2500 (3M-ESPE- Minnesota-USA). Em seguida, a placa era removida e aplicava-se a luz por mais 20s. Após este



passo, invertia-se a posição do espécime polimerizando por 40s o lado que estava voltado para baixo. A intensidade de luz do aparelho fotopolimerizador foi aferida sempre antes do início dos trabalhos por meio do radiômetro de cura (SPI Spring Health – Gnatus – Ribeirão Preto- Brasil).

Em seguida, os espécimes foram removidos da matriz (Fig.7), armazenados em água deionizada em recipientes plásticos à prova de luz, sob temperatura de 37°C, por 24 horas (Chung,1990; McCabe; Wassell, 1999). Os frascos foram devidamente identificados de acordo com o grupo ao qual pertenciam.



Figura 7 – Espécimes removidos da matriz.

Nos grupos em que os espécimes foram obtidos com a manipulação do material na forma recomendada pelo fabricante, isto é, com espátula sem ser tocado pela luva, a seqüência foi a seguinte: com a matriz metálica sobre a placa de vidro recoberta pela matriz de poliéster, pequenos incrementos de resina foram inseridos e acomodados em seu interior com uma espátula apropriada, até que ficasse completamente preenchida, tomando-se todos os

cuidados para evitar a inclusão de bolhas de ar ou a contaminação do material. Nesse momento, era colocada sobre sua superfície a matriz de poliéster e sobre esta a placa de vidro. A fotopolimerização e a armazenagem dos espécimes seguiram os mesmos padrões dos grupos anteriormente descritos.

Após o período de 24 horas, todos os espécimes foram embutidos em resina epóxica. Para tanto, foi recortado um cilindro de PVC de 3cm de diâmetro e 1,5cm de altura. Em cada cilindro foram colocados cinco espécimes formando um bloco (Fig. 8).



Figura 8 - Espécimes incluídos em resina epóxica.

Os blocos ficaram armazenados em temperatura ambiente até a presa total da resina epóxica. Após a presa, os blocos contendo os espécimes foram lixados com lixas d'água de meche (granulação) variando de 120 a 1500 e depois polidos com pasta abrasiva de alumina granulação inicial de 1 $\mu$ m, 0,3 $\mu$ m e 0,05 $\mu$ m (Fig. 9). Posteriormente, os espécimes foram submetidos ao teste de microdureza.

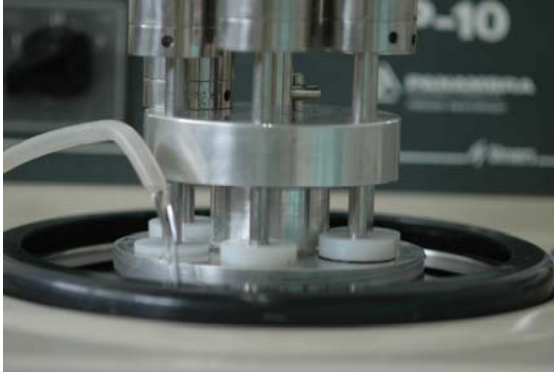


Figura 9 - Lixamento numa poltriz rotativo-mecânica.

#### **4.1.3 EXECUÇÃO DO TESTE DE MICRODUREZA**

O teste foi realizado em um microdurômetro (Shimadzu HMV-2000, Shimadzu, Japão). Os espécimes foram divididos em quadrantes e estes demarcados com o auxílio de uma caneta de retroprojektor (Fig. 10). Com o edentador tipo Knoop, foram feitas quatro edentações em cada quadrante dos corpos de prova (CP) totalizando dezesseis penetrações (CONSANI et al., 2002) (Fig. 11). Para auxiliar a visualização do local das edentações, contou-se com o auxílio do monitor acoplado ao microdurômetro. A distância entre as edentações foi de  $2\mu\text{m}$  obtidas pela movimentação da mesa do microdurômetro. A carga utilizada foi estática de 50g por 30s (CONSANI et al., 2002). Os resultados foram catalogados e submetidos a testes estatísticos.

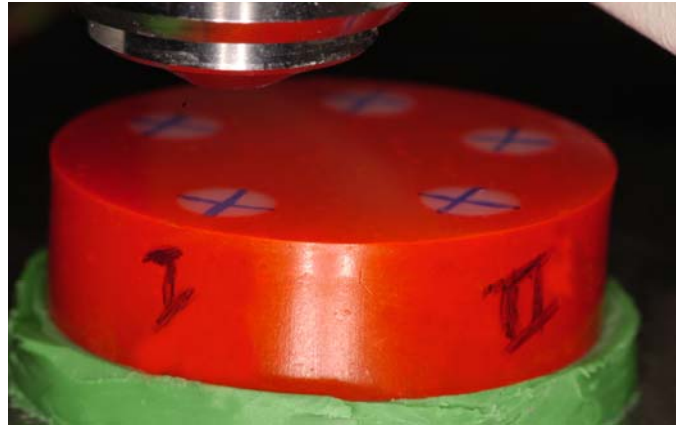


Figura 10 - Espécimes divididos em quadrantes e demarcados com caneta de retroprojektor.

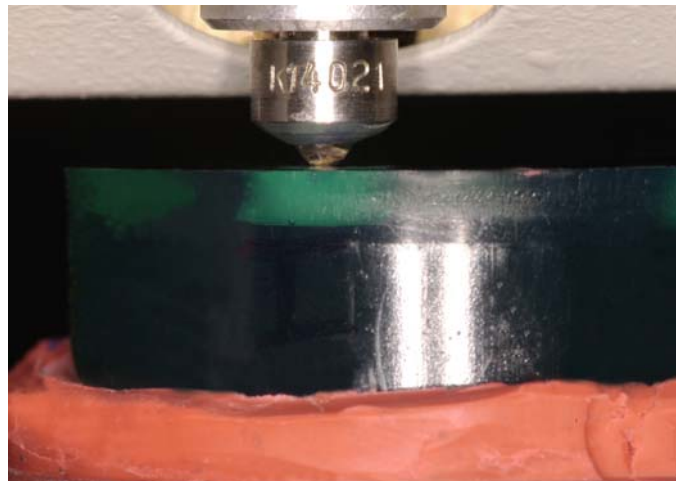


Figura 11- Bloco contendo espécimes acoplado ao microdurômetro Shimadzu HMV 2000.

## 4.2 Teste de Resistência à Flexão de Três Pontos

### 4.2.1 – DISTRIBUIÇÃO DOS GRUPOS

Este teste foi realizado com mesmas marcas comerciais de resinas compostas microhíbridas utilizadas no teste de microdureza, a saber: Tetric

Ceram (Ivoclar Vivadent-Shaan-Lieschtenstein) e Z250 (3M ESPE- St Paul-Minnesota-USA). Foi utilizado o mesmo número de grupos (4) e de espécimes (10) para cada marca comercial de resina. Nos grupos I a IV foi usada a resina composta microhíbrida Tetric Ceram (Ivoclar Vivadent- Shaan-Lieschtenstein) e nos grupos V a VIII a resina composta Filtek Z250 (3M ESPE- Minnesota-USA). A distribuição dos grupos seguiu o padrão de manipulação do material utilizado no teste de microdureza.

**Grupo I** - espécimes obtidos com material manipulado com luvas contaminadas (LC).

**Grupo II** - espécimes obtidos com material manipulado com luvas contaminadas e, posteriormente, limpas com álcool a 70% (LCLA).

**Grupo III** - espécimes obtidos com material manipulado com luvas novas, que ainda não haviam sido utilizadas (LN).

**Grupo IV** – espécimes obtidos com material manipulado na forma recomendada pelo fabricante, com espátula sem ser tocado pela luva (E).

Os grupos de **V** a **VIII**, confeccionados com a resina composta (Z250 3M ESPE - St Paul- Minnesota - USA), obedeceram aos mesmos critérios de manipulação dos grupos I a IV, confeccionados com resina Tetric Ceram (Ivoclar Vivadent-Schaan-Lieschtenstein) (Grupo I – LC, Grupo II – LCLA, Grupo III – LL e Grupo IV – ME).

O procedimento de coleta das luvas contaminadas e das luvas contaminadas limpas com álcool antes da confecção dos espécimes foi o mesmo descrito anteriormente para a realização do teste de microdureza.

#### 4.2.2 CONFECÇÃO DOS ESPÉCIMES

Foram confeccionados dez espécimes para cada grupo utilizando-se um molde de aço com 25mm +/- 2mm x 2mm +/- 0,1mm x 2mm +/- 0,1mm de acordo com as normas da ISO 4949 (Fig. 12).

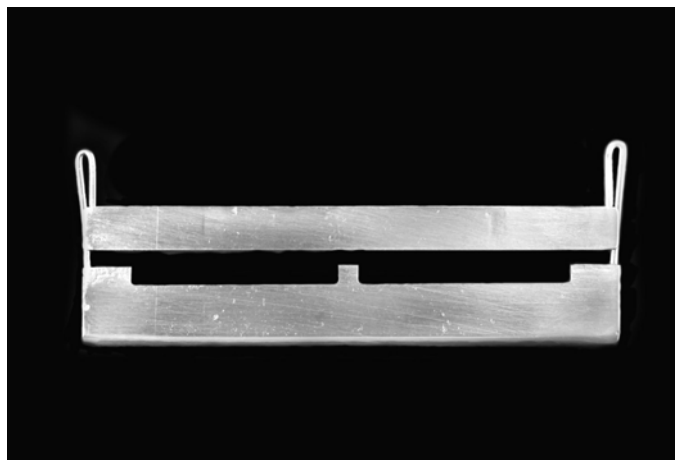


Figura 12 – Molde utilizado para confecção dos espécimes para o teste de resistência flexural.

O molde foi colocado sobre uma placa de vidro recoberta por uma matriz de poliéster e a resina introduzida no interior do molde em pequenos incrementos até o total preenchimento do dispositivo, com pequeno excesso (Fig. 13 A e B). A resina foi recoberta por outra matriz de poliéster e uma placa de vidro de 2cm posicionada sobre o molde com resina para proporcionar um padrão de espessura e lisura aos espécimes.



Figura 13 A – Colocação da resina em pequenos incrementos.

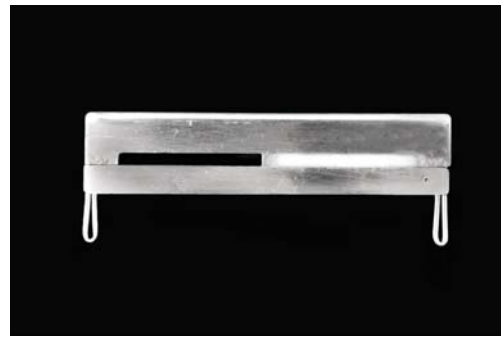


Figura 13 B – Molde preenchido com resina.

A fotopolimerização foi realizada inicialmente durante 20s através da placa de vidro. Depois, a placa foi removida e se aplicou a luz por mais 40s nos dois extremos e no centro do espécime. A posição dos espécimes foi invertida e a fotopolimerização executada do outro lado da mesma maneira e pelo mesmo tempo.

Após a cura, os espécimes foram mantidos dentro do molde e colocados em água deionizada a 37°C por 60 minutos. Em seguida foram retirados do molde (Fig. 14), colocados em água destilada e armazenados em estufa a 37°C por 24horas. Passado este tempo, removeram-se os excessos de sua superfície dando-lhes acabamento com discos de lixa de papel (Vortex – Brasil). O desgaste proporcionado por este acabamento era controlado com o auxílio de um paquímetro Masel (MASEL Dental Dial Caliper – USA), aceitando-se uma variação de 0,01mm, para mais ou para menos, na espessura dos espécimes, segundo as orientações da ISO 4049 (Fig. 15 A e B). Terminada essa etapa foram lavados em um ultrassom (Thornton - Brasil)

contendo água deionizada por 10 minutos, e novamente armazenados em água deionizada e colocados em estufa a 37°C até se completar 24 horas.



FIGURA 14 Corpos de prova removidos da matriz.

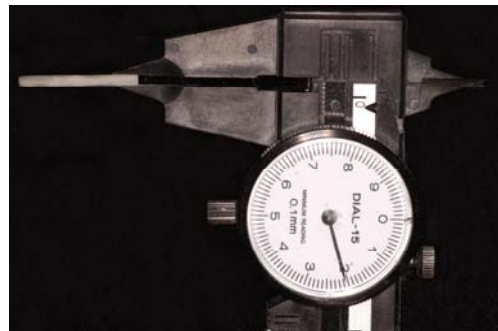
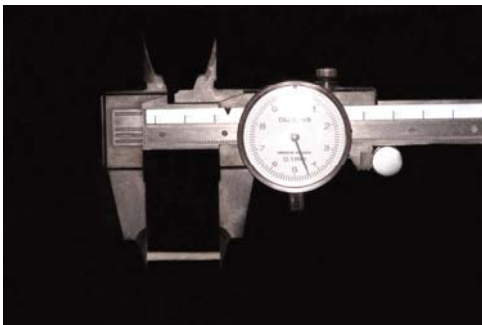


Figura 15 A e B Aferição das medidas dos corpos de prova.

#### 4.2.3 EXECUÇÃO DO TESTE DE RESISTÊNCIA À FLEXÃO

Após esse período os espécimes foram levados a uma máquina universal de teste Instron 4444 e adaptados a um dispositivo para a realização do teste. O dispositivo consistia de dois bastões, com 2mm de diâmetro, montados de forma paralela com uma distância de 20mm entre



eles, e um terceiro bastão, central, colocado de forma transversal aos espécimes. Os espécimes foram posicionados sobre os dois bastões de maneira que houvesse uma sobra 2,5mm de cada lado além destes. Então, era aplicada uma força com velocidade de 0,75mm/seg no ponto central dos espécimes (Fig. 16). Os resultados obtidos em Newtons foram aplicados na fórmula para o cálculo da resistência flexural contida na ISO 4049. Onde:

$$\text{Resistência Flexural} = 3FI / 2bh^2$$

F= Carga máxima exercida sobre o espécime, em Newtons;

l= Distância entre os dois pontos de suporte, em milímetros;

b= Largura do espécime, em milímetros;

h= Altura do espécime, em milímetros.

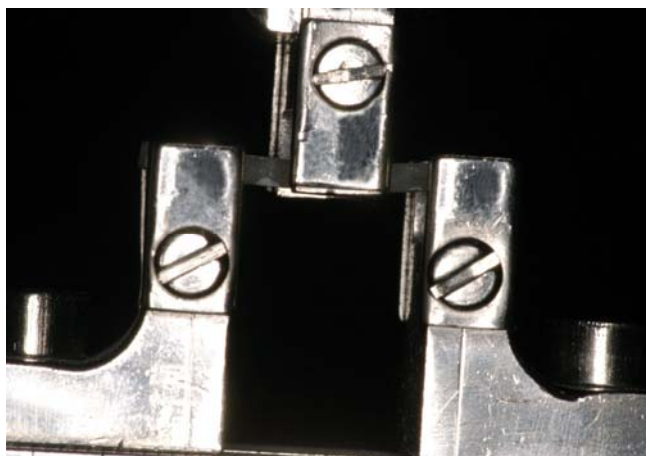


Figura 16 - Espécime na máquina para o teste de resistência à flexão

### **4.3 IDENTIFICAÇÃO DOS AGENTES CONTAMINANTES POR MEIO DE MEV**

Após o teste de resistência à flexão, os espécimes foram lavados em ultrassom (Thornton - Brasil), devidamente secos com jatos de ar e guardados em frascos limpos e secos (eppendorfe) para evitar a contaminação com outras substâncias até serem levados ao MEV. No MEV, com um aumento de 1.000 vezes, foram detectados pontos com imagens diferentes que evidenciavam a provável presença de agentes contaminantes. Nesses pontos foram escolhidas áreas para a análise qualitativa dos componentes com microsonda do Expectrometro Edax acoplado no MEV(Philips XL30).

*Resultados*

## 5 RESULTADOS

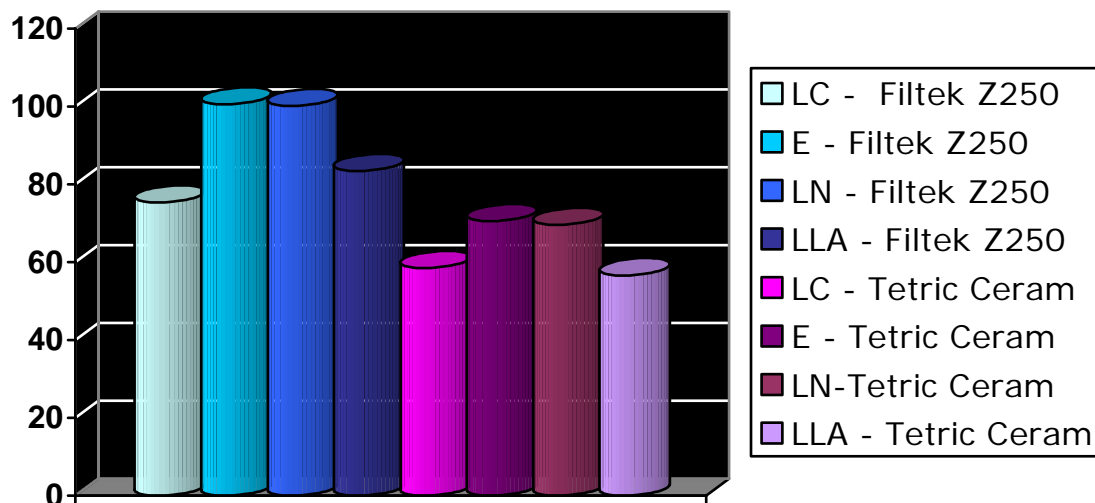
A tabela 1 e o gráfico 1 apresentam os valores obtidos no teste de microdureza.

Na tabela 1 estão descritas as médias, os desvios padrão e o número de espécimes testados com as resinas Filtek Z250(3M-ESPE, St Paul-Minnesota-USA) e Tetric Ceram (Ivoclar Vivadent,Schaan- Lieschtenstein) de acordo com as variações nos métodos de manipulação.

Tabela 1 – Médias, desvio padrão e número de leituras do teste de microdureza das resinas testadas de acordo com os diferentes métodos de manipulação.

<b>Resina</b>	<b>Manipulação</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Número de leituras</b>
Filtek Z250	Luva contaminada	75,35312	11,6979701	160
Filtek Z250	Espátula	100,5693	4,81117667	160
Filtek Z250	Luva Nova	100,1593	5,84367956	160
Filtek Z250	Luva limpa c/álcool	83,39250	8,31655582	160
Tetric Ceram	Luva contaminada	58,52875	3,52697400	160
Tetric Ceram	Espátula	70,52250	3,23578556	160
Tetric Ceram	Luva Nova	69,62250	3,74105138	160
Tetric Ceram	Luva limpa c/álcool	56,63125	3,49938337	160

Gráfico 1 – Microdureza média, das resinas Filtek Z250 e Tetric Ceram após manipulação com luva contaminada (LC), espátula (E), luva Nova (LN) e luva contaminada e limpa com álcool (LLA).



Para verificar a possibilidade do uso de métodos estatísticos paramétricos, foi utilizado o teste de Homogeneidade de Variâncias de Bartlett, tanto para os dados referentes à microdureza como resistência à flexão. Feita esta análise, concluiu-se que os dados referentes às variáveis poderiam ser estudados por meio da análise de variância paramétrica, dois critérios de classificação, para obter as diferenças entre os grupos e a aplicação do teste de Tukey para realizar as comparações múltiplas.

A tabela 2 expressa os resultados da análise de variância, as estatísticas F e a probabilidade, indicando haver diferenças significativas entre as variáveis independentes, resina e manipulação, no nível de probabilidade de 5%.

Tabela 2 – Análise de variância das variáveis, resina e manipulação, do teste de microdureza.

Fonte de Variação	Soma dos Quadrados	G.L	Quadrado Médio	F	Probabilidade
Resina	217025,17375	1	217025,17375781	66,85934	0,003826
Manipulação	91272,144460	3	30424,04815365	9,372792	0,049320
Interação	9737,9884609	3	3245,99615365	83,10956	0,000000
Resíduo	49680,28481250	1272	39,05682768		
Total	367715,59149219	1279			

Ao se comparar os dados da variável manipulação, obtidos no teste de microdureza, utilizando-se o teste de Tukey, com valor crítico = 11.57147 e nível de significância de 5%, verificaram-se diferenças significativas entre LC (luva contaminada) e E (espátula), LC e LN (luva Nova), E e LLA (luva limpa com álcool) e LN e LLA. As demais comparações LC x LLA e E x LN não apresentaram diferenças significantes (tabela 3).

Tabela 3 - Resultados da aplicação do teste de Tukey para a variável manipulação, no teste de microdureza.

