



FLÁVIO LUIZ VIERO
Cirurgião-dentista



INFLUÊNCIA DA RADIAÇÃO NAS PROPRIEDADES DE COMPÓSITOS ODONTOLÓGICOS

*Tese apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba, da Universidade
Estadual de Campinas, para obtenção do
título de Doutor em Radiologia
Odontológica.*

PIRACICABA
2006

FLÁVIO LUIZ VIERO
Cirurgião-dentista

INFLUÊNCIA DA RADIAÇÃO NAS PROPRIEDADES DE COMPÓSITOS ODONTOLÓGICOS

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de Doutor em Radiologia Odontológica.

ORIENTADOR:

Prof. Dr. Frab Norberto Bóscolo

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Frab Norberto Bóscolo

Prof^ª. Dr^ª. Solange Maria de Almeida

Prof. Dr. Luiz César de Moraes

Prof^ª. Dr^ª. Mari Eli Leonelli de Moraes

Prof. Dr. Nilson Pena Neto Segundo

PIRACICABA
2006

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**
Bibliotecário: Marilene Girello – CRB-8ª. / 6159

V677i	<p>Viero, Flávio Luiz. Influência da radiação nas propriedades de compósitos odontológicos. / Flávio Luiz Viero. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2006.</p> <p>Orientador: Frab Norberto Bóscolo. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.</p> <p>1. Rugosidade de superfície. 2. Dureza. 3. Radiação. 4. Odontologia. I. Bóscolo, Frab Norberto. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.</p> <p>(mg/fop)</p>
-------	---

Título em Inglês: Influence of radiation on properties of composite restorative resin
Palavras-chave em Inglês (Keywords): 1. Surface roughness. 2. Hardness. 3. Radiation. 4. Dentistry
Área de Concentração: Radiologia Odontológica
Titulação: Doutor em Radiologia Odontológica
Banca Examinadora: Frab Norberto Bóscolo, Solange Maria de Almeida, Luiz César de Moraes, Mari Eli Leonelli de Moraes, Nilson Pena Neto Segundo
Data da Defesa: 25-07-2006
Programa de Pós-Graduação: Radiologia Odontológica

ESPAÇO RESERVADO PARA A FOLHA DE APROVAÇÃO

DEDICATORIA

Dedico este trabalho...

A minha família que, à sua maneira, contribuiu tanto para formação de meu caráter, quanto para minha formação profissional.

*A meu pai, **Irineu**, pessoa de honestidade invejável e coração sem igual. Saiba pai, que o amo ainda que minha maneira explosiva de ser não me deixe muitas vezes demonstrar.*

*A minha mãe, **Maria Iraci**, exemplo de mulher, batalhadora incontestável que sempre acreditou e compartilhou de meus sonhos, com muito apoio e paciência em todos os momentos.*

Meu eterno amor e gratidão.

*A **Thaís** minha irmã por fazer parte desta vida e sempre.*

*A meu irmão **Irineu Junior** que é realmente especial e o quanto você tem para nos ensinar, os ditos normais.*

*A minha filha, **Ana Luiza de Castro Viero** e meu “filho”, por seu amor e carinho que em verdade se transformaram na luz dos meus dias.*

Meu eterno amor

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a **Deus** por estar presente em todos os momentos firmes ou trêmulos da minha vida, pois, passo a passo, pude sentir Sua mão na minha. A Ele, portanto, minha eterna gratidão.

À **faculdade de Odontologia de Piracicaba, UNICAMP**, na pessoa de seu Diretor Thales Rocha de Mattos Filho.

Ao meu orientador, Prof. Dr. **Frab Norberto Bóscolo**, responsável pela Disciplina 8de **Radiologia**, que sempre me estimulou e colocou todos os recursos à minha disposição a quem tenho como exemplo de liderança.

À Prof^a. Dr^a. **Solange Maria de Almeida** pela amizade e carinho que sempre me recebeu em sua sala.

Ao Prof. Dr. **Francisco Haiter Neto** pelo exemplo de dedicação e sinceridade.

Ao Prof. Dr. **Mario Roberto Vizioli** por seus ensinamentos e amizade.

À disciplina de **Materiais Dentários**, nas pessoas do Prof. Dr. **Lourenço Correr Sobrinho** e Prof. Dr. **Simonides Consani**, tanto por ceder os equipamentos da disciplina, como pelo conhecimento transmitido para elaboração deste trabalho.