Comparação	Diferença	Interpretação
Luva contaminada X espátula	-18,605000	<b>Significante</b>
Luva contaminada X luva Nova	-17,950000	<b>Significante</b>
Luva contaminada X luva limpa c/álcool	-3,0709375	Não significante
Espátula X luva Nova	0,65500000	Não significante
Espátula X luva limpa c/álcool	15,5340625	<b>Significante</b>
Luva Nova X luva limpa c/álcool	14,8790625	<b>Significante</b>

No anexo 3, tabela 1, encontram-se os resultados de múltiplas comparações combinando-se as duas variáveis, resina e manipulação, realizados pelo teste de Tukey, com valor crítico = 19,30669 e nível de significância de 5%. Na análise dos resultados percebe-se a influência das diferenças significativas encontradas entre as duas resinas testadas e os diferentes métodos de manipulação.

Os resultados do teste de resistência à flexão estão expressos na tabela 4 e no gráfico 2.

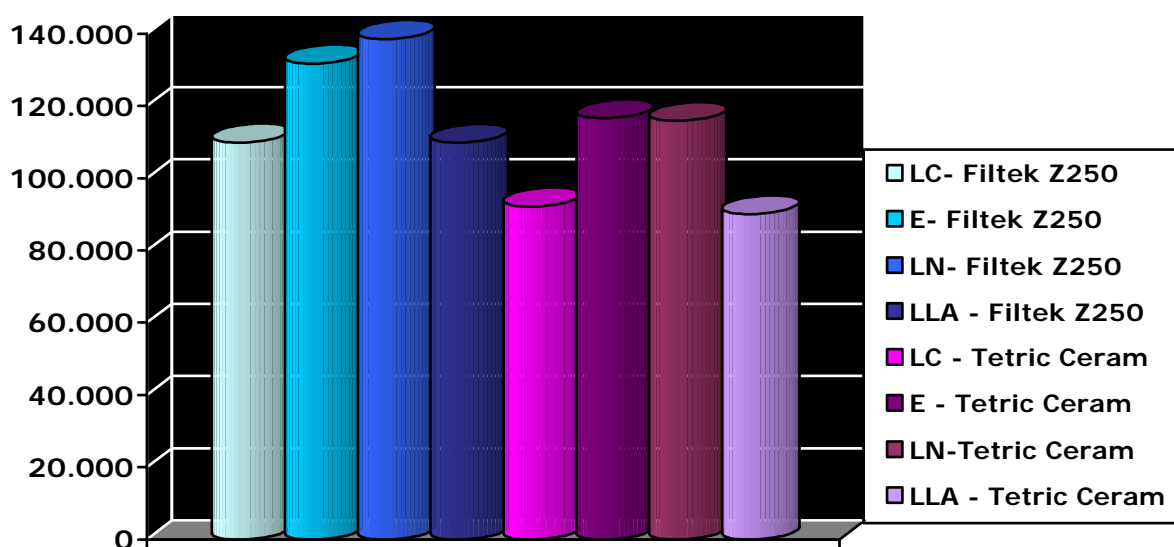
Na tabela 4 estão descritas as médias, o desvio padrão e o número de espécimes testados com as resinas Filtek Z250(3M-ESPE, Minnesota-USA) e Tetric Ceram (Ivoclar Vivadent, Lieschtenstein-Suíça) de acordo com as variações nos métodos de manipulação.

Tabela 4 – Médias de resistência à flexão, o desvio padrão e o número de espécimes das resinas testadas, de acordo com os diferentes métodos de manipulação.

<b>Manipulação</b>	<b>Filtek-Z250</b>	<b>Tetric Ceram</b>	<b>Número e espécimes</b>
LC	109,91+/_ 17,29	92,13+/_ 25,21	10
E	1131,52+/_ 15,56	116,56+/_ 10,23	10
LN	138,52+/_ 23,06	115,83+/_ 10,23	10
LCLA	109,83+/_ 22,91	90,03+/_ 14,45	10

O gráfico 2 ilustra os valores médios de resistência à flexão das resinas após aplicação da variável manipulação conforme os dados da tabela 4.

Gráfico 2 – Resistência Flexural média, expressas em MPa, das resinas Filtek Z250 e Tetric Ceram após manipulação com luva contaminada (LC), espátula (E), luva Nova (LN) e luva limpa com álcool (LLA).



A tabela 5 resume os resultados da análise de variância, as estatísticas F e a probabilidade, indicando haver diferenças significativas entre as variáveis independentes resina e manipulação no nível de probabilidade de 5%.

Tabela 5 – Análise de variância das variáveis, resina e manipulação, do teste de resistência à flexão.

Fonte de Variação	Soma dos Quadrados	G.L	Quadrado Médio	F	Probabilidade
Resina	7121,0662578	1	7121,06625781	142,3302	0,001266
Manipulação	12797,735960	3	4265,91198698	85,26369	0,002111
Interação	150,09596094	3	50,03198698	0,146209	0,93179
Resíduo	24637,98681250	72	342,19426128		
Total	44706,88499219	79			



Quando os dados da variável manipulação foram comparados pelo teste de Tukey, com valor crítico = 5.884481 e nível de significância de 5%, verificaram-se diferenças significativas entre LC (luva contaminada) e E (espátula), LC e LN (luva Nova), E e LLA (luva limpa com álcool) e LN e LLA. As demais comparações LC e LLA e E com LN não apresentaram diferenças (tabela 6).

Tabela 6 - Resultados da aplicação do teste de Tukey da variável manipulação, do teste de resistência à flexão.

<b>Comparação Manipulação</b>	<b>Diferença</b>	<b>Interpretação</b>
Luva contaminada X espátula	-23,143750	<b>Significante</b>
Luva contaminada X luva Nova	-26,156250	<b>Significante</b>
Luva contaminada X luva limpa c/álcool	1,08875000	Não significativa
Espátula X luva Nova	-3,0125000	Não significativa
Espátula X luva limpa c/álcool	24,2325000	<b>Significante</b>
Luva Nova X luva limpa c/álcool	27,2450000	<b>Significante</b>

No anexo 3, a tabela 2 apresenta os resultados de múltiplas comparações combinando-se as duas variáveis, resina e manipulação, também realizados pelo teste de Tukey, com valor crítico = 9,876695 e nível de significância de 5%. Os resultados evidenciam a influência das diferenças significativas encontradas entre as duas resinas testadas e os diferentes métodos de manipulação.

Os resultados da análise por energia dispersiva das resinas Tetric Ceram, grupos I a IV, e Filtek Z250, grupos V a VIII, revelaram a presença dos componentes químicos expressos nas tabelas 7 e 8.

Tabela 7 - Componentes químicos encontrados pela análise por energia dispersiva na resina Tetric Ceram, de acordo com o tipo de manipulação.

<b>Grupos</b>	<b>Componentes Químicos</b>
Luva Contaminada	C, O, Ba, Yb, Al, Si, <b>Mg, Ni, Ca</b>
Espátula	C, O, Ba, Yb, Al, Si
Luva limpa	C, O, Ba, Yb, Al, Si
Luva limpa c/ álcool	C, O, Ba, Yb, Al, Si, <b>Mg, Ca</b>

Os componentes em azul indicam elementos que não fazem parte da composição do material.

Tabela 8 – Componentes químicos encontrados pela análise por energia dispersiva na resina Filtek Z-250, de acordo com o tipo de manipulação.

<b>Grupos</b>	<b>Componentes Químicos</b>
Luva Contaminada	C, O, Si, <b>Mg, Al, Ca, Ba, Ni, Na, Cl, K</b>
Espátula	C, O, Si
Luva limpa	C, O, Si
Luva limpa c/ álcool	C, O, Si, <b>Mg, Al, Ca, Ba, Ni</b>

Os componentes em azul indicam elementos que não fazem parte da composição do material.

Na tabela 9 pode-se observar os componentes de cada uma das resinas de acordo com os dados fornecidos pelo fabricante.

Tabela 9 - Composição das resinas compostas Filtek Z250 e Tetric Ceram.

<b>Resina</b>	<b>Matriz de monômero</b>	<b>Carga Inorgânica</b>	<b>Outros</b>	<b>Tamanho das Partículas</b>
Tetric Ceram	Bis-GMA 20,2% (peso) TEG-DMA	Vidro de bário Trifluoreto de itérbio Fluorsilicato de alumínio Dióxido de silício Óxidos mistos esferoidais (79% em peso) (60% em volume)	Catalisadores (0,8% peso) Estabilizantes Pigmentos	0,04 -3 µm Média - 7 µm
Filtek Z250	UDMA e Bis- EMA Bis-GMA TEG-DMA	Zircônia/Sílica	Fotoiniciador pigmentos	0,01 µm-3,5 µm Média - 7 µm

Os gráficos apresentados a seguir ilustram, respectivamente, os componentes químicos encontrados em espécimes representando cada grupo, os elementos em destaque não fazem parte da composição original das resinas utilizadas na pesquisa.

Gráfico 3 - Grupo I – Espectro por energia dispersiva da Resina Tetric Ceram manipulada com luvas contaminadas.

D:\2006\04\MARY\24\_04\_06\TETRC\_8.spc  
Label A: Tetric Contaminado

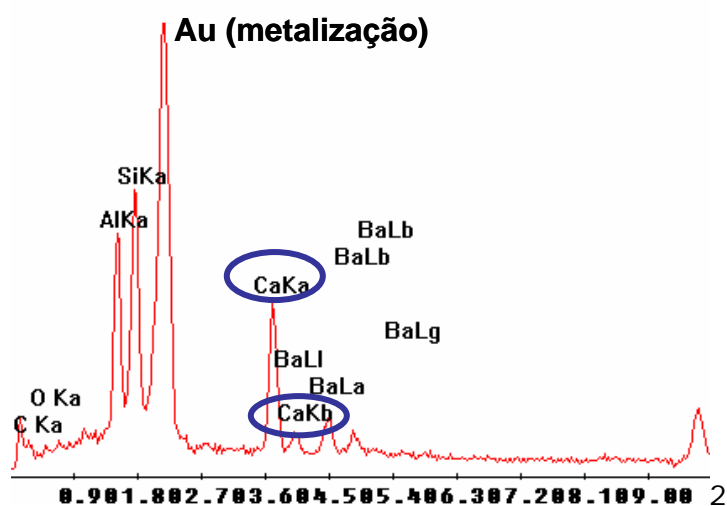


Gráfico 4 - Grupo II - Espectro por energia dispersiva da Resina Tetric Ceram manipulada com luvas contaminadas limpas com álcool.

D:\2006\04\MARY\24\_04\_06\TETRCL\_2.spc  
Label A: Tetric Contaminado e Limpo

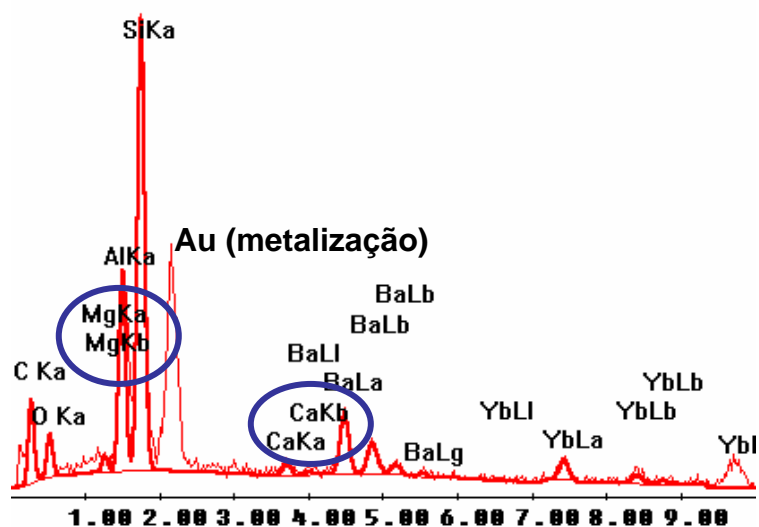
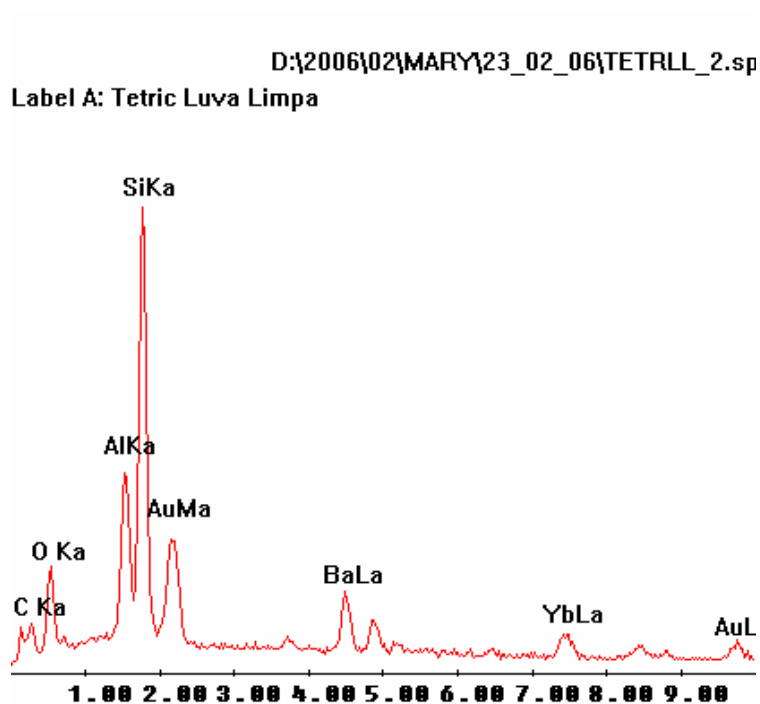


Gráfico 5 - Grupo III - Espectro por energia dispersiva da Resina Tetric Ceram manipulada com luvas limpas.



lada com luvas limpas.

Gráfico 6 - Grupo IV - Espectro por energia dispersiva da Resina Tetric Ceram manipulada com espátula.

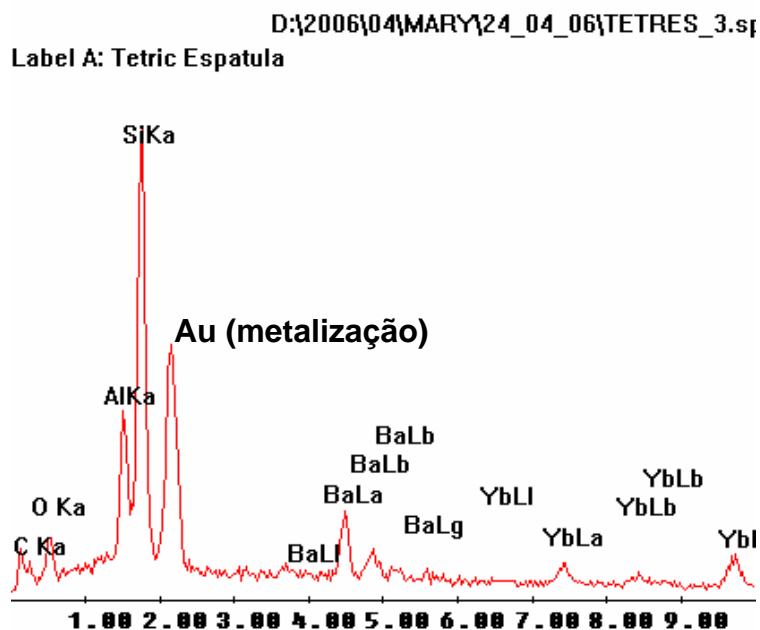


Gráfico 7 - Grupo V - Espectro por energia dispersiva da Resina Filtek Z250 manipulada com luvas contaminadas.

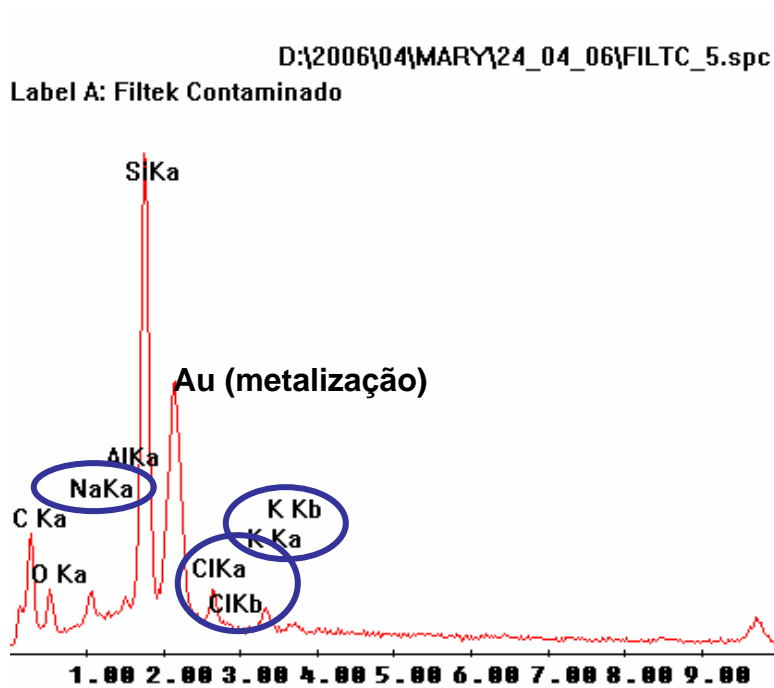


Gráfico 8 - Grupo VI - Espectro por energia dispersiva da Resina Filtek Z250 manipulada com luvas contaminadas limpas com álcool.

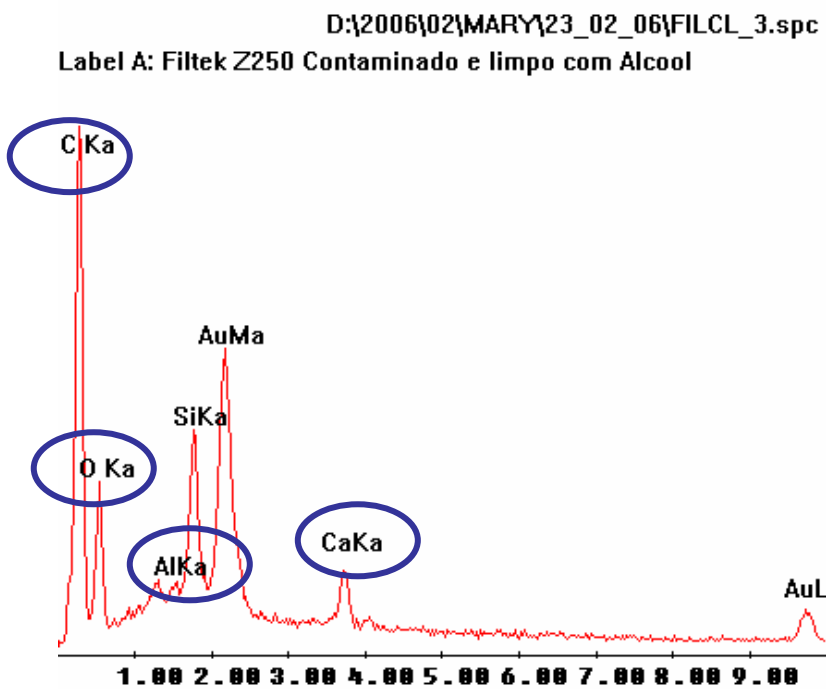


Gráfico 9 - Grupo VI - Espectro por energia dispersiva da Resina Filtek Z250 manipulada com luvas limpas.

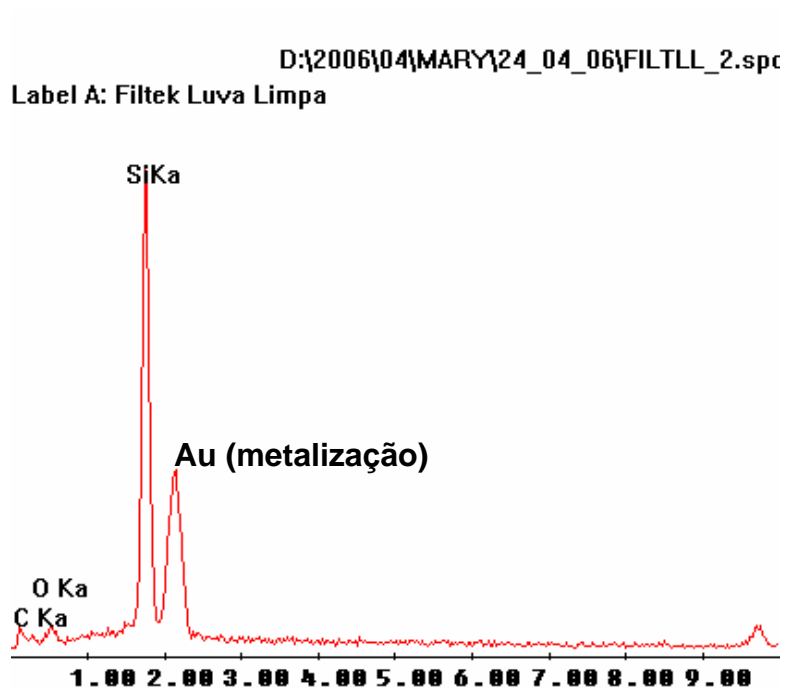
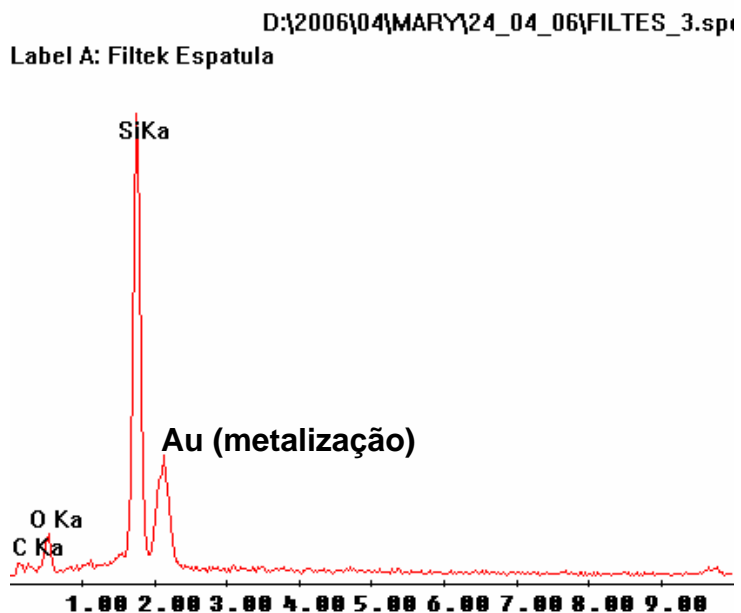


Gráfico 10 - Grupo VIII - Espectro por energia dispersiva da Resina Filtek Z250 manipulada com espátula.



*Discussão*

## 6 DISCUSSÃO

Na literatura odontológica o termo qualidade pode ser considerado sinônimo de excelência técnica, e muitas pesquisas, clínicas e laboratoriais, têm sido realizadas no sentido de mostrar o caminho para se alcançar este objetivo. Essas pesquisas clínicas avaliam a durabilidade da restauração realizada com determinada técnica, enquanto as pesquisas laboratoriais apontam o caminho que pode oferecer maior possibilidade de sucesso clínico. Nesta pesquisa foram utilizados estes laboratoriais com o intuito de tentar esclarecer algumas dúvidas sobre as conseqüências da manipulação digital das resinas compostas fotopolimerizáveis, permitindo, assim, sua aplicação com maior certeza da obtenção de uma melhor qualidade das restaurações.

As resinas compostas foram criadas para apresentar propriedades mecânicas comparáveis aos tecidos dentais. Portanto, ao se fazer uso das resinas, é fundamental pelo menos um conhecimento básico de sua composição de fatores que podem influenciar no seu comportamento. Esses materiais apresentam fundamentalmente três res: matriz polimérica (ligações cruzadas), partículas de carga (um alto volume fracionário) e um agente de ligação que assegura a adesão entre as partículas de carga e matriz.

Considerando-se esse aspecto, pode-se supor que a manipulação das resinas compostas tem um importante papel no seu desempenho. Assim, visto que muitas vezes elas são manipuladas com luvas contaminadas, pode-se



esperar que isso resulte em comprometimento das propriedades mecânicas. Por isso optou-se por testar duas destas propriedades: dureza superficial e resistência à flexão.

Muitos trabalhos já avaliaram a microdureza e a resistência à flexão de diferentes resinas compostas relacionando seu desempenho aos métodos de fotoativação, variação do tempo de exposição, diferentes aparelhos fotopolimerizadores com aplicação de inúmeras variantes (CONSANI et al., 2002; COTRINA et al., 2003; COSTA et al., 2002; CAVALCANTE et al., 2003; POSKUS; PLACIDO; CARDOSO, 2004). Todavia, a variável contaminação, realizada nesta pesquisa, ainda não havia sido testada.

A dureza é definida como a resistência à deformação permanente da superfície de um material submetido a uma penetração, envolvendo tensões complexas. Portanto, considerando-se que os materiais restauradores dentais sofrem constante pressão especialmente durante a mastigação, a microdureza é um fator de relevante importância, pois a resistência ao desgaste é proporcional à dureza do material. (MAIR et al., 1996)

Com respeito à resistência flexural, Anusavice (2005) afirma que uma força de flexão pode produzir três tipos de tensão em uma estrutura: compressão, tração e cisalhamento. Pela capacidade de reproduzir esses três tipos de forças que ocorrem na boca, o teste de resistência à flexão é considerado um dos mais completos para verificar a resistência clínica de materiais frágeis como cerâmicas, amálgamas, compósitos e cimentos. Portanto, consideram-se esses dois testes, microdureza e resistência flexural, apropriados para a avaliação proposta.

A escolha das resinas compostas microhíbridas com diferentes composições, Tetric Ceram e Filtek Z250, se deu porque são indicadas para restauração de dentes posteriores, e é justamente nesta situação que mais freqüentemente se utiliza a manipulação digital com o objetivo de facilitar a escultura.

Ao se definir a escolha dos grupos, procurou-se abranger as maneiras mais usuais de manipulação do material durante o procedimento restaurador. Nos grupos I e V, luvas foram contaminadas durante os procedimentos iniciais como anestesia, remoção do tecido cariado, remoção de restaurações pré-existentes, preparo cavitário, condicionamento ácido etc.

A escolha destes grupos foi feita por julgar que este possa ser um procedimento bastante comum, e que diferentes substâncias tais como: saliva, sangue, dentina, resíduos de restaurações pré-existentes, óleo das canetas de alta e baixa rotação e outros produtos estariam presentes nas luvas e poderiam ser agregados à resina durante a manipulação digital, influenciando suas propriedades mecânicas.

Nos grupos II e VI, as mesmas luvas contaminadas foram limpas com álcool 70% antes de manipular a resina. O objetivo foi verificar a eficiência dessa limpeza e se isso alteraria o tipo e a quantidade das substâncias encontradas nas luvas contaminadas e, conseqüentemente, a dureza e resistência das resinas testadas.


Nos grupos III e VII, antes de manipular-se a resina, as luvas foram trocadas. Isto permitiu verificar se produtos constituintes das luvas poderiam alterar as propriedades de dureza e resistência flexural das resinas.

A manipulação com espátula, seguindo as recomendações dos fabricantes, foi utilizada nos grupos IV e VIII e serviu como controle.


Para tornar o procedimento de obtenção das luvas o mais próximo possível da realidade clínica, após o uso, elas foram acondicionadas em sacos plásticos limpos (utilizados para acondicionar alimento em *freezer*), e estes foram fechados para evitar a perda de umidade, mantendo, assim, as mesmas características de contaminação após o uso.


Para verificar a presença de agentes contaminantes no interior dos espécimes, utilizou-se a análise qualitativa por energia dispersiva na qual elementos com maior quantidade na amostra são identificados com elevada precisão.

A microanálise por energia dispersiva realizada com MEV evidenciou diferenças na composição das duas resinas, manipuladas com luvas novas e manipuladas com espátula e VII, luvas limpas e VIII, manipulação com espátula, quando comparadas às manipuladas com luvas contaminadas e luvas contaminadas limpas com álcool V, luvas contaminadas.

Segundo informações do fabricante, a resina Tetric Ceram apresenta na sua composição, além dos componentes orgânicos, partículas de vidro de bário, trifluoreto de itérbio, vidro de fluorsilicato de alumínio e bário, dióxido de silício altamente disperso e óxidos mistos esferoidais. A microanálise mostrou que, quando manipulada com espátula ou com luvas novas, a composição manteve-se semelhante, evidenciando os elementos  carbono (C), oxigênio (O), bário (Ba), itérbio (Yb), alumínio (Al), silício (Si).


A resina Flitek Z250 é composta de partículas de zircônia e sílica e demais componentes orgânicos, e esta também se manteve inalterada nos grupos em que foi manipulada com espátula ou luvas limpas. As substâncias encontradas na microanálise foram apenas carbono (C), oxigênio (O) e silício (Si).


A mesma análise, feita em espécimes dos grupos I, manipulado com luvas contaminadas e II, manipulado com luvas contaminadas e limpas com álcool, identificou a presença de magnésio (Mg), níquel (Ni), cálcio (Ca), sódio (Na), cloro (Cl) e potássio (K). Componentes que originalmente não faziam parte da composição das resinas utilizadas, mas que estão, por exemplo, presentes na iva em materiais restauradores ou até mesmo no álcool utilizado para a limpeza das luvas.

carbono (C) e oxigênio (O) que se encontram em pequenas quantidades nos grupos manipulados com luvas limpas, manipulados com luvas limpas (LL) e manipulados com espátula, manipulados com espátula (E), aumentaram visivelmente em alguns espécimes dos grupos manipulados com luvas contaminadas, luvas contaminadas (LC), e manipulados com luvas contaminadas e limpas com álcool (LLA). Este aumento na quantidade de carbono em alguns espécimes denota um aumento na quantidade de elementos orgânicos na composição das resinas, provavelmente proveniente da saliva.


Os resultados obtidos no teste de microdureza mostraram diferença estatística significativa entre os grupos I e V, manipulados com luvas contaminadas, (LC), e os grupos II e VI, com luvas contaminadas limpas com

álcool (LLA), quando comparados aos grupos III e VII, com luvas Novas (LN), e IV e VIII, manipulados com espátula, com espátula (E), independentemente das resinas testadas (Gráfico 1 e Tabela 4).

A manipulação da resina composta Filtek Z250 com espátula apresentou uma dureza Knoop média de 100,56 KHN. Resultado  semelhante aos obtidos para a mesma marca comercial, em pesquisas realizadas por Cavalcante et al. (2003) e Poskus et al. (2004), quando fotopolimerizadas de forma adequada. Porém mais elevado que os obtidos por Aguiar et al. (2005), possivelmente, devido à diferença no tempo de polimerização que ocorreu entre as duas pesquisas.

A resina Tetric Ceram, quando manipulada com espátula, apresentou valor médio de microdureza de 70,52 KHN. Próximo aos valores obtidos por Costa et al. (2002),  uma pesquisa em que o grupo controle foi fotopolimerizado com luz halógena por um período de sessenta segundos.

De acordo com Chung, (1990), existe uma grande correlação entre a fração de partículas de carga de uma resina e a sua dureza Knoop isto pode explicar as diferenças de valores obtidos entre as duas marcas comerciais de resina compostas.

 É interessante destacar o significativo decréscimo da dureza quando ambas as resinas foram manipuladas com luvas contaminadas. Tal alteração provavelmente ocorreu devido a alterações na composição dos materiais por agregação de produtos alheios à sua constituição.

A adição de subprodutos contaminantes, sem o devido tratamento de superfície com o agente de união silano, pode levar a uma redução da dureza

do material por não estarem devidamente incorporados à matriz resinosa. Sabe-se que o agente de cobertura ou agente de união silano, pertencente ao grupo organo-silano, é o material responsável pela união das partículas de carga à matriz resinosa. São considerados agentes de ligação anfóteros ou bifuncionais, ou seja, têm a capacidade de unir duas moléculas diferentes. Por meio de suas duas extremidades, a molécula de silano pode reagir com diferentes superfícies, uma inorgânica e outra orgânica (Albers). Nos procedimentos de manipulação digital das resinas, com conseqüente adição de subprodutos, torna-se impossível a ativação do De acordo com McCabe; Wassell (1999) a dureza dos compósitos cujas partículas de carga estão devidamente tratadas com silano é significativamente maior do que a de um compósito equivalente sem o tratamento com silano. Portanto, partículas englobadas no interior da massa de resina, mesmo que de origem inorgânica, o que poderia gerar certa dureza, não apresentam união não apresentam a química.

Vale também ressaltar que houve diferença estatística significativa entre os grupos (II e VI), luvas limpas com álcool (LLA), luvas limpas com álcool, e os grupos (III e VII), manipulados com luvas limpas luvas limpas (LL),, e (IV e VIII), os manipulados com espátula manipulados com espátula (E). Esse fato evidencia que a tentativa de eliminar os agentes contaminantes da luva friccionando-as com álcool 70% não é um procedimento eficiente, o que é confirmado pela ausência de diferença significativa entre os grupos (I e V), manipulados com luvas contaminadas, manipulados com luvas contaminadas (LC), e (II e VI) os manipulados com

luvas contaminadas e limpas com álcool, manipulados com luvas limpas com álcool (LLA) (Gráfico 1 e tabela 4).

Seguindo-se essa linha de raciocínio, pode-se sugerir que os agentes contaminantes que aderiram às luvas durante os procedimentos prévios à manipulação das resinas, citados anteriormente, foram os que efetivamente causaram alterações no comportamento dos materiais e não propriamente a manipulação feita de forma digital ou com espátula. Isso se evidencia pela ausência de diferença estatística entre estes grupos. Muito embora durante a manipulação possa ocorrer a inclusão de bolhas de ar que poderiam também influenciar na resistência e dureza das resinas compostas. Muito embora durante a manipulação possa ocorrer a inclusão de bolhas que poderiam também influenciar na resistência da resina aos referidos testes.

Os resultados do teste de resistência à flexão coincidiram, de maneira geral, com os resultados do teste de microdureza. Esse fato confirmou o efeito danoso da contaminação na resistência flexural das restaurações adesivas diretas.

Houve diferença estatisticamente significativa, entre os grupos em que a resina foi manipulada digitalmente com luvas contaminadas (LC), comparados aos grupos manipulados com luvas novas (LN), e manipulados com espátula (E), independentemente das resinas testadas (Gráfico 2 e Tabela 8).

Essa diferença repetiu-se nas comparações dos grupos em que a resina foi manipulada com luva contaminada e limpa com álcool (LLA), com os

grupos, manipulados com luvas novas (LN), e manipulados com espátula (E), para ambas as resinas.

Quando manipulada com espátula e luvas limpas, a resina Filtek Z250 mostrou resultados semelhantes aos encontrados por Walker et al. (2005), que, no teste de resistência flexural, para a mesma resina polimerizada com luz halógena, obtiveram uma média de 120 MPa. Os resultados para esta resina foram também semelhantes aos obtidos por Palin et al. (2003), que a polimerizaram com luz halógena por 20 segundos seguindo as instruções do fabricante.

Comparando-se as médias deste trabalho às obtidas por Lohbauer et al. (2003), que testaram a resistência flexural com fadiga e obtiveram um valor inicial de 105, 16 MPa para a Filtek Z250, os resultados mostraram-se mais elevados. Provavelmente essa diferença ocorreu porque esses autores utilizaram um tempo de polimerização menor, 20 segundos, e em um só ponto. Já nesta pesquisa, para o teste de resistência a flexão, os espécimes foram polimerizados por 40 segundos em cada extremo e 40 segundos no centro do espécime, sendo o procedimento repetido no lado contrário do mesmo.

Quanto à resina Tetric Ceram, manipulada com espátula e luvas limpas, os resultados foram semelhantes aos obtidos por Adabo et al. (2003)



O tamanho e a forma das partículas podem influenciar na resistência flexural das resinas compostas, o que traz como conseqüências alterações na resistência a fratura do material (KIM; ONG, OKUNO, 2002). Portanto, as partículas originárias da contaminação, com diferentes tamanhos e formas,



que se agregaram à massa de material nas condições de contaminação devem ser responsáveis por estas alterações.


Para Wilson; Zhang; Antonucci (2005), a silanização das partículas de carga por meio de ligações covalentes entre si e a matriz polimérica é de grande importância para manter a resistência do material. Verificaram através do teste de resistência flexural, realizado com compósitos nanoparticulados, com utilização da silanização, que o grupo com silanização mostrou maiores valores de resistência flexural quando comparado ao grupo não silanizado.

Outra preocupação com a contaminação do material é a possibilidade de um aumento na sorção de água que pode acontecer posteriormente, no meio oral. Wilson; Zhang; Antonucci (2005) mostraram que a silanização das partículas tem o potencial de alterar as propriedades interfaciais dos compósitos, reduzindo a sorção de água. Beatty et al. (1998) perceberam uma maior estabilidade na sorção de líquido após três a seis meses de armazenagem de materiais compostos por partículas tratadas com agentes derivados do silano, o que vem a comprovar tal preocupação.

Outros trabalhos, embora com diferentes metodologias,  aliaram a influência dos contaminantes sobre o desempenho das restaurações adesivas. Eiriksson et al. (2004a) mostraram a diminuição da resistência adesiva na interface resina/resina quando ocorreu a contaminação com saliva e Townsed; Dunn (2004) mostraram o efeito nocivo da contaminação com saliva na redução da resistência  esiva em esmalte e dentina.

Dietrich; Kramer; Roulet (2002) mostraram a presença de espaços marginais significativamente maiores em restaurações adesivas contaminadas

por sangue fresco. Eiriksson et al. (2004) mostraram ainda que também o sangue na interface adesiva entre resinas tem efeito negativo sobre a adesão.

Uma das prováveis causas de falhas das restaurações adesivas diretas em dentes posteriores, apontadas por Sarret (2005), foi a manipulação das resinas compostas m o objetivo de dar forma e escultura. Essas observações de Sarret fundamentam a preocupação com a contaminação do material restaurador.

As pesquisas até aqui citadas reafirmaram a constante preocupação de produzir-se melhoras nas propriedades das resinas compostas, pois a hostilidade do meio oral, devido às altas forças mastigatórias, às mudanças térmicas e de pH, afeta as propriedades químicas, físicas e mecânicas dos materiais restauradores. Isso pode refletir-se no desempenho clínico das restaurações, especialmente nos dentes posteriores.

Com base neste estudo pode-se sugerir que a manipulação das resinas compostas com luvas contaminadas e luvas contaminadas e limpas com álcool diminui a dureza e a resistência à flexão destes materiais e, provavelmente, afetam outras propriedades como a resistência ao desgaste, sorção de água e resistência à fratura. Portanto, quando considerar-se necessária a manipulação de resinas compostas para o desenvolver de determinadas técnicas restauradoras sugere-se a troca das luvas contaminadas por luvas novas previamente ao procedimento restaurador.



# *Conclusão*

## **7 CONCLUSÃO**

De acordo com a proposição e respeitando as limitações que se impõem a um trabalho como este, pode-se concluir que:

A) A manipulação das resinas Filtek Z250 e Tetric Ceram com luvas contaminadas alterou significativamente a microdureza superficial e a resistência à flexão, mesmo quando limpas com álcool.

B) A manipulação das resinas Filtek Z250 e Tetric Ceram com espátula ou manipulação digital com luvas novas não alterou a sua microdureza superficial e a resistência flexural;

C) A microdureza superficial e resistência à flexão das resinas manipuladas com luvas contaminadas e luvas contaminadas limpas com álcool foram semelhantes;

D) A análise por meio da microsonda do microscópio eletrônico de varredura permitiu a identificação dos seguintes agentes contaminantes: Magnésio, (Mg), Níquel (Ni), Cálcio (Ca), Sódio (Na), Cloro (Cl), Potássio (K); que originalmente não faziam parte da composição das resinas utilizadas na pesquisa, provavelmente provenientes da saliva e dos materiais restauradores removidos.

# *Referências Bibliográficas*

## **Referências Bibliográficas:**

ADABO, G.L. et al. A volumetric fraction of inorganic particles and the flexural strength of composites for posterior teeth. **J. Dent.**, Guildford, v.31, n.5, p.353-359, July, 2003.

ANUSAVICE, K. J.; Phillips R. W. **Phillips' Science of Dental Materials.**, London: Philadelphia, 2003.

AGUIAR, F. H. B. et al. Effect of curing tip distance and resin shade on microhardness of a hybrid resin composite. **Braz. Oral Res.**, São Paulo, v.19, n.4, p. 302-306, oct./dec., 2005a.

AGUIAR, F. H. B. et al. Hardness and diametral tensile strenght of a hybrid composite resin polimerized with different modes and immersed in ethanol or distilled water media. **Dent. Mater.**, Washington, v.21, n.12, p.1098-1103, Dec, 2005b.

ALBERS, H. F. Esthetic treatment planning and pertinent information on cosmetic, adhesives and restorative dentistry. **Adept Report**, v.3, p.45-52, Fall 1992.

BARATIERI, L. N. et al. **Odontologia Restauradora - Fundamentos e Possibilidades**. São Paulo: Santos, 2001.