Ao colega **Tasso** "em memória" por ter dado início a essa linha de pesquisa.

À Prof^a Dr^a. **Gláucia Maria Bovi Ambrosano** que colaborou na estatística.

Aos funcionários e ex-funcionários da disciplina de Radiologia, **Raquel, Antonio, Roberta e Giselda**, pela amizade e disponibilidade em todos os momentos.

Aos funcionários da Faculdade de Odontologia que de alguma forma colaboraram nesse período em Piracicaba.

À mãe de meus filhos, **Andréia Lima de Castro**, pelo companheirismo e por ser a mãe que é, minha eterna gratidão.

Aos meus tios **Paulo Ribeiro Jarnalo** e família; **Terezinha Ribeiro Jarnalo**, pela convivência e pela harmonia que existe em nossa família.

Ao meu tio Dr. **Artur Ribeiro Jarnalo** "em memória" por ser um amigo, um companheiro, um incentivador, um "pai". A você "Fernandinho" onde quer que esteja minha eterna gratidão.

Aos meus amigos,

Doriana Egger Eugenio, minha eterna amiga, que mesmo à distância, sempre pode dispensar um tempo ao telefone para ouvir minhas reclamações e desabaços. Espero que, mesmo com a distância que nos separa, possamos manter a nossa amizade, pois "amizade para durar não se pode relar".

Nilson Pena Neto Segundo, meu grande amigo em Piracicaba e pela vida afora, um pouco enrolado, mas grande entusiasta e batalhador. A você e sua família toda a felicidade do mundo.

Paulo Sérgio Flores Campos pela sua amizade, suas opiniões e por estar sempre disposto a colaborar.

José Fernando Sousa Andrade e **Waldeck Ribeiro Moreira**, da Clínica de Radiologia, pela convivência harmoniosa e amizade sincera.

Karina Devito e **Andréa Pontual**, companheiras que estão sempre prontas a ajudar.

Maria Luiza Pontual e **Andréa Domingues**, pela convivência agradável e pensamento positivo sempre presente.

Juliana, Flávia, Maria, Ellen e **Aline**, pela amizade em tão pouco tempo.

Eliana Aparecida Bortolotti, pela ajuda prestada durante esses 5 anos que permaneci em Piracicaba.

Fernanda Faot, por nossas conversas durante as viagens, às vezes reclamações da vida outras só alegrias, e pela ajuda neste trabalho.

Anna Silvia Penteado Rocha, pela amizade e o apoio em Piracicaba. Minha casa e meu coração sempre terão um lugar especial para você.

Wander José, pelas boas risadas e aventuras que fizemos durante as viagens.

Cristiane Colodi Siqueira, pelas horas que passamos conversando e por toda ajuda prestada.

Gilda Maria Nascimento de Macedo, pessoa única, com um coração de mãe mesmo, sempre disposta a ajudar. Saiba que sua companhia foi e sempre será agradável. Agradeço-lhe por tudo que fez por mim desde que nossa amizade se formou.

Ao meu “mestre” **Luiz Fernando Pereira**, tanto pelos aprendizados na época de graduação, como da vida. Sempre soube diferenciar sala de aula de amizade. Meu muito obrigado!

Ao **CAISM** – Centro de Assistência Integral e Saúde da Mulher **UNICAMP**.

À **CAPES**, pela concessão de bolsa pelo tempo de estadia em Piracicaba.

Aos demais colegas do curso de pós-graduação **Sergio, André Luiz, Mauro, Rafael, Patrícia, Débora, Janaina, Ana Isabel, Márcia, Laura, Fabrício, Lucio, Fabio, André, Adriana, Etienne, Mario, Nayene, Roselaine, Daniela**.

Obrigado a todos os meus amigos que de um jeito ou de outro compartilharam muitos momentos de minha vida tornando-a muito melhor. Desejo-lhes tudo de bom na vida e muito sucesso.

“É melhor tentar, ao invés de sentar-se e nada fazer. É melhor falhar, mas não deixar a vida passar. Eu prefiro na chuva caminhar, do que em dias tristes em casa me esconder. Prefiro ser feliz embora louco, do que viver infeliz em são conformismo.”