BARATIERI, L.N. et al. **Caderno de Dentística: Restaurações Adesivas Diretas com Resina Composta em Dentes Anteriores**. São Paulo: Santos, 2002.

BEATY, M.W. et al. Effect of microfiller fraction and silane treatment on resincomposite properties. **J. Biomed. Mater. Res.**, v.40, n. 1, p.12-23, Dec., 1998.

BRAEM, M. et al. Mechanical properties and filler fraction of dental composites. **Dent. Mater.**, Washington, v.5, n.5, p. 346-349, Sept.,1989.

BURKE, F.J.T. et al. Restoration longevity and analysis of reasons for the placement of restorations provided by vocational dental practitioners and their trainers in the United Kingdon. **Quintessence Int.**, Berlim, v.30, n.4, p. 234-242, Apr., 1999.

BUSATO, A. L. S.; GONZALEZ, P. A.; MACEDO, R. P. Restaurações Diretas em Resinas Compostas para Dentes Posteriores in: **Atualização na Clínica Odontológica**, v.2, c.1, p.3-27. São Paulo: Artes médicas, 2000.

CAVALCANTE, L. M. A. et al. Influence of polimerization techique on microleakage and microhardness of resin composite restorations. **Oper. Dent.**, Seatle, v.28, n.2, p.200-206, Mar./ Apr., 2003.

CONSANI, S. et al. Efeito dos métodos de fotoativação e de inserção sobre a dureza de resinas compostas. **Pesqui. Odontol. Brás.**, São Paulo, v.16, n.4, p.355-360, dez., 2002.

COTRINA, L. A. D. et al. Efeito de diferentes sistemas de fotopolimerização na microdureza de uma resina composta Bleach Shade. **JBD- Revista Líbero-Americana de Odontologia Estética & Dentística**, v.2, n.8, p. 348-357, 2003.

COSTA, L.H. et al. Avaliação da dureza superficial das resinas compostas: Efeito da complementação da fotopolimerização por diferentes métodos. **Revista de Ciências Odontológicas**, v.5, n.5, p.67-71, 2002.

CHUNG K.H. The relationship between composition and properties of posterior resin composites. **J. Dent. Res.**, Washington, v.69, n.3, p.852-856, Mar. 1990.

DEBENATH, S. et al. Interface effects on mechanical properties of particle-reinforced composites. **Dent. Mater.**, Washington, v.20, n.7, p.677-686, Sept., 2004.

DIETRICH, T.; KRAEMER, M. L. J; ROULET, J. Blood contamination and dentin bonding – effect of anticoagulation in laboratory studies. **Dent. Mater.**, Washington, v.2, n.18, p.159-162, Mar. 2002.

DELIGEORGI, V.; MJÖR I. A.; WILSON, N. H. H. F. An overview of and replacement reasons for the restorations placement. **Primary Dental Care**, v.8, n.1, p.5-11, Jan., 2001.

EIRIKSSON, S. O. et al. Effects of saliva contamination on resin-resin bond strength. **Dent. Mater.**, Washington, v.20, n.1, p.37-44, Jan., 2004a.

EIRIKSSON, S. O. et al. Effects of blood contamination on resin-resin bond strength. **Dent Mater**, Washington, v.20, n.2; p.184-190, Feb. 2004b.

FERRACANE, J. L. Current trends in dental composites. **Crit. Rev. Oral Biol. Med.**, v.6, n.4, p.302-318, Jan., 1995.

HIRABAYASHI, S.; HOOD, J. A.; HIRASAWA, T. The extent of polymerization of class II light-cured composite resin restorations: Effects of incremental placement technique, exposure time and heating for resin inlays. **Dent Mater**, Washington, v.12, n.2, p.159-170, Dec., 1993.

HIRAIISHI, N. et al. Effect of artificial saliva contamination on pH value change and dentin bond strength. **Dent Mater**, Washington, v. 19, n.5, p.429-434, July, 2003.

IKEJIMA, I.; NOMOTO, R.; MCCABE, J.F. Shear punch strength and flexural strength of model composites with varying filler volume fraction, particle size and sinalation. **Dent. Mater**, Washington, v.19, n.3, p. 206-211, May, 2003.

ISO - International Organization for standardiz. Dentistry polimer – based filling restora (ISO 4049), Third edition, Switzerland, Aug., 2000.

KIM, K.; ONG, J. L.; OKUNO, O. The effect of filler loading and morphology on the mechanical properties of contemporary composites. **J. Prosthet. Dent.**, St Louis, v.87, n.6, p. 642-649, June, 2002.



LOHBAUER, U. A. Flexural fatigue behavior of resin composite dental restoratives. **Dent. Mater.**, Washington, v.19, n.5, p.435-440, July, 2003.

MCCABE, J.F.; WASSELL, R. W. Hardness of model dental composites – the effect of filler volume fraction and silanation. **J. Mat. Sci: Materials in Medicine.** , v.10, n.5, p. 291-294, may, 1999.

MAIR, L. H. et al. Wear: Mechanisms, manifestations and measurement. Report of a workshop. **J. Dent.**, Guilford, v.24, n.1-2, p.141-148, Jan., 1996.

MALISKA, A.N. **Microscopia Eletrônica de Varredura.** Florianópolis: UFSC, 2004. Apostila.

OBICI, A. C. Evaluation of mechanical properties of Z250 composite resin light-cured by different methods. **J. Appl. Oral Sci.**, Bauru, v.13, n.4, p. 555-563, Oct./Dec., 2005.

PALIN, W.M. et al. Monomer conversion versus flexure strength of a novel dental composite. **J Dent.**, Guildfort, v.31, n.5, p. 341-351, july, 2003.

PEREIRA, S. G. et al. Evaluation of two BIS-GMA analogues as potential monomer diluents to improve the mechanical properties of light-cured composite resins. **Dent. Mater.**, Washington, v. 21, n.9, p.823-830, Sep., 2005.

POSKUS, L. T.; PLACIDO, E.; CARDOSO, P. E. C. Influence of placement techniques on Vickers and Knoop hardness of class II composite resin restorations. **Dent. Mater.**, Washington, v.20, n.8, p.726-732, Oct., 2004.

SAAD, J. R. B. et al. Avaliação da microdureza de compostos à base de resina em função da cor e da profundidade. **J. Brás. Clín. Odontol. Int.**, Curitiba, v.8, n.47, p. 415-418, Oct./Dez., 2004.

SANTOS, L. A. et al. Microdureza de resinas compostas: efeito de aparelhos e tempos de polimerização em diferentes profundidades. **Pesqui. Odontol. Bras.**, São Paulo, v.14, n.1, jan/mar., 2000.

SARRET, D. C. Clinical challenges and the relevance of materials testing for posterior composite restorations. **Dent. Mater.**, Washington, v.21, n.1 ,p. 9-20, Jan., 2005.

SIMISSION, D. C.; DIEFENDERFER, K. E.; STROTHER, J. M. Effects of five Thermal Stressing Regimens on the Flexural and Bond Strengths of a Hybrid Resin Composite. **Oper. Dent.**, Seattle, v.30, n.3, p. 297-303, May/June, 2005.

SOUZA, S. M. Influência do método de pós-polimerização sobre propriedades mecânicas de restaurações indiretas de resina composta. **Dissertação de Mestrado**, Programa de Pós-graduação em Odontologia UFSC, 2003.

TOWNSEND, R.D.; DUNN, W. J. The effect of saliva contamination on enamel and dentin using a self-etching adhesive. **J Am Dent Assoc**, v.135, n.7, p. 895-901, july, 2004.

TSAI, P. C. L.; MEYERS, I. A.; WALSH, L. J. Depth of cure and surface microhardness of composite resin cured with blue LED curing lights. **Dent. Mater.**, Washington, v. 20, n. 4, p. 364-369, May, 2004.

WALKER, M.P. et al. Influence of environmental conditions on dental composite flexural properties. **Dent. Mater.**, Washington,

WILSON, K.S.; ZHANG, K.; ANTONUCCI, J.M. Systematic variation of interfacial phase reactivity in dental nanocomposites. **Biomaterials**, v.26, n.25, p.5095-5103, Sep., 2005.

WITZEL, M. F. et al. Influence of photoactivation method on conversion, mechanical properties, degradadation in ethanol and contraction stress of resin-based materials. **J Dent**, Guildfort, v.33, n.9, p.773-779, Oct., 2005.

XIE, J.; POWERS, J.M.; MCGUCKIN, R.S. In vitro bond strength of two adhesive to enamel and dentin under normal and contaminated conditons. **Dent Mater**, Washington, v.9, n.5, p.295-299, sep., 1993.

YERN, A. J. Factors affecting cure of visible light activated composites. **Int Dent J**, v.35, n.3, p. 218-225, sep., 1985.

*Anexos*

## **ANEXOS**

**ANEXO 1** – Tabelas com os resultados do teste de microdureza Knoop das resinas Filtek Z250 e Tetric Ceram.

Tabela 1 – Resultado do teste de microdureza (Knoop), de cada corpo de prova (CP), da resina Filtek Z250 manipulada com luva contaminada.

1°C.P.	2°C.P.	3°C.P.	4°C.P.	5°C.P.	6°C.P.	7°C.P.	8°C.P.	9°C.P.	10°C.P.
66,4	68,8	70,1	74,1	80,9	86,9	80,5	57,9	61,0	78,0
91,8	90,1	56,5	81,8	82,7	85,9	74,8	55,7	56,1	79,7
82,1	77,7	80,1	83,1	81,4	81,8	66,4	59,0	56,9	87,8
56,1	89,8	54,9	50,0	79,2	86,2	69,7	54,8	58,7	87,0
78,8	83,2	69,1	77,6	64,8	77,9	71,9	73,7	45,8	90,4
47,9	72,8	69,9	74,5	75,2	80,8	46,7	69,9	48,8	80,9
70,9	82,0	59,9	88,1	90,3	81,9	71,1	60,3	49,0	82,7
83,4	79,8	85,4	87,8	93,5	87,0	63,9	72,7	60,9	89,1
48,9	80,3	80,1	76,8	90,8	89,0	89,8	92,0	47,9	74,1
49,9	70,9	79,2	81,4	80,8	87,1	89,8	82,9	60,0	89,3
76,1	82,5	78,0	88,8	84,2	86,5	85,9	85,1	61,1	81,8
73,5	79,2	81,8	87,3	81,3	74,8	74,1	84,9	59,8	82,5
70,6	84,3	83,8	74,1	72,1	79,9	85,9	85,9	58,5	94,5
79,1	76,5	82,0	88,2	78,2	80,2	68,4	71,7	59,6	86,8
85,2	81,7	74,5	84,5	74,5	69,5	80,1	76,0	59,4	72,3
74,4	83,7	70,5	66,7	87,9	71,8	74,5	76,43	60,9	70,5

Tabela 2 – Resultado do teste de microdureza (Knoop), de cada corpo de prova (CP), da resina Filtek Z250 manipulada com espátula.

1°C.P.	2°C.P.	3°C.P.	4°C.P.	5°C.P.	6°C.P.	7°C.P.	8°C.P.	9°C.P.	10°C.P.
99,2	93,0	108	105,7	99,9	104,3	91,8	99,6	99,4	102,3
103	94,3	104,9	104,1	101,2	99,4	104,0	100,6	98,6	99,6
106,4	98,9	109,9	103,6	97,6	99,8	103	99,5	102,9	98,3
110,1	99,3	99,4	109,4	94,8	92,4	104,5	102,6	100,5	103,7
105,3	106,5	99,2	99,5	95,2	100,4	105	93,5	102,4	105,2
113,1	102,8	106	96,5	108,6	109,9	95,6	97,8	104,1	100,9
95,7	93,9	108,9	98,8	99,9	110,1	92,9	91,9	98,4	98,7
98,7	99,4	101,8	94,5	98,1	95,9	106,4	91,4	94,5	95,4
104,2	103,3	98,8	105,4	98,9	97,5	108,2	97,9	99,4	104,3
99,5	101,4	96,9	98,3	96,7	100,2	105,6	96,4	107,8	97,1
98,6	99,8	96,7	97,9	89,4	104,8	101,8	92,4	96,7	103,2
96,9	98,7	104,5	99,3	98,0	98,7	98,5	95,6	92,3	98,5
101,6	108	100,5	102,7	102	89,3	88,7	104,3	97,0	107,3
106,2	104	99,8	108	101	99,4	99,9	102,3	98,5	105,9
96,2	107,1	108,4	106,1	104	104,2	97,9	107,6	96,5	95,4
101,2	95,2	96,1	97,0	99,0	106,2	102,3	104,5	99,3	95,1

Tabela 3 – Resultado do teste de microdureza (Knoop), de cada corpo de prova (CP), da resina Filtek Z250 manipulada com luvas limpas.

1°C.P.	2°C.P.	3°C.P.	4°C.P.	5°C.P.	6°C.P.	7°C.P.	8°C.P.	9°C.P.	10°C.P.
112,5	97,9	106	97,3	107,7	95,2	99,9	104	96,8	90,8
107,2	95,6	108	104,1	109,1	97,5	103,2	101,9	92,4	92,9

104,6	101,2	103	99,6	108,6	97,1	105,1	99,0	94,8	94,8
85,9	108,4	98,8	98,9	88,3	109,1	94,2	105	107	92,3
106	105,7	110	105,1	95,4	107,9	98,2	107,1	101	98,4
95,1	107,1	106,1	96,2	96,1	105,7	98,8	102,3	108	85,6
90,8	105,3	93,1	110,1	107,1	104,7	98,7	97,4	106	96,9
104	97,3	92,9	96,9	103,8	102,8	101,4	92,8	102,1	104,3
109,8	103	93,8	105,9	100,4	104,3	97,9	95,1	99,7	106,1
95,6	102,4	93,3	106,3	94,8	105,2	98,9	103,9	97,4	103,7
93,5	110	88,4	101,2	107,6	96,0	99,4	100,1	95,8	99,1
105,3	114	87,6	105,1	95,3	96,3	109,7	99,8	87,1	92,9
97,0	98,6	98,9	107,6	98,8	99,8	99,7	93,2	90,8	98,6
92,4	103,4	96,8	95,7	90,1	93,5	100,6	102,6	93,6	95,1
95,6	99,8	95,9	103,2	95,1	95,6	102,1	96,4	96,3	107,1
99,1	106,2	104,1	105,8	99,2	103,1	98,5	100,8	107,1	106,1

Tabela 4 – Resultado do teste de microdureza (Knoop), de cada corpo de prova (CP), da resina Filtek Z250 manipulada com luvas contaminadas e limpas c/ álcool.

1°C.P.	2°C.P.	3°C.P.	4°C.P.	5°C.P.	6°C.P.	7°C.P.	8°C.P.	9°C.P.	10°C.P.
88,3	76,0	76,9	96,0	83,7	79,8	77,4	67,9	82,7	83,7
97,0	64,2	75,9	86,4	74,5	84,2	80,7	78,3	80,9	81,1
100,0	84,5	95,1	85,4	79,5	86,9	81,8	79,8	62,9	83,4
98,0	88,3	91,0	87	78,5	82,3	90,3	92,2	81,5	72,2
82,3	83,1	82,2	86,4	86,9	91,4	99,5	95,3	85,4	77,6
90,8	87,3	88,8	79,2	74,1	92,4	76,1	79,4	86,1	80,3
79,0	88,3	80,9	85,8	79,9	85,4	89,0	79,2	81,9	88,8
74,1	81,8	71,6	65,4	81,3	83,6	90,0	85,2	82,1	90,8
90,0	80,5	88,0	71,4	91,6	82,3	90,8	98,3	77,8	62,6
84,5	96,3	83,3	90,8	79,8	84,5	83,1	91,8	78,3	64,1
67,4	87,3	81,5	99,0	82,3	85,0	81,6	84,3	78,2	66,4
80,5	81,0	79,7	94,1	70,4	96,0	84,5	74,8	82,7	94,0
91,6	92,4	100	79,7	74,0	76,4	77,8	87,3	92,4	87,8
74,0	77,6	79,2	87,3	65,0	81,8	93,1	82,3	77,3	91,9
78,3	97,0	95,0	76,4	78,8	85,0	86,2	77,2	90,3	70,3
84,0	91,0	71,5	87,0	85,9	90,9	96,1	60,9	86,4	98,3

Tabela 5 – Resultado do teste de microdureza (Knoop), de cada corpo de prova (CP), da resina Tetric Ceram manipulada com luvas contaminadas.

1°C.P.	2°C.P.	3°C.P.	4°C.P.	5°C.P.	6°C.P.	7°C.P.	8°C.P.	9°C.P.	10°C.P.
59,9	56,6	60,1	61,1	69,9	59,7	59,8	55,3	60,5	57,2
57,7	61,1	62,6	64,9	65,8	59,5	59,2	58,2	57,0	55,4

55,6	61,6	60,3	58,8	66,7	60,4	54,1	60,5	51,3	56,9
53,8	60,5	52,8	60,2	53,6	55,7	56,4	57,2	61,3	60,3
58,5	60,4	53,9	62,9	54,0	58,0	58,3	60,8	54,7	60,3
55,7	56,2	50,4	61,8	59,3	60,3	57,9	60,3	59,2	61,2
66,7	58,1	59,6	55,7	59,6	61,1	50,1	57,1	58,8	60,1
63,9	55,6	61,8	60,4	58,7	60,2	59,3	56,2	58,0	62,0
55,2	60,1	63,0	53,8	61,3	56,8	61,9	55,2	58,3	62,6
61,6	61,2	61,0	66,5	60,5	54,5	55,5	55,2	53,6	60,1
58,5	57,3	56,1	61,6	61,2	52,4	57,7	58,3	59,5	62,0
61,6	59,4	63,1	64,2	57,8	50,5	57,3	55,2	60,8	59,7
52,4	57,5	53,1	48,7	57,7	53,7	56,2	53,3	65,8	57,4
61,8	61,3	56,1	56,9	57,6	58,5	60,9	54,7	62,7	58,5
54,6	60,7	59,5	60,4	59,4	58,0	59,5	58,0	57,2	56,0
60,4	59,0	56,3	59,0	59,9	59,9	57,8	53,6	51,1	58,4

Tabela 6 – Resultado do teste de microdureza (Knoop), de cada corpo de prova (CP), da resina Tetric Ceram manipulada com espátula.

1°C.P.	2°C.P.	3°C.P.	4°C.P.	5°C.P.	6°C.P.	7°C.P.	8°C.P.	9°C.P.	10°C.P.
66,8	65,7	69,1	70,6	71,3	69,8	70,8	77,4	72,3	68,5
67,9	66,8	68,7	69,7	71,4	67,5	66,9	79,2	70,1	71,6
76,5	65,6	76,5	69,5	67,9	76,9	72,6	70,1	68,7	76,8
72,1	66,6	77,5	70,8	66,8	76,7	67,8	70,6	67,6	69,8
75,8	67,5	69,7	68,1	67,3	78,9	78,1	72,2	71,9	69,0
69,1	67,9	75,7	68,0	69,2	69,6	67,9	78,1	68,4	70,8
67,1	65,6	75,4	66,9	77,3	71,5	65,6	70,8	71,9	71,2
66,7	70,8	71,8	67,9	78,6	75,7	66,6	71,6	68,7	69,6
71,0	73,0	71,9	65,9	69,3	78,0	67,5	68,9	70,8	69,4
69,8	69,9	68,9	67,1	70,4	67,1	68,3	69,9	68,1	67,8
68,8	74,2	67,8	68,1	68,7	70,4	68,9	70,6	68,4	66,2
69,7	69,4	66,7	71,5	69,5	71,5	69,6	71,0	69,4	72,2
70,8	67,1	71,5	69,9	68,8	70,9	69,6	70,8	70,6	72,5
69,9	68,0	70,8	77,8	71,3	69,1	69,7	69,7	68,8	71,7
73,9	69,9	69,5	76,7	70,8	67,3	70,8	67,9	69,9	69,9
69,8	68,6	70,9	77,4	69,9	72,1	69,7	70,5	71,9	68,7

Tabela 7 – Resultado do teste de microdureza (Knoop), de cada corpo de prova (CP), da resina Tetric Ceram manipulada com luvas limpas.

1°C.P.	2°C.P.	3°C.P.	4°C.P.	5°C.P.	6°C.P.	7°C.P.	8°C.P.	9°C.P.	10°C.P.
72,1	70,5	72,4	68,6	72,3	71,8	69,5	70,9	71,7	67,2

76,6	68,7	70,6	65,8	73,6	72,6	66,6	72,1	73,5	64,8
72,0	64,8	71,7	66,5	68,0	70,1	67,8	69,9	72,6	65,7
68,7	70,9	68,3	66,5	68,8	76,4	69,7	69,0	74,1	71,6
67,9	75,1	68,6	67,4	68,6	69,7	70,5	67,1	69,9	66,5
69,1	67,7	67,6	67,1	67,1	69,7	70,8	66,8	65,8	63,0
66,7	76,3	69,5	68,6	69,4	66,2	68,6	73,9	65,4	68,9
67,7	73,1	74,5	72,6	64,5	67,8	69,9	66,2	64,6	79,7
67,5	67,9	65,7	65,1	68,4	67,3	70,1	67,3	74,3	70,1
70,3	69,7	67,5	72,2	69,6	75,5	73,4	65,8	64,9	69,7
77,7	76,4	69,1	69,1	68,9	78,7	72,1	66,3	68,2	64,4
78,7	76,9	68,6	68,7	69,8	69,8	67,7	67,3	65,9	68,5
68,7	77,1	65,9	70,4	69,6	65,6	68,9	68,7	67,5	67,1
69,2	69,9	67,4	68,9	73,6	67,9	75,0	69,7	64,5	62,4
68,7	68,4	61,6	68,7	79,9	71,3	70,6	69,3	70,7	68,3
66,7	66,2	69,7	87,9	75,8	66,1	67,3	67,9	66,4	70,5

Tabela 8 – Resultado do teste de microdureza (Knoop), de cada corpo de prova (CP), da resina Tetric Ceram manipulada com luvas contaminadas e limpas com álcool.

1°C.P.	2°C.P.	3°C.P.	4°C.P.	5°C.P.	6°C.P.	7°C.P.	8°C.P.	9°C.P.	10°C.P.
55,7	54,0	57,0	57,6	60,7	59,9	54,8	51,6	57,6	55,3
54,7	57,2	54,0	52,2	59,1	52,8	57,8	55,7	60,7	58,5
59,8	58,5	51,3	55,7	50,4	58,8	60,6	62,7	60,5	55,7
55,7	59,1	55,5	57,5	56,5	64,8	59,4	58,8	61,1	56,5
55,5	56,7	53,8	52,1	58,5	58,0	52,3	56,0	57,0	57,4
60,2	58,5	51,3	59,9	56,2	56,2	60,6	57,0	59,7	56,6
60,5	53,5	50,0	59,7	55,2	61,6	61,6	56,2	59,3	57,6
55,6	52,0	56,2	60,2	59,1	61,3	57,4	58,3	59,5	50,0
50,0	53,6	55,2	57,2	58,0	58,3	58,4	54,7	55,5	50,7
49,6	55,7	53,3	63,0	60,3	64,4	60,1	57,0	49,9	52,9
50,0	58,8	55,7	49,9	58,5	63,8	60,2	55,6	52,6	51,5
56,7	59,1	51,1	54,5	60,1	63,3	52,2	52,9	56,0	58,8
54,7	52,8	47,8	58,4	55,7	60,2	54,0	54,6	55,7	55,4
56,5	56,2	54,0	56,2	50,9	60,3	57,1	55,3	55,8	54,7
59,1	58,3	55,6	61,3	61,2	57,5	53,4	60,1	58,5	49,0
52,9	60,4	57,0	55,7	56,1	57,7	60,6	55,3	61,3	50,5

**ANEXO 2** – Tabelas com os resultados do teste de resistência flexural das resinas Filtek Z250 e Tetric Ceram apresentados em Knoop.

Tabela 1 – Resultado do teste de resistência flexural (MPa) da resina Filtek Z250 manipulada com luvas contaminadas (LC), espátula (E), luvas limpas (LL) e luvas contaminadas e limpas com álcool (LCLA).

LC	E	LL	LCLA
138,375	145,125	153,75	144,375
106,125	111,00	138,00	75,00
124,125	117,375	137,625	120,00
121,875	112,875	166,50	135,00
96,00	137,625	153,375	123,75
100,50	129,375	113,25	102,75
114,00	152,25	109,875	106,875
111,375	145,50	113,625	112,50
111,750	120,00	124,875	73,875
75,00	146,625	174,375	104,25

Tabela 2 – Resultado do teste de resistência flexural (MPa) da resina Tetric Ceram manipulada com luvas contaminadas (LC), espátula (E), luvas limpas (LL) e luvas contaminadas e limpas com álcool (LCLA).

LC	E	LL	LCLA
123,0	117,375	121,875	78,875
92,25	111,0	127,5	76,5
129,0	105,75	114,375	104,25
83,25	96,625	121,875	106,5
75,0	112,875	111,75	90,6
104,625	129,0	100,5	71,625
78,375	132,25	99,75	105,375
47,625	98,625	126,0	88,875
75,375	132,375	124,875	72,75
112,875	129,75	109,875	105,00

### ANEXO 3 – Tabelas Estatísticas

Teste de Microdureza



Tabela 1 - Resultados de múltiplas comparações das variáveis, resina e manipulação, realizadas pelo teste de Tukey, com valor crítico = 19,30669 e nível de significância de 5%.

<b>Comparação</b>	<b>Diferença</b>	<b>Interpretação</b>
Filtek – luva contaminada X Filtek – espátula	-25.216250	Significante
Filtek – luva contaminada X Filtek - luva limpa	-24.806250	Significante
Filtek – luva contaminada X Filtek - luva limpa c/álcool	-8.0393750	Não significante
Filtek – luva contaminada X Tetric Ceram – luva contaminada	16.8243750	Não significante
Filtek – luva contaminada X Tetric Ceram - espátula	4.83062500	Não significante
Filtek – luva contaminada X Tetric Ceram – luva limpa	5.73062500	Não significante
Filtek – luva contaminada X Tetric Ceram – luva limpa c/álcool	18.7218750	Não significante
Filtek - espátula X Filtek luva limpa	0.41000000	Não significante
Filtek - espátula X Filtek luva limpa c/álcool	17.1768750	Não significante
Filtek - espátula X Tetric Ceram luva contaminada	42.0406250	Significante
Filtek – espátula X Tetric Ceram espátula	30.0468750	Significante
Filtek - espátula X Tetric Ceram luva limpa	30.9468750	Significante
Filtek - espátula X Tetric Ceram luva limpac/álcool	43.9381250	Significante
<b>Filtek – luva limpa X Filtek luva limpa c/álcool</b>	16.7668750	<b>Não significante</b>
Filtek – luva limpa X Tetric Ceram luva contaminada	41.6306250	Significante
Filtek – luva limpa X Tetric Ceram espátula	29.6368750	Significante
Filtek – luva limpa X Tetric Ceram – luva limpa	30.5368750	Significante
Filtek – luva limpa X Tetric Ceram luva limpa c/álcool	43.5281250	Significante
<b>Filtek – luva limpa c/álcool X Tetric Ceram – luva contaminada</b>	24.8637500	<b>Significante</b>
<b>Filtek – luva limpa c/álcool X Tetric Ceram - espátula</b>	12.8700000	<b>Não significante</b>
Filtek – luva limpa c/álcool X Tetric Ceram – luva limpa	13.7700000	Não significante
Filtek – luva limpa c/álcool X Tetric Ceram – luva limpa c/álcool	26.7612500	Significante
<b>Tetric Ceram – luva contaminada X Tetric Ceram - espátula</b>	-11.993750	<b>Não significante</b>
<b>Tetric Ceram – luva contaminada X Tetric Ceram- luva limpa</b>	-11.093750	<b>Não significante</b>
Tetric Ceram – luva contaminada X Tetric Ceram – luva limpa c/álcool	1.89750000	Não significante
Tetric Ceram - espátula X Tetric Ceram – luva limpa	0.90000000	Não significante
Tetric Ceram - espátula X Tetric Ceram – luva limpa c/álcool	13.8912500	Não significante
Tetric Ceram – luva limpa X Tetric Ceram – luva limpa c/álcool	12.9912500	Não significante

Teste de Resistência Flexural

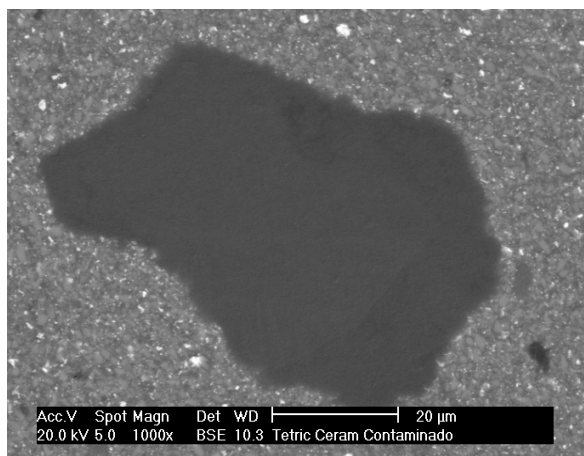
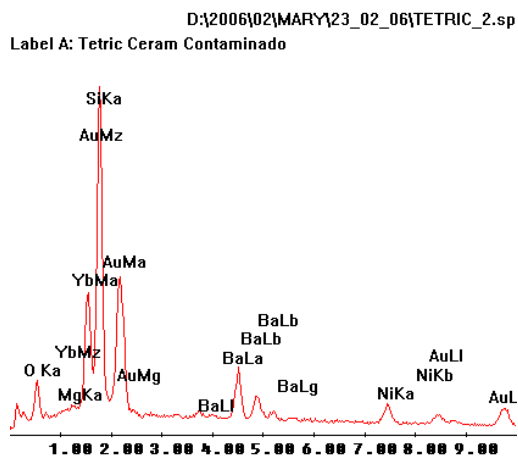
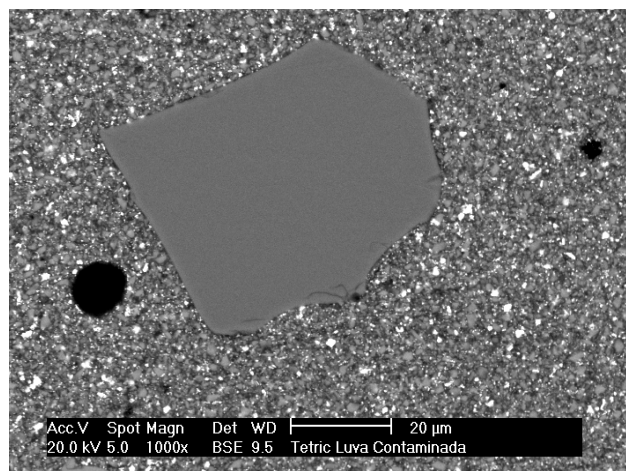
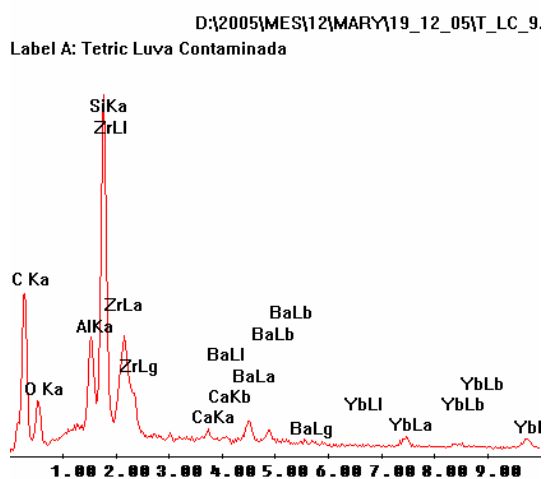
Tabela - 2 Resultados de múltiplas comparações das variáveis, resina e manipulação, realizadas pelo teste de Tukey, valor crítico = 9,876695 e nível de significância de 5%.

<b>Comparação</b>	<b>Diferença</b>	<b>Interpretação</b>
Filtek – luva contaminada X Filtek – espátula	-21.862500	Significante
Filtek – luva contaminada X Filtek - luva limpa	-28.612500	Significante
Filtek – luva contaminada X Filtek - luva limpa c/álcool	0.07500000	Não significativa
Filtek – luva contaminada X Tetric Ceram – luva contaminada	17.7750000	Signific <b>ante</b>
Filtek – luva contaminada X Tetric Ceram - espátula	-6.6500000	Não significativa
Filtek – luva contaminada X Tetric Ceram – luva limpa	-5.9250000	Não significativa
Filtek – luva contaminada X Tetric Ceram – luva limpa c/álcool	19.8775000	Significante
Filtek – espátula X Filtek luva limpa	-6.7500000	Não significativa
Filtek – espátula X Filtek luva limpa c/álcool	21.9375000	Significante
Filtek – espátula X Tetric Ceram luva contaminada	39.6375000	Significante
Filtek – espátula X Tetric Ceram espátula	15.2125000	Significante
Filtek – espátula X Tetric Ceram luva limpa	15.9375000	Significante
Filtek – espátula X Tetric Ceram luva limpac/álcool	41.7400000	Significante
Filtek – luva limpa X Filtek luva limpa c/álcool	28.6875000	Significante
Filtek – luva limpa X Tetric Ceram luva contaminada	46.3875000	Significante
Filtek – luva limpa X Tetric Ceram espátula	21.9625000	Significante
Filtek – luva limpa X Tetric Ceram – luva limpa	22.6875000	Significante
Filtek – luva limpa X Tetric Ceram luva limpa c/álcool	48.4900000	Significante
Filtek – luva limpa c/álcool X Tetric Ceram – luva contaminada	17.7000000	Significante
Filtek – luva limpa c/álcool X Tetric Ceram - espátula	-6.7250000	Não significativa
Filtek – luva limpa c/álcool X Tetric Ceram – luva limpa	-6.0000000	Não significativa
Filtek – luva limpa c/álcool X Tetric Ceram – luva limpa c/álcool	19.8025000	Significante
Tetric – luva contaminada X Tetric Ceram - espátula	-24.425000	Significante
Tetric – luva contaminada X Tetric Ceram - luva limpa	-23.700000	Significante
Tetric – luva contaminada X Tetric Ceram – luva limpa c/álcool	2.10250000	Não significativa
Tetric – espátula X Tetric Ceram – luva limpa	0.72500000	Não significativa
Tetric – espátula X Tetric Ceram – luva limpa c/álcool	26.5275000	Significante
Tetric – luva limpa X Tetric Ceram – luva limpa c/álcool	25.8025000	Significante

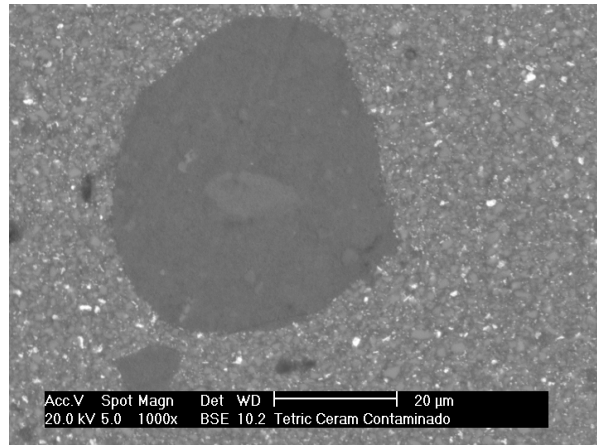
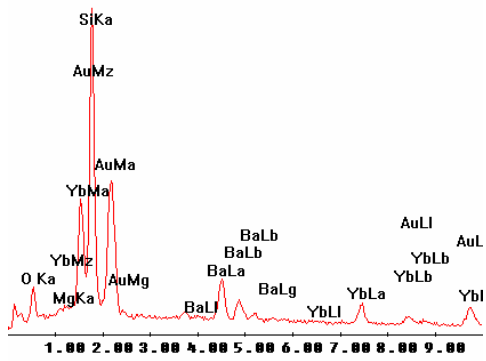
#### **ANEXO 4 – Análise Energia Dispersiva**

Os gráficos ilustram o espectro por energia dispersiva dos componentes químicos contaminantes presentes nas resinas, e, as figuras, a região do espécime, onde foram realizadas as leituras.

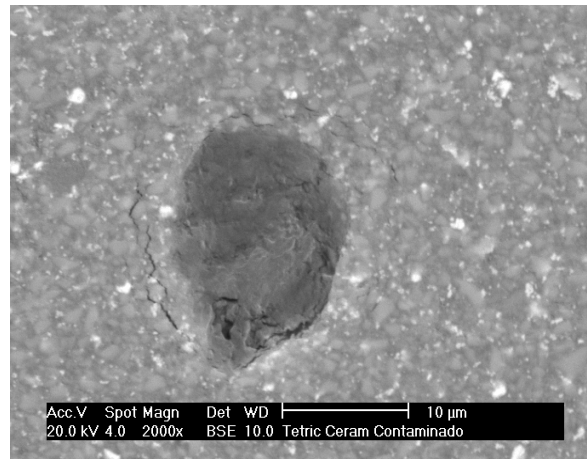
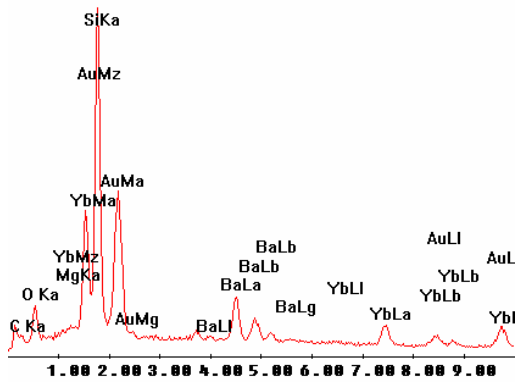
Tetric Ceram - Luva contaminada.



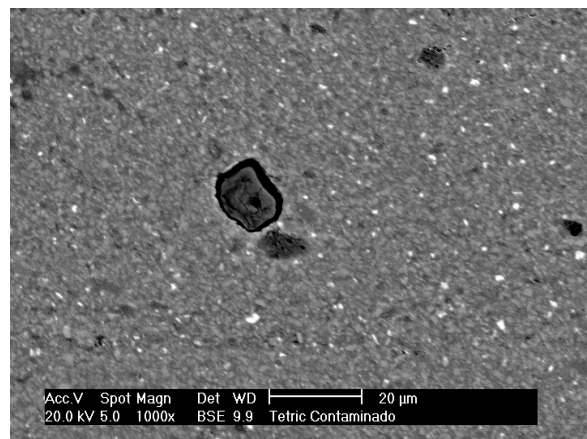
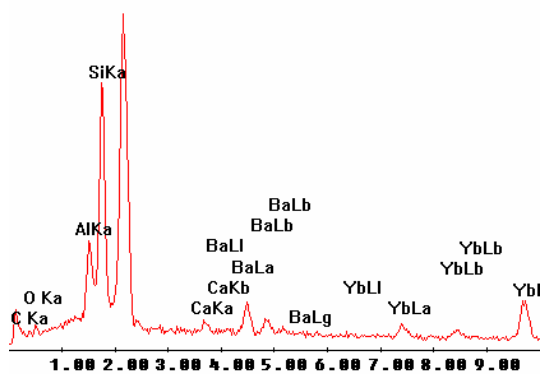
D:\2006\02\MARY\23\_02\_06\TETRIC\_3.sp  
Label A: Tetric Ceram Contaminado



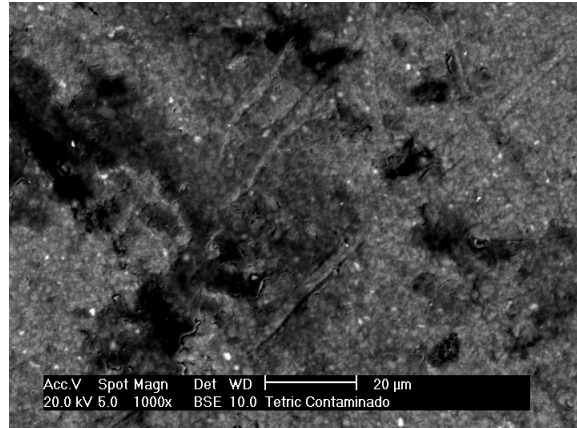
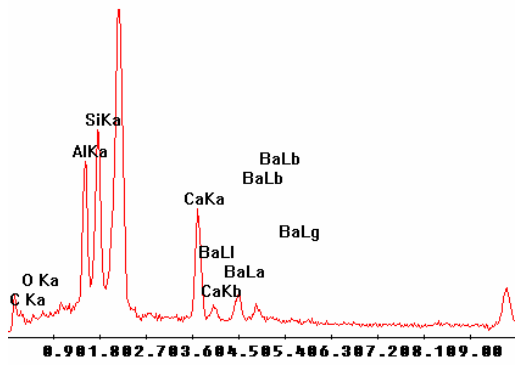
D:\2006\02\MARY\23\_02\_06\TETRIC\_4.sp  
Label A: Tetric Ceram Contaminado