MARTIN LUTHER KING

SUMÁRIO

RESUMO	1
ABSTRACT	2
1 INTRODUÇÃO	3
2 REVISÃO DA LITERATURA	6
3 PROPOSIÇÃO	14
4 MATERIAL E MÉTODOS	15
4.1 Material restaurador utilizado	15
4.2 Confeção dos corpos de prova	16
4.3 Condição e tempo de armazenamento dos corpos de prova	17
4.4 Avaliação dos corpos de prova antes da irradiação	18
4.5 Fonte de radiação	19
4.6 Dose de radiação nos corpos de prova	20
4.7 Avaliação da dureza e da rugosidade de superfície, após a irradiação	20
4.8 Abrasão dos corpos de prova	20
4.9 Análise estatística	21
5 RESULTADOS	22
5.1 Dureza knoop	22
5.2 Rugosidade	24
6 DISCUSSÃO	28
7 CONCLUSÃO	32
REFERÊNCIAS	33
ANEXOS	36

RESUMO

O objetivo neste estudo foi avaliar o efeito de diferentes doses de radiação X produzida a partir do Cobalto-60, em dois tipos de materiais odontológicos: o compósito Filtek™ A110 3M, utilizado para restauração de dentes anteriores; e o compósito condensável SureFil™ indicado para restauração de dentes posteriores. Foram confeccionados 70 corpos de prova, dos quais 25 foram destinados ao teste de dureza Knoop e 50 ao teste de rugosidade de superfície. Depois de confeccionados, os corpos de prova foram acondicionados em caixas de acrílico e submersos em água destilada por um período de 24 horas, tendo com finalidade obter-se a estabilização química dos materiais. Após esse período, foram submetidos ao teste de Microdureza e de rugosidade de superfície. Obtidas essas medidas, os corpos de prova foram submetidos à irradiação, com as seguintes doses: 0,25Gy; 0,50Gy; 0,75Gy; 1Gy. Passadas 24 horas da irradiação, os mesmos 25 corpos de prova foram novamente submetidos ao teste de microdureza e os mesmos 50 ao teste de rugosidade. Logo após a realização do teste de rugosidade, os 50 corpos de prova foram submetidos à abrasão, sendo a seguir submersos em água destilada, permanecendo por 24 horas. Após esse período, um terceiro teste de rugosidade de superfície foi realizado nesses corpos de prova. De posse das medidas obtidas e após estas serem submetidas à análise estatística – Teste Tukey e o teste T pareado, observou-se que os tipos de compósitos irradiados apresentaram uma redução estatisticamente significativa, nos valores de dureza Knoop, quando comparados ao material não irradiado; entretanto não foi observada diferença significativa entre os grupos irradiados. Quando avaliada a rugosidade, observou-se que não houve diferença entre o grupo controle e o irradiado; entretanto houve diferença estatisticamente significativa, dentro de cada grupo, antes e após os corpos de prova terem sido submetidos à abrasão. Conclui-se que, portanto, que a irradiação influenciou a dureza Knoop, mas não interferiu na rugosidade dos dois compósitos avaliados.

ABSTRACT

The aim of the present study was to evaluate the effects of different x radiation doses produced by cobalt-60 teletherapy unit on two types of restorative dental materials: 3M Filtek™ A110 used for forward teeth restorations and condensable SureFil™ used for back teeth restorations. Seventy five specimens were fabricated, 25 were submitted to Knoop hardness test and 50 to surface roughness. Next, the samples were immersed in distilled water in an acrylic support for chemical stabilization for 24 hours, and evaluated before irradiation test. Afterwards the samples were submitted to microhardness test and to surface roughness. Subsequently, samples were irradiated with single doses of 0,25Gy; 0,50Gy; 0,75Gy; 1Gy. Twenty four hours after irradiation, the same samples were evaluated considering both tests — roughness and microhardness. After these procedures, the 50 samples used for the roughness surface evaluation were submitted to abrasion and stored in distilled water for 24 hours. After this period, the roughness surface were again analyzed. Data were submitted to Tukey test and to paired t-test, and it was observed that the two irradiated composites had a statistically significant reduction in Knoop hardness values when compared to non-irradiated composites adversely, no statically significant differences were found among the irradiated groups. Regarding surface roughness, no statistically significant difference was observed in the comparisons between the control group and irradiated group, however statistically significant differences were found inside each group, before and after the samples have been submitted to abrasion. It was concluded that the x-irradiation influenced the Knoop hardness, therefore it did not interfere on the surface roughness of the two restorative composite evaluated.