D:\2006\04\MARY\24\_04\_06\TETRC\_7.sp  
Label A: Tetric Contaminado

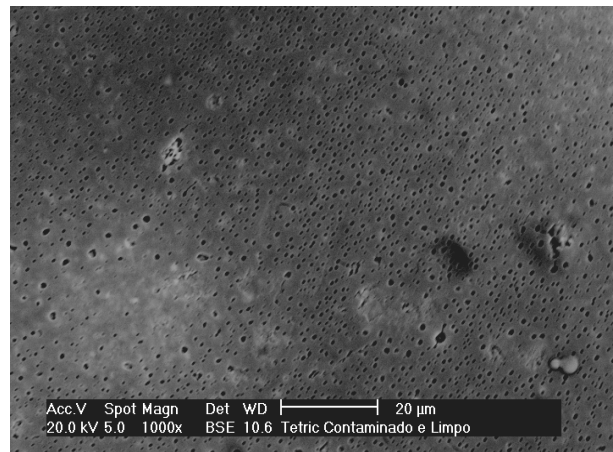
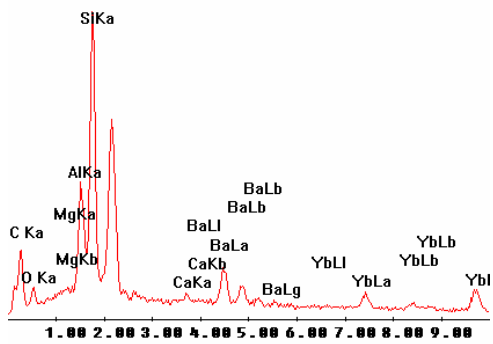


D:\2006\04\MARY\24\_04\_06\TETRC\_8.spc  
 Label A: Tetric Contaminado

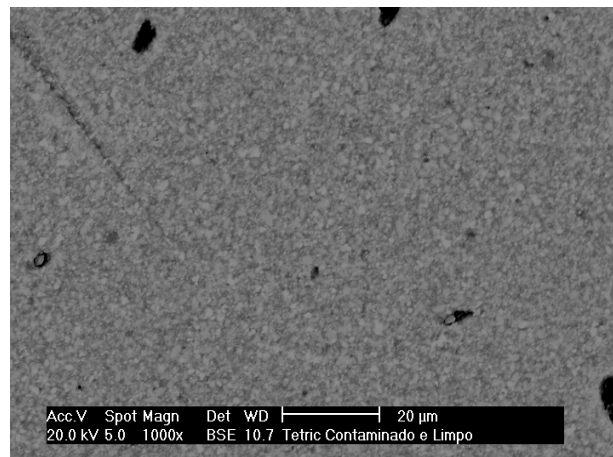
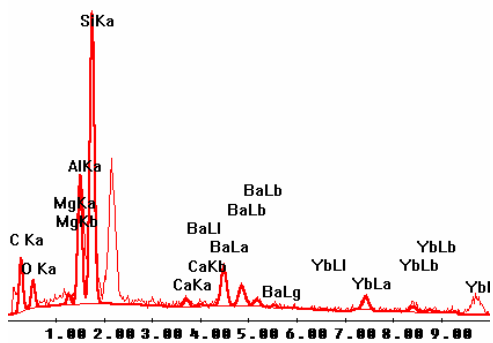


Tetric Ceram - Luva contaminada e limpa com álcool.

D:\2006\04\MARY\24\_04\_06\TETRCL\_1.spc  
 Label A: Tetric Contaminado e Limpo

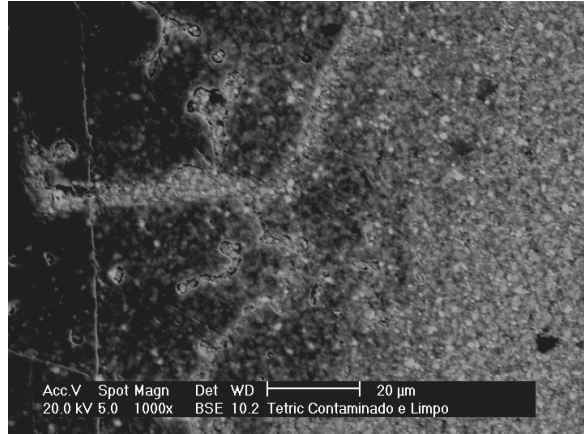
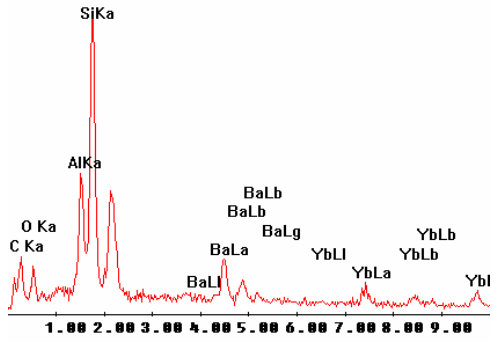


D:\2006\04\MARY\24\_04\_06\TETRCL\_2.spc  
 Label A: Tetric Contaminado e Limpo

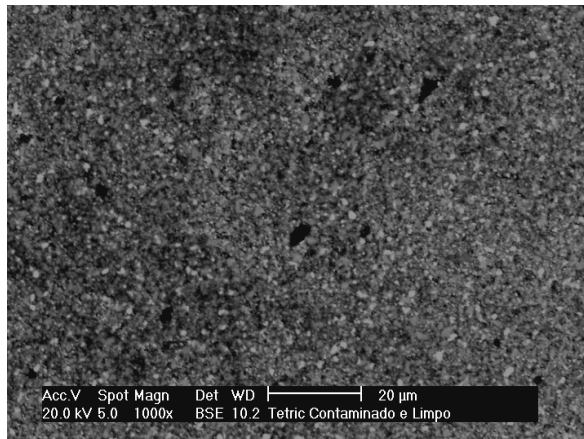
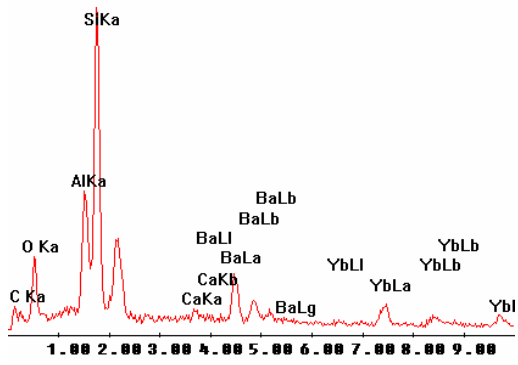




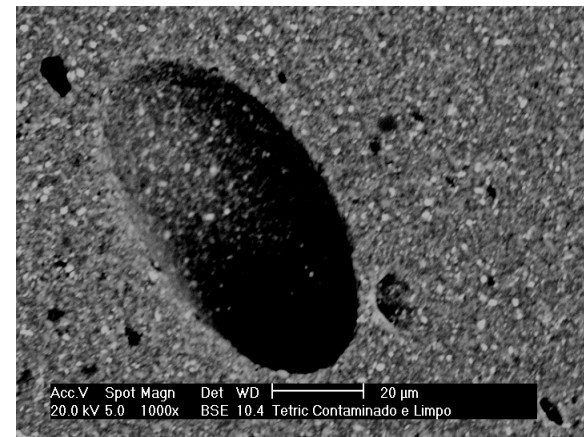
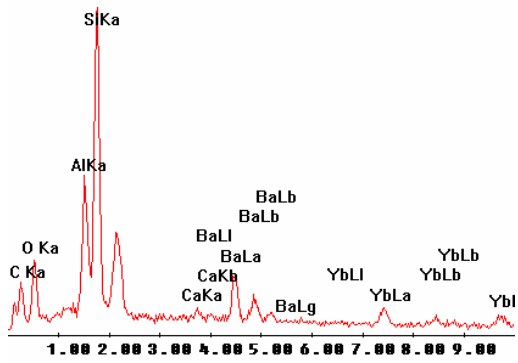
D:\2006\04\MARY\24\_04\_06\TETRCL\_4.sr  
 Label A: Tetric Contaminado e Limpo



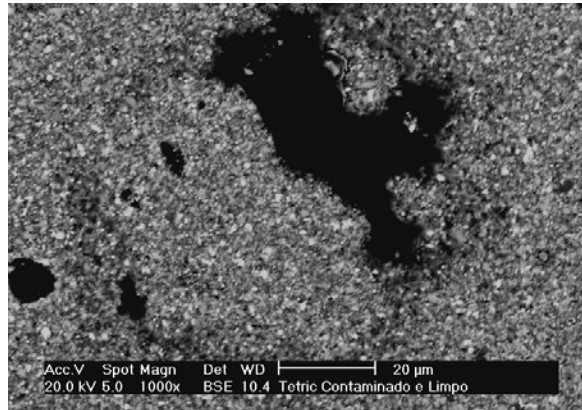
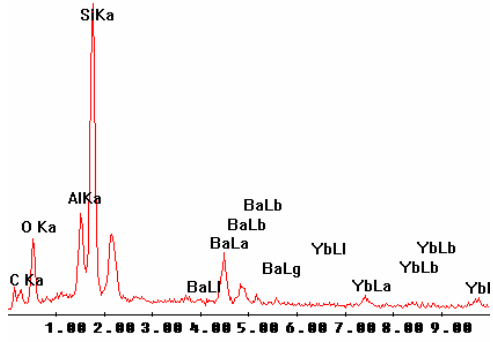
D:\2006\04\MARY\24\_04\_06\TETRCL\_6.sr  
 Label A: Tetric Contaminado e Limpo



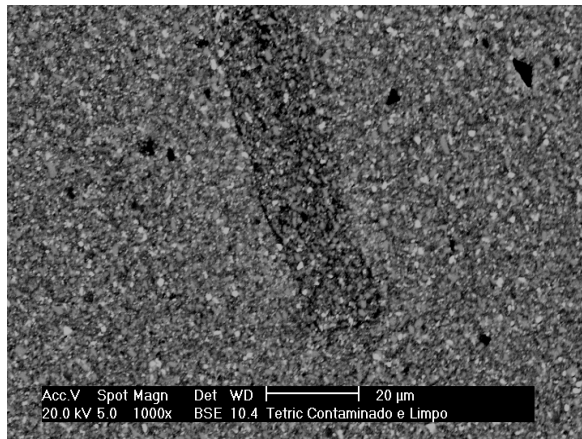
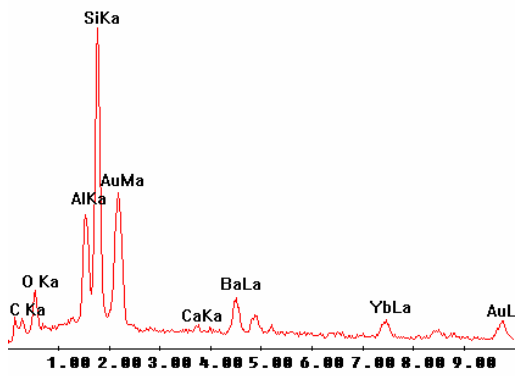
D:\2006\04\MARY\24\_04\_06\TETRCL\_7.sr  
 Label A: Tetric Contaminado e Limpo



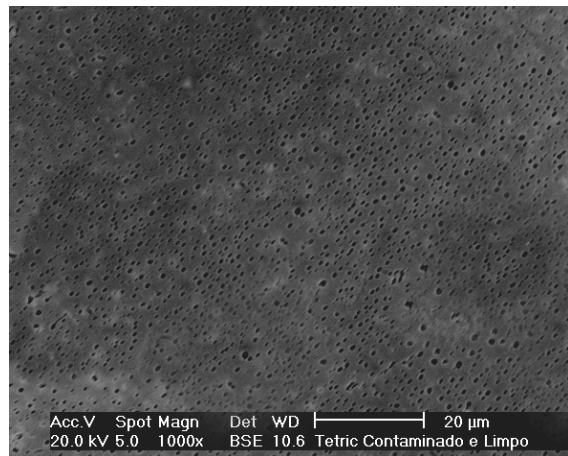
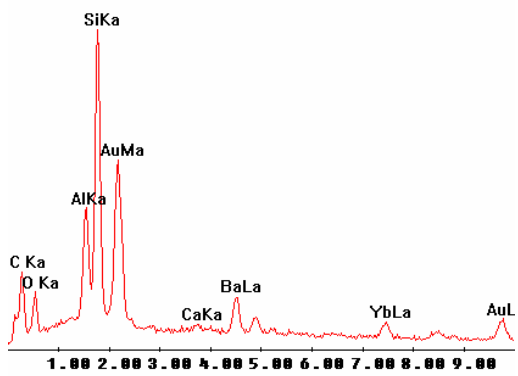
D:\2006\04\MARY\24\_04\_06\TETRCL\_8.sr  
 Label A: Tetric Contaminado e Limpo



D:\2006\02\MARY\23\_02\_06\TETRCL\_4.sr  
 Label A: Tetric Contaminada e Limpa



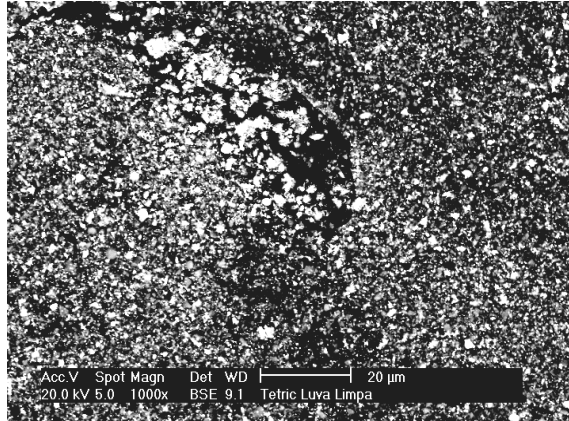
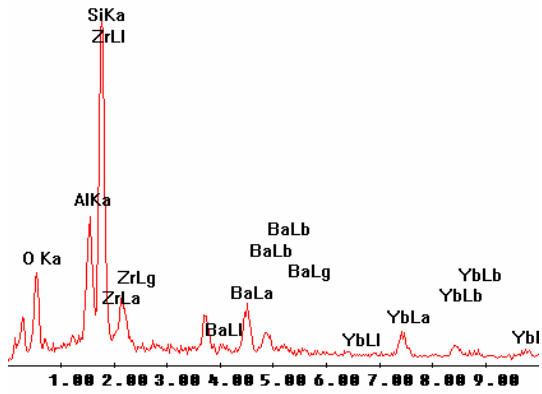
D:\2006\02\MARY\23\_02\_06\TETRCL\_3.sr  
 Label A: Tetric Contaminada e Limpa



# Tetric Ceram - Luvas limpas.

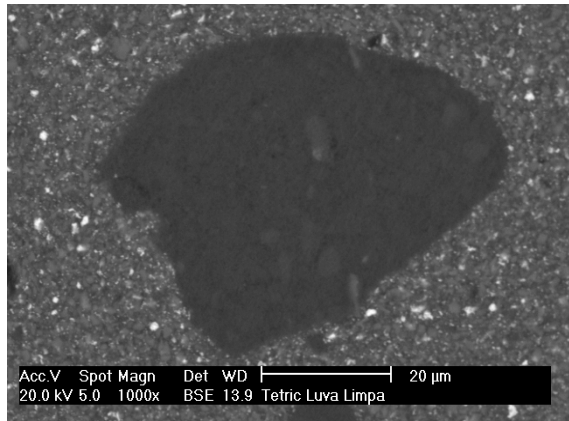
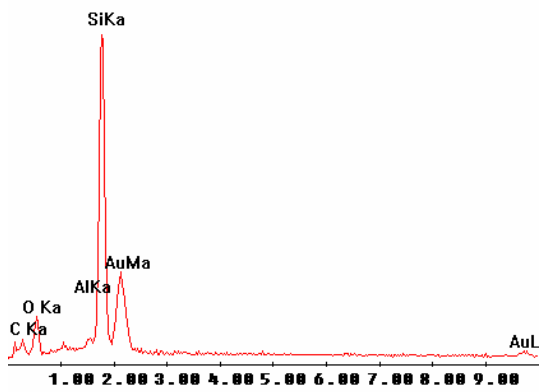
D:\2005\MES\12\MARY\19\_12\_05\T\_LL\_1.

Label A: Tetric Luva Limpa



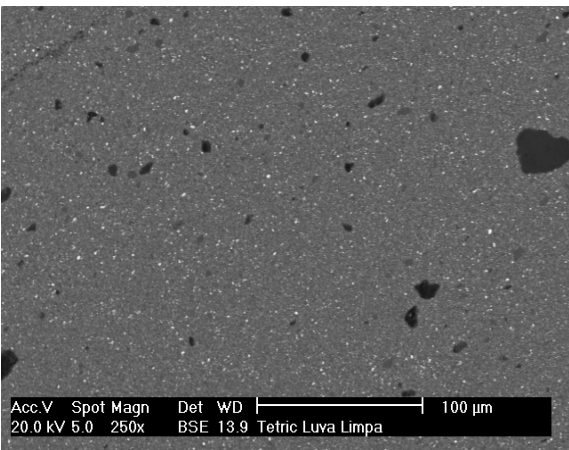
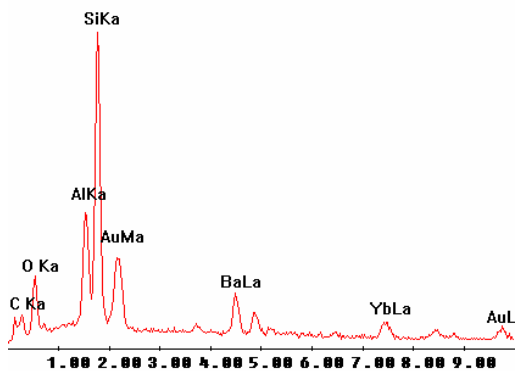
D:\2006\02\MARY\23\_02\_06\TETRL1\_1.sp

Label A: Tetric Luva Limpa



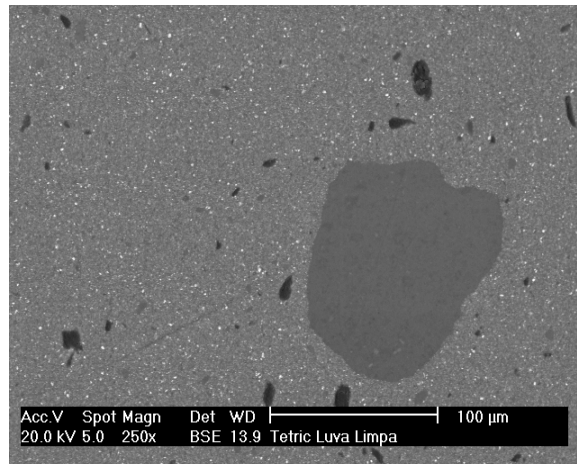
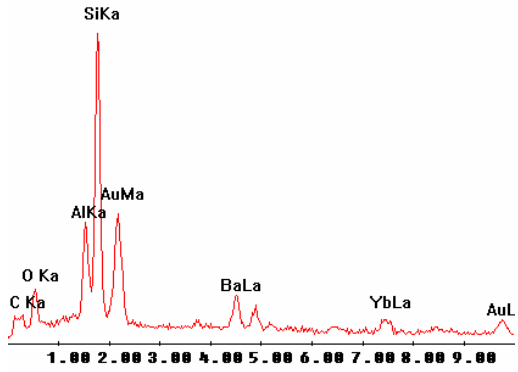
D:\2006\02\MARY\23\_02\_06\TETRL1\_2.sp

Label A: Tetric Luva Limpa



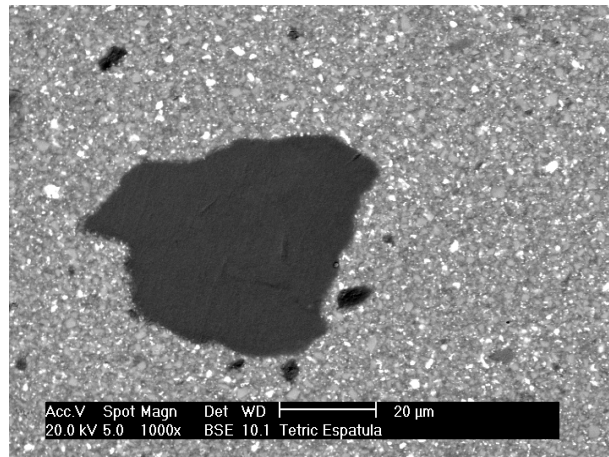
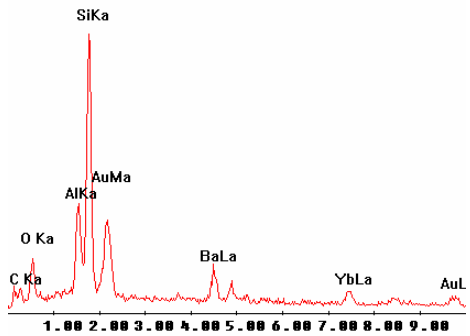


D:\2006\02\MARY\23\_02\_06\TETRL\_3.sp  
 Label A: Tetric Luva Limpa

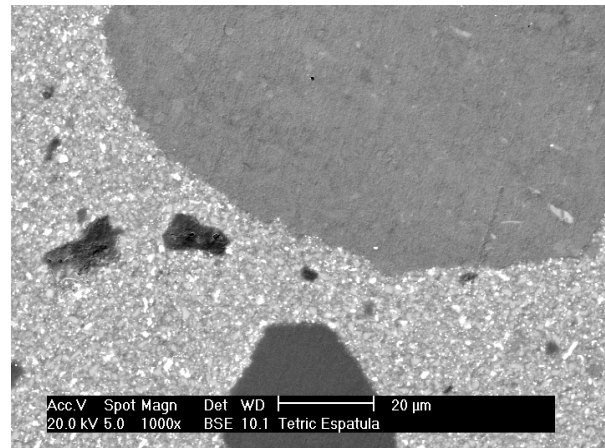
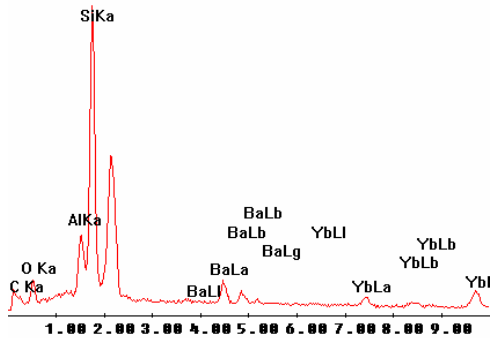


### Tetric Ceram - Espátula.

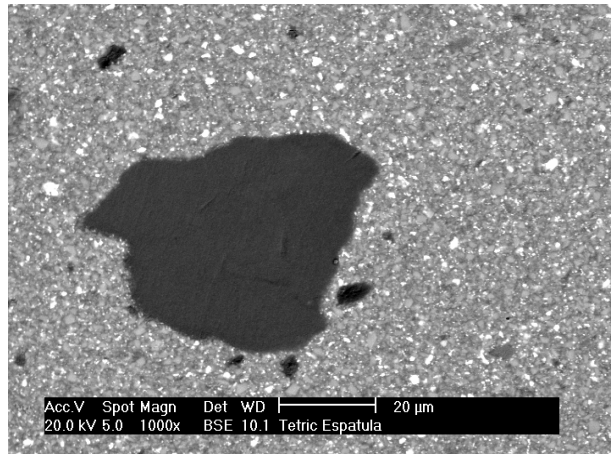
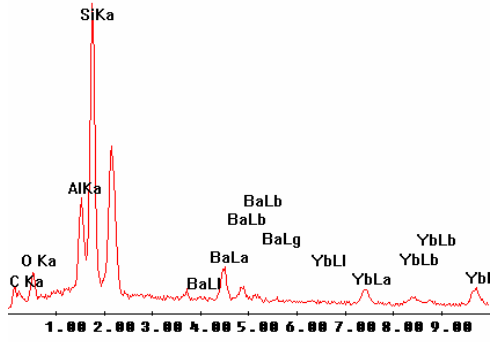
D:\2006\02\MARY\23\_02\_06\TETRES\_1.sp  
 Label A: Tetric Espatula



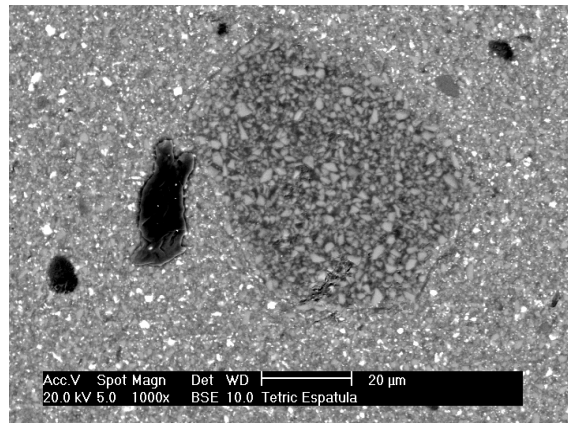
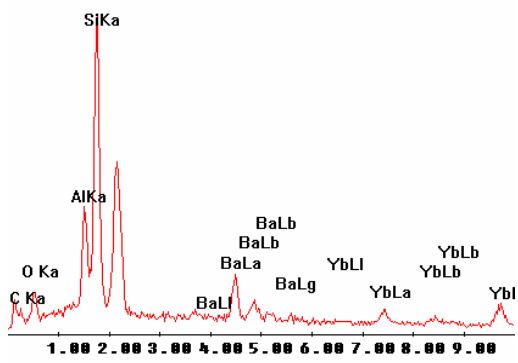
D:\2006\04\MARY\24\_04\_06\TETRES\_1.sp  
 Label A: Tetric Espatula



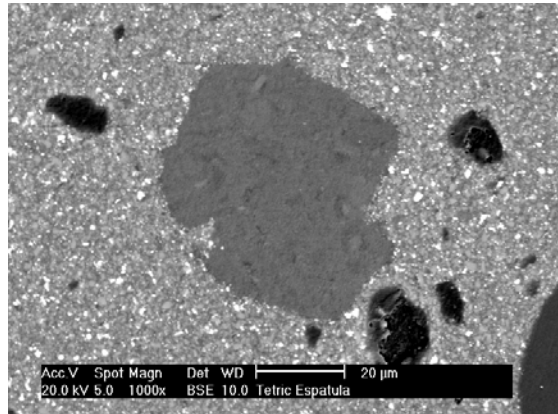
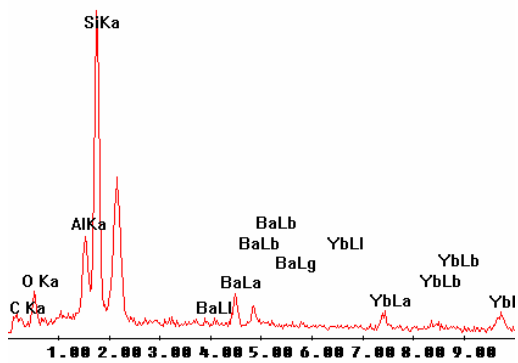
D:\2006\04\MARY\24\_04\_06\TETRES\_2.sj  
 Label A: Tetric Espatula



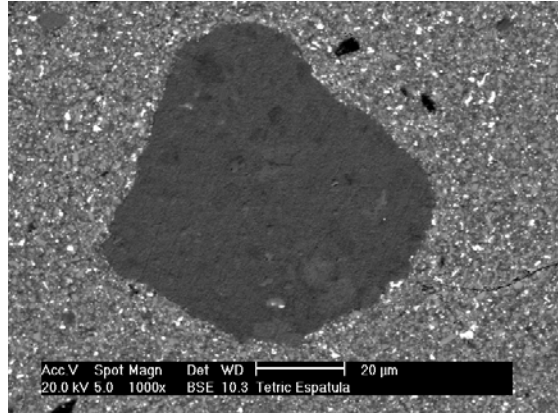
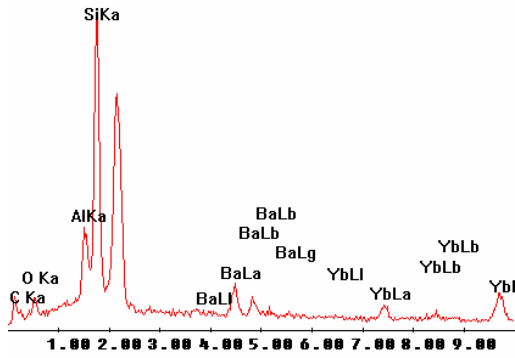
D:\2006\04\MARY\24\_04\_06\TETRES\_3.sj  
 Label A: Tetric Espatula



D:\2006\04\MARY\24\_04\_06\TETRES\_4.sj  
 Label A: Tetric Espatula

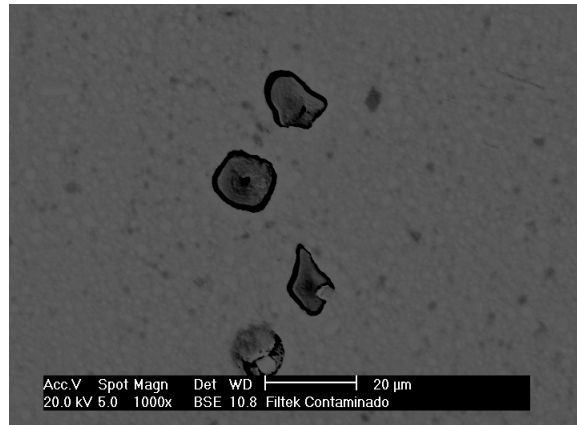
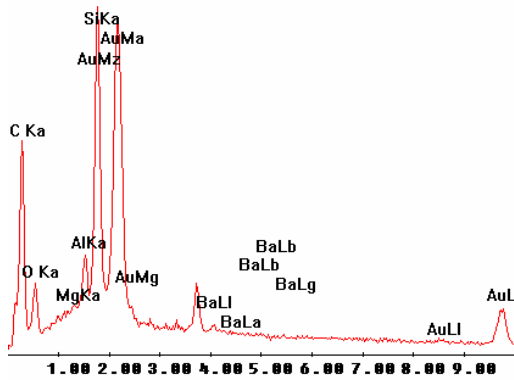


D:\2006\04\MARY\24\_04\_06\TETRES\_5.sp  
 Label A: Tetric Espatula

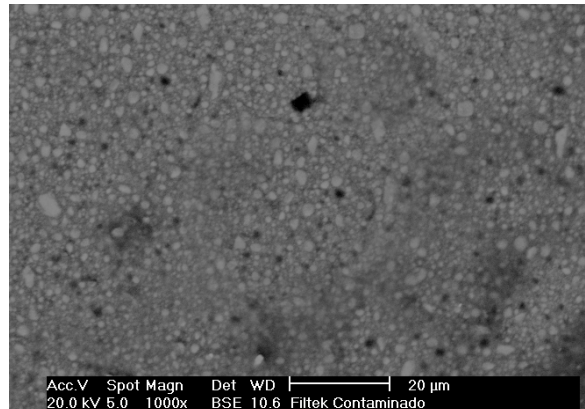
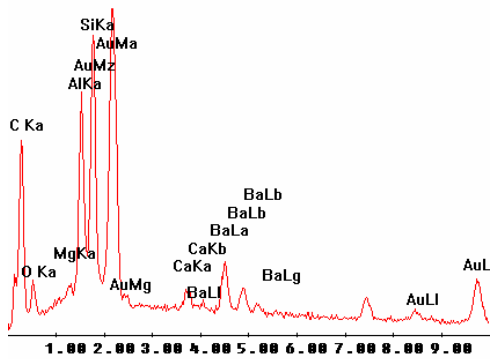


Filtek Z250 - Luva contaminada.

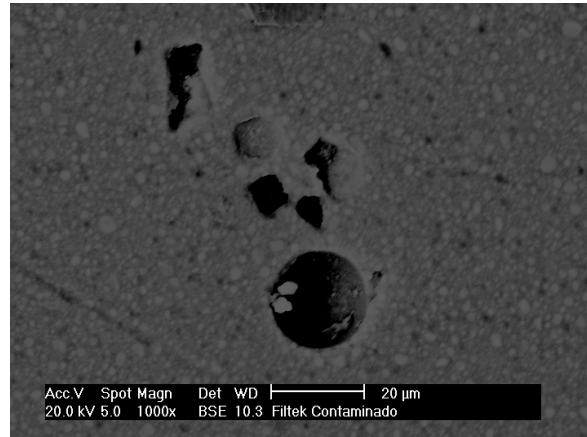
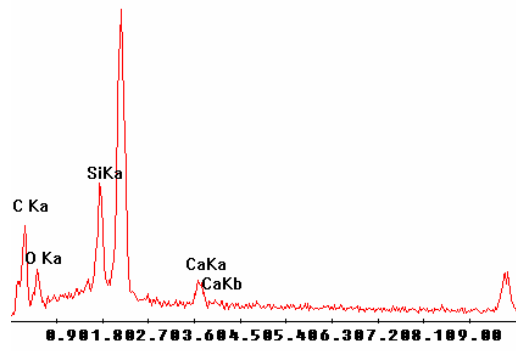
D:\2006\02\MARY\23\_02\_06\TETRIC\_1.sp  
 Label A: Filtek Z250 Contaminado



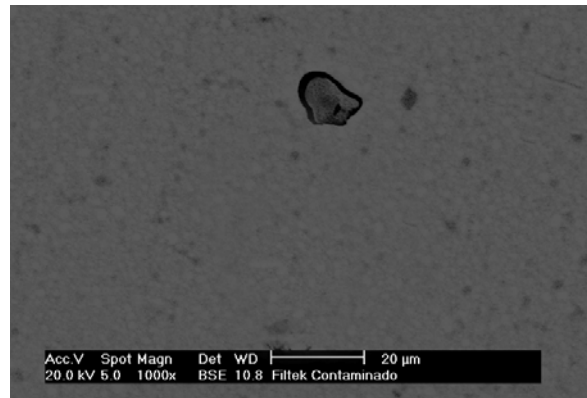
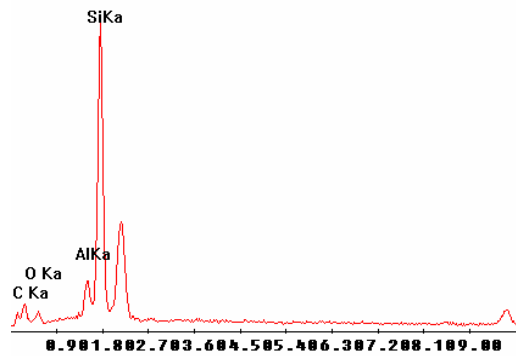
D:\2006\02\MARY\23\_02\_06\FILCON\_4.sp  
 Label A: Filtek Z250 Contaminado



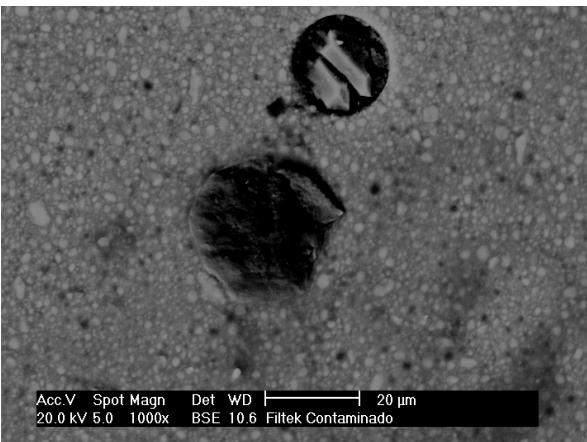
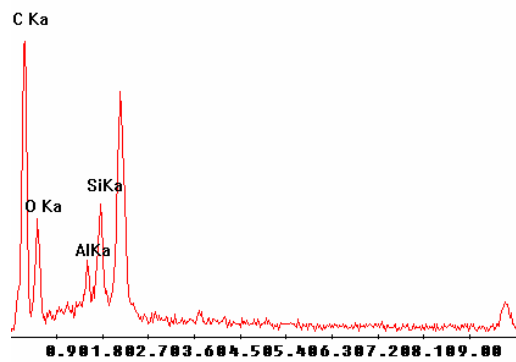
D:\2006\04\MARY\24\_04\_06\FILTC\_2.spc  
Label A: Filtek Contaminado



D:\2006\04\MARY\24\_04\_06\FILTC\_3.spc  
Label A: Filtek Contaminado

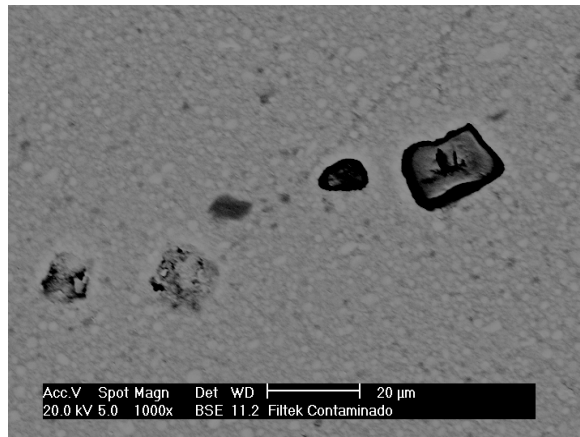
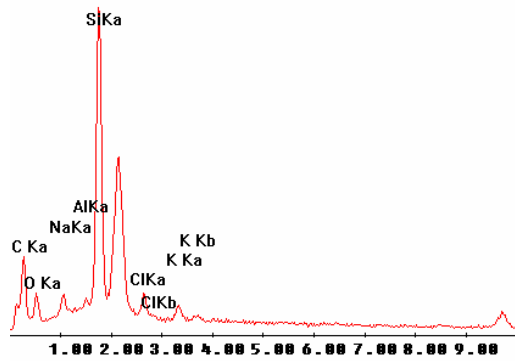


D:\2006\04\MARY\24\_04\_06\FILTC\_4.spc  
Label A: Filtek Contaminado



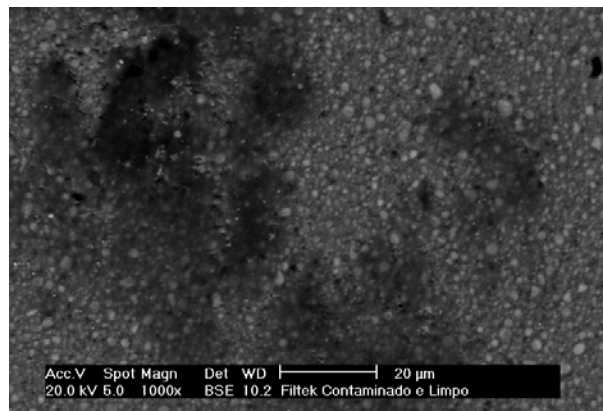
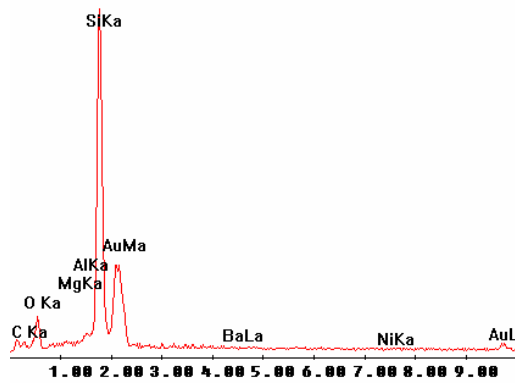


D:\2006\04\MARY\24\_04\_06\FILTC\_5.spc  
 Label A: Filtek Contaminado

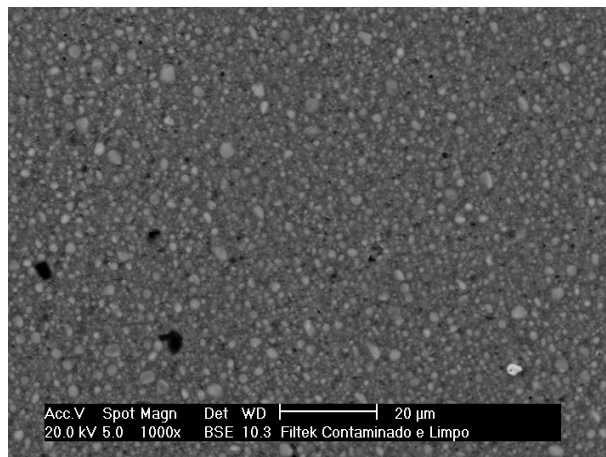
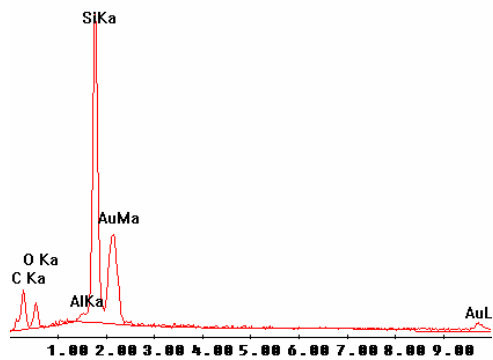


Filtek Z250 - Luva contaminada e limpa com álcool.