1 INTRODUÇÃO

Visando a melhoria dos materiais, as radiações ionizantes são atualmente empregadas em diversas áreas, tais como: indústrias de produtos gráficos, automobilísticos, aeroespaciais, elétricos e eletrônicos. Em verdade, as radiações ionizantes são empregadas em praticamente todos os campos das atividades humanas, e nas indústrias de produtos médicos e alimentícios onde em particular servem para a preservação e esterilização. A radiação vem contribuindo também na redução da poluição ambiental e nos custos de certos produtos, pela diminuição do uso de produtos químicos utilizados na esterilização, ou na fabricação de celulose. Na Odontologia e Medicina, a radiação é utilizada principalmente para auxiliar no diagnóstico e na terapia de certos estados patológicos. Atualmente os exames auxiliares de diagnóstico médico-odontológico são as radiografias e tomografias, que utilizam radiação ionizante.

Dentre os pacientes portadores de câncer na região de cabeça e pescoço, mais da metade recebem radioterapia como método de tratamento, podendo ser indicado de forma exclusiva ou associado a outros métodos terapêuticos. A radioterapia é um método de tratamento do câncer que utiliza feixe de radiação ionizante e tem por finalidade destruir as células tumorais, minimizando danos às células vizinhas. Para isso, a dose total administrada deve ser fracionada em aplicações diárias que são pré-calculadas. A radioterapia pode ser exclusiva, utilizada para cura total da doença, mas ainda pode ser remissiva, profilática, paliativa ou ablativa. Em combinação com a cirurgia, poderá ser pré, trans, e pós-operatória, e, em relação à quimioterapia, pode ser realizada antes, durante ou após. As fontes utilizadas para a radioterapia sejam raios X, gama ou elétrons advém de isótopos radioativos tais como o cobalto-60 ou de aceleradores de partículas.

Pesquisadores da área de saúde têm demonstrado muito interesse e preocupação em relação ao câncer, porque na maioria dos casos é uma doença

silenciosa, sendo descoberta, muitas vezes, em estágios avançados de sua evolução. Por essa razão, o tratamento normalmente é mais agressivo, sendo composto por cirurgia, radioterapia e quimioterapia, isolados ou associados, dependendo do estágio de evolução e da natureza biológica do neoplasma maligno. Durante o tratamento de câncer de cabeça e pescoço, que necessitam de radioterapia como método exclusivo ou associado a outros métodos, as doses de radiação empregadas podem chegar a até 80 Gy, fracionadas em doses diárias. Portanto, na cavidade oral, os dentes e os materiais odontológicos de todos os pacientes que recebem esse tipo de terapia ficam expostos à ação da radiação. Essa modalidade terapêutica tem obtido altos índices de cura e maiores índices de sobrevivência, porém, os efeitos colaterais oriundos da radioterapia são graves. Esses efeitos secundários originam-se de danos diretos sobre os tecidos locais e, dentre as alterações mais frequentemente encontradas pelos pesquisadores da área de saúde, cita-se a xerostomia, a mucosite, a cárie de radiação, a candidíase, necrose tecidual leve, alterações odontogênicas e osteorradionecrose. Pesquisas nesse campo trazem conhecimento e podem ajudar a aumentar a qualidade de vida dos pacientes.

Pesquisadores como Pajari *et al.* (1995), Kielbassa *et al.* (1999), Sol Silverman (1999) da área de saúde têm mostrando interesse nos efeitos colaterais da radiação nos tecidos da cavidade oral, como glândulas, músculos, e tecido dentário, mas não têm estudado com a devida frequência os efeitos ocorridos nos diversos materiais odontológicos encontrados na cavidade oral de pacientes que sofrem tratamento com radioterapia. Com o avanço da odontologia restauradora, materiais como os compósitos, os ionômeros e as cerâmicas têm sido empregados para a reabilitação oral, sendo que estes materiais necessitam ter certas propriedades para conseguir maior longevidade nas restaurações. Dentre as quais, o material restaurador necessita ter dureza semelhante ao dente, para resistir ao desgaste provocado no meio bucal pela mastigação, bruxismo e escovação com dentífricos, e ainda apresentar a maior lisura possível, para

diminuir a formação de placa bacteriana causadora da inflamação gengival e de cáries dentárias.