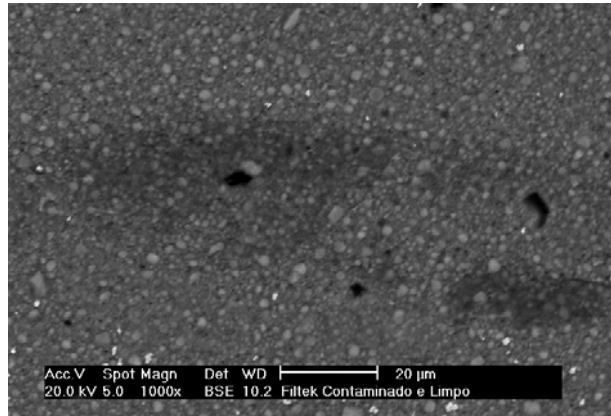
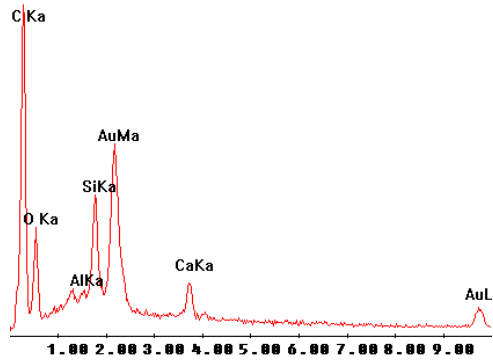
D:\2006\02\MARY\23\_02\_06\FILCL\_1.spc  
 Label A: Filtek Z250 Contaminado e limpo com Alcool



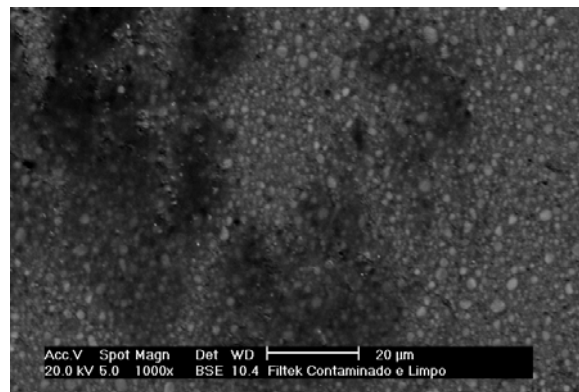
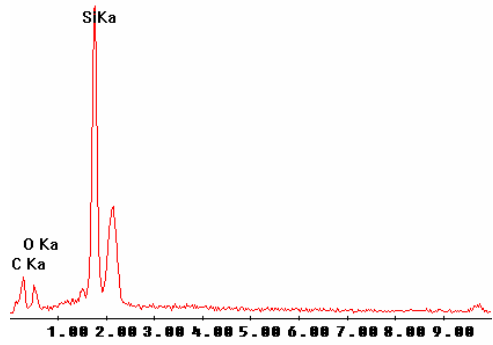
D:\2006\02\MARY\23\_02\_06\FILCL\_2.spc  
 Label A: Filtek Z250 Contaminado e limpo com Alcool



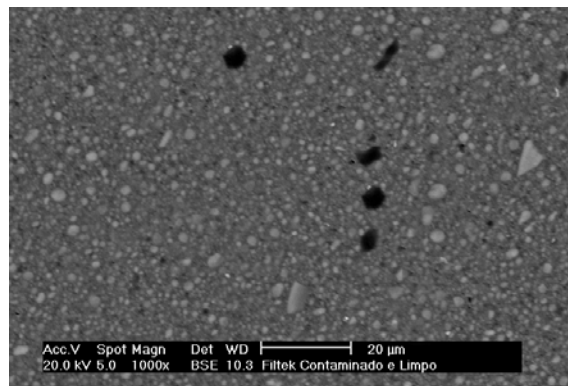
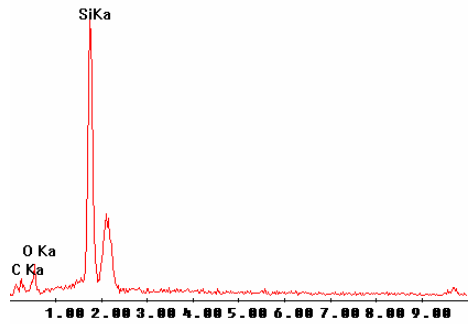
D:\2006\02\MARY\23\_02\_06\FILCL\_3.spc  
Label A: Filtek Z250 Contaminado e limpo com Alcool



D:\2006\04\MARY\24\_04\_06\FILTCL\_1.spc  
Label A: Filtek Contaminado e Limpo

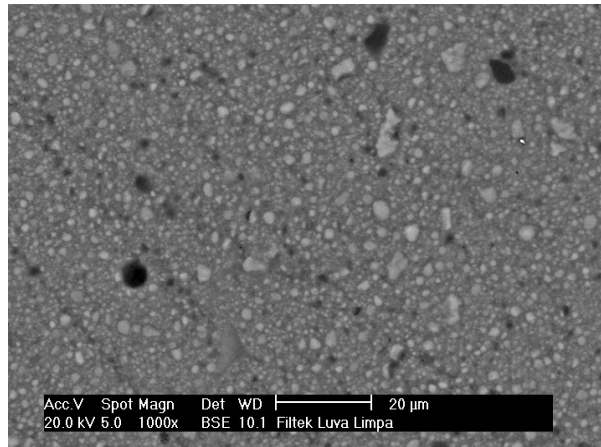
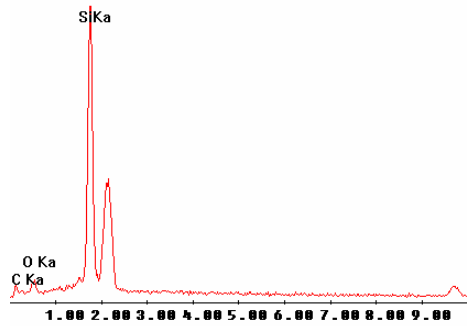


D:\2006\04\MARY\24\_04\_06\FILTCL\_4.spc  
Label A: Filtek Contaminado e Limpo

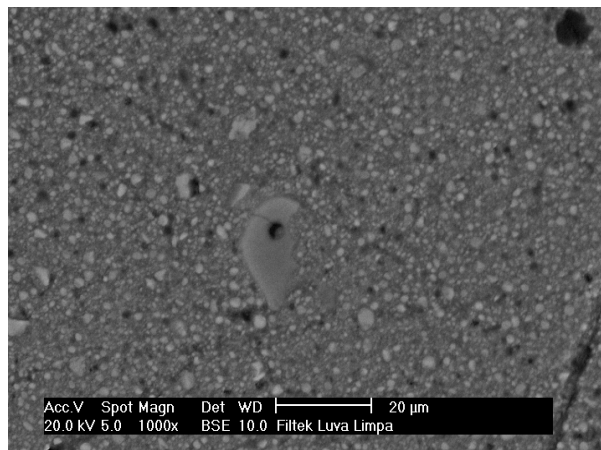
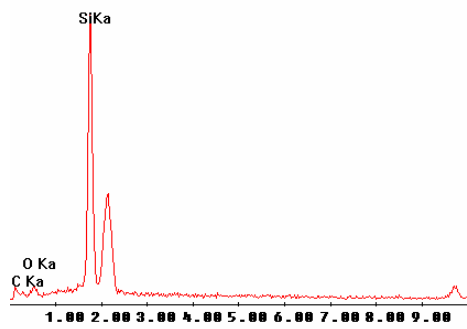


# Filtek Z250 - Luva limpa.

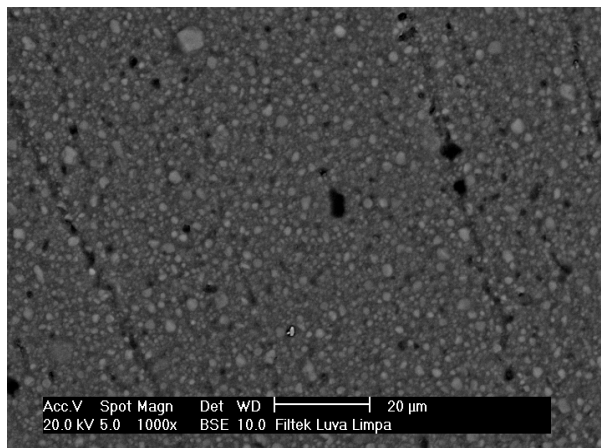
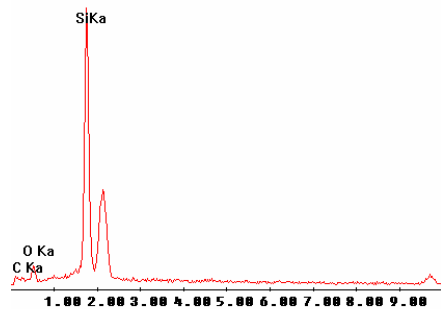
D:\2006\04\MARY\24\_04\_06\FILTLL\_1.spc  
Label A: Filtek Luva Limpa



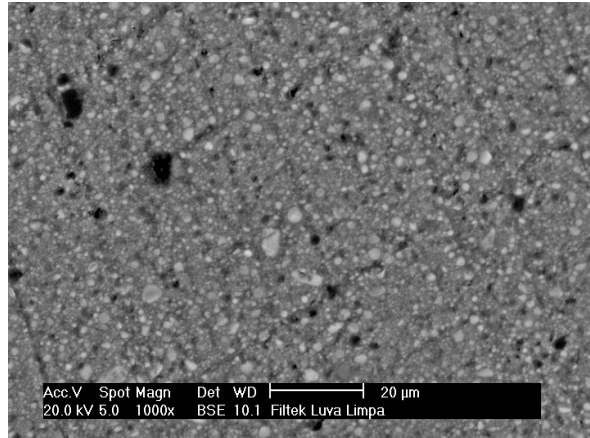
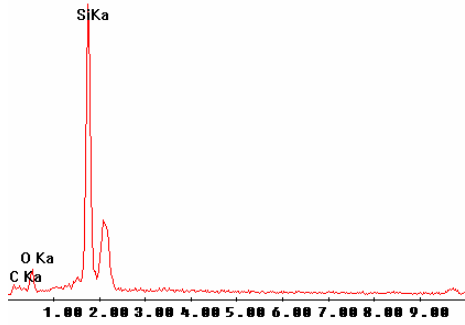
D:\2006\04\MARY\24\_04\_06\FILTLL\_2.spc  
Label A: Filtek Luva Limpa



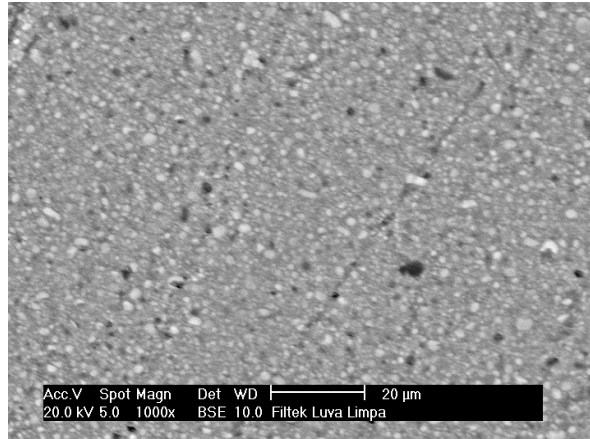
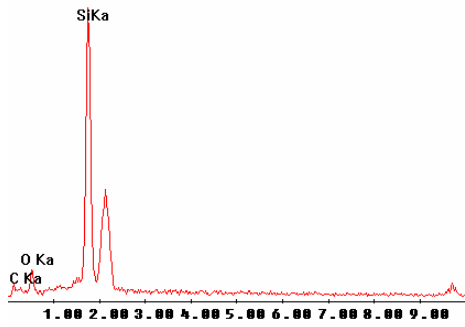
D:\2006\04\MARY\24\_04\_06\FILTLL\_3.spc  
Label A: Filtek Luva Limpa



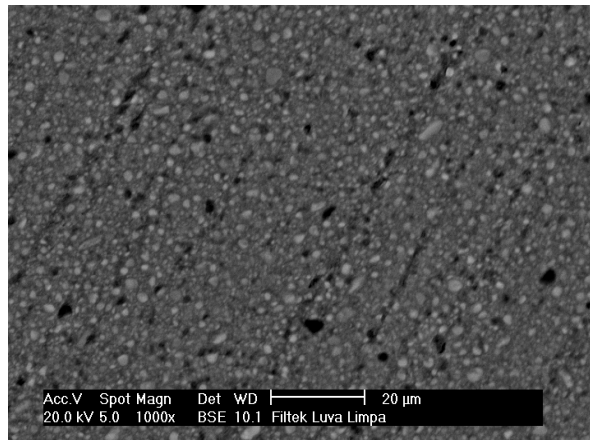
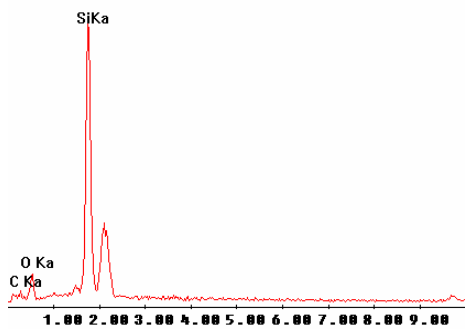
D:\2006\04\MARY\24\_04\_06\FILTLL\_4.spc  
Label A: Filtek Luvu Limpa



D:\2006\04\MARY\24\_04\_06\FILTLL\_5.spc  
Label A: Filtek Luvu Limpa



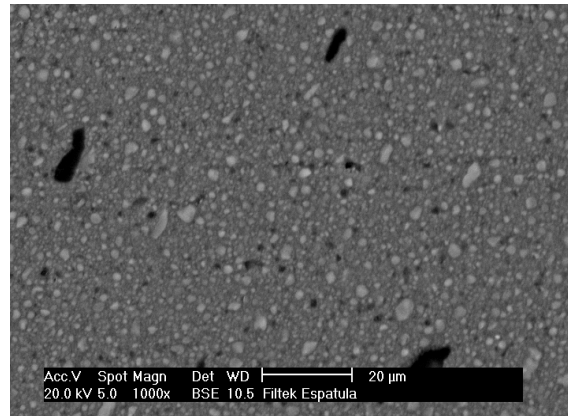
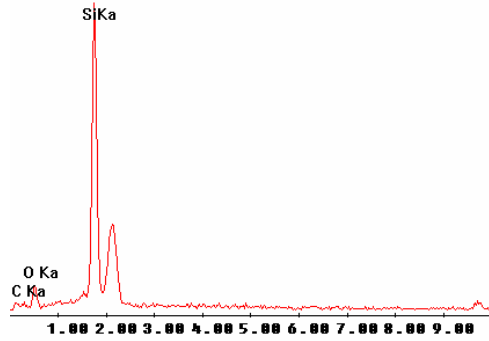
D:\2006\04\MARY\24\_04\_06\FILTLL\_7.spc  
Label A: Filtek Luvu Limpa



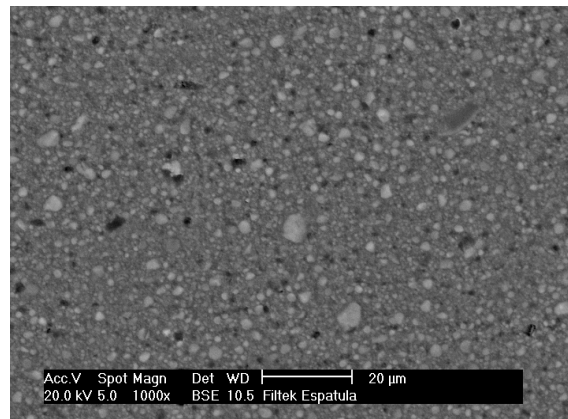
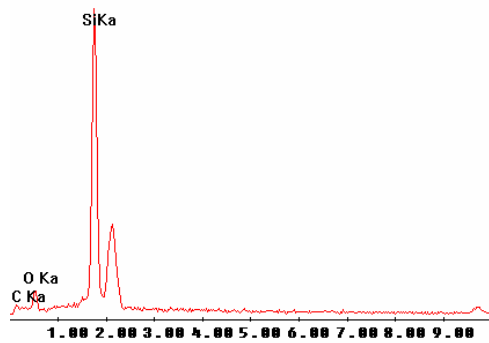


# Filtek Z250 – Espátula.

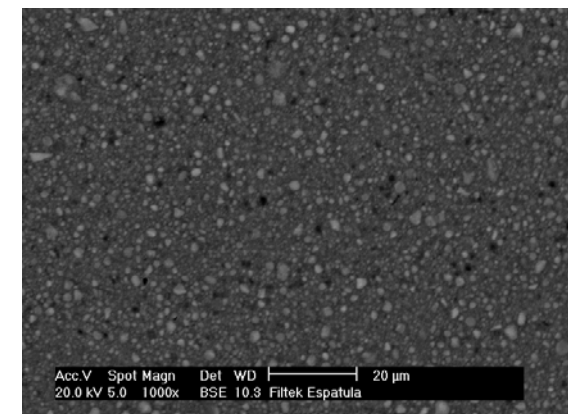
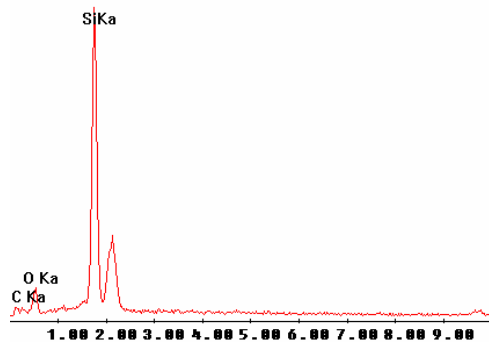
D:\2006\04\MARY\24\_04\_06\FILTES\_1.spr  
Label A: Filtek Espatula



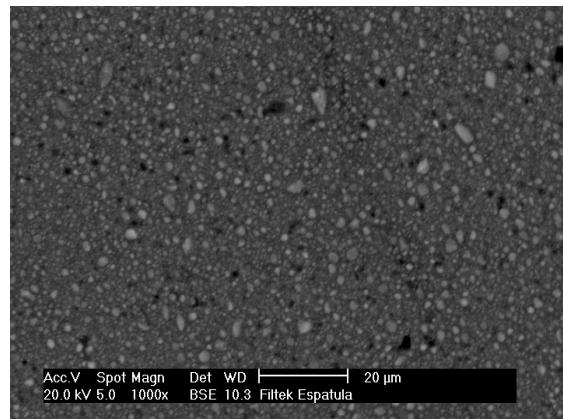
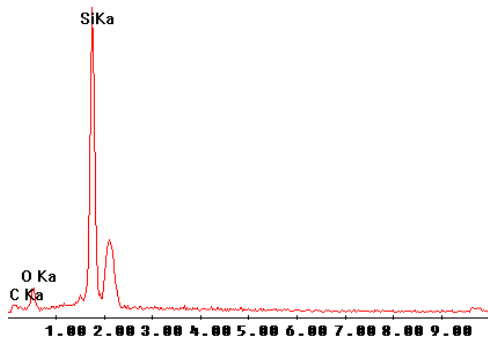
D:\2006\04\MARY\24\_04\_06\FILTES\_2.spr  
Label A: Filtek Espatula



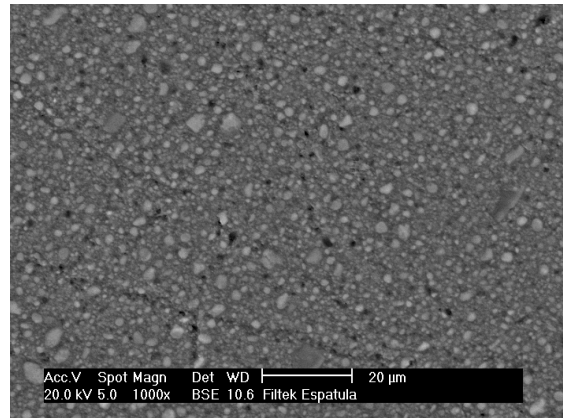
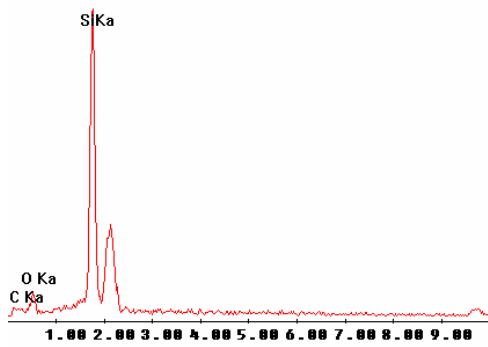
D:\2006\04\MARY\24\_04\_06\FILTES\_3.spr  
Label A: Filtek Espatula



D:\2006\04\MARY\24\_04\_06\FILTES\_4.spr  
Label A: Filtek Espatula



D:\2006\04\MARY\24\_04\_06\FILTES\_5.spr  
Label A: Filtek Espatula



D:\2006\04\MARY\24\_04\_06\FILTES\_6.spr  
Label A: Filtek Espatula