Durante a radioterapia de cabeça e pescoço, os materiais restauradores recebem radiação ionizante que podem provocar alterações significativas em suas propriedades e isso pode ter grande relevância clínica. Portanto, neste trabalho avaliou-se a influência da radiação em dois compósitos odontológicos, SureFiltm e Filtektm A110, quanto à dureza e à rugosidade, produzida pela radiação.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Kamel & Néri (1979), relataram em seu estudo a ação da radiação gama na carga inorgânica dos compósitos odontológicos tratados e não tratados com agentes de união. A carga inorgânica foi irradiada com 0,4 Mrad de raios gama. As amostras dos compósitos passaram pelo teste de tensão compressiva, teste de dureza e teste de resistência à abrasão. Tanto os testes de dureza quanto os teste de tensão compressiva mostraram a mesma tendência, ocorrendo uma melhora significativa nos compósitos irradiados. Porém, os resultados obtidos na resistência à abrasão foram muito próximos ao desempenho esperado numa restauração dental.

Kimura (1980a), em seu estudo relatou o efeito da radiação de até 10^7 r, primeiramente na resistência do material base, parte soldável e parte de adesão do polimetilmetacrilato. Os corpos de provas passaram pelos testes e foram expostos a irradiação de Co_{60} que variou de 10^5 r até 10^7 r. Observou que os corpos de provas tornaram-se ligeiramente mais fortes em relação à resistência a tração em dose de até 10^6 r, mas deterioraram conforme aumentava a dose de radiação. Já quanto ao percentual de alongamento não observou nenhuma alteração dos corpos de provas irradiados com até 10^7 r. No teste de elasticidade longitudinal dos corpos de provas irradiados não ocorreu alteração até 10^6 r, mas aumentou conforme aumentava a irradiação. Quanto à eficiência de união dos corpos de provas não foi observada alteração devido à irradiação. A relação entre a dose de irradiação e o limite de dobramento do material base e o aderido por polimerização a frio não apresentaram alteração, mas o soldado e aderido por polimerização a quente mostraram deterioração. A relação de dose e a deflexão a falha não mostrou alteração até a dose de 10^6 r, mas diminuiu a 10^7 r. A relação entre a dose de irradiação e a elasticidade de dobramento aumentou em tendência similar.

Burnay (1980), em seu estudo, verificou as alterações que ocorreram nas estruturas da resina epóxi em nível molecular pela irradiação das amostras com 475 KeV em um acelerador Van der Graaf. O resultado encontrado pela análise dos espectros na resina epóxi irradiada mostrou que ocorreram alterações químicas e essas alterações podem alterar a estrutura em nível molecular e ainda afetar as propriedades macroscópicas da resina epóxi.

Kimura (1980b), em seu estudo investigou a melhora da resistência a abrasão no polimetilmetacrilato dental usando monômeros de ligação cruzada para cobrir o polimetilmetacrilato e irradiando com uma dose total de $5,5 \times 10^6$ r para realizar reação de ligação e melhoria na densidade da ligação, melhorando a resistência à abrasão do polimetilmetacrilato dental. A fonte de irradiação utilizada nesse estudo foi o Co_{60} . Concluiu-se com essa pesquisa que adicionando-se um composto dialil para poliéster insaturado, cobrindo o material com catalizador de metiletilcetona peróxido e cobalto ácido naftênico e irradiando com Co_{60} houve enriquecimento da densidade da ligação cruzada após o processo de prensa a quente.

Schnabel (1981) relatou que a radiação ionizante não é absorvida como à luz visível. A radiação ionizante é absorvida quando ocorre interação com o núcleo dos átomos ou com os elétrons ao redor deles, por meio de três processos: efeito fotoelétrico, efeito Compton, e formação de pares. Polímeros expostos à radiação ionizante podem sofrer ligação cruzada ou quebra da cadeia principal, em decorrência da formação de radicais livres. As propriedades mecânicas dos polímeros como, por exemplo: dureza e elasticidade podem ser melhoradas quando ocorrem ligações cruzadas devido à radiação. Já a solubilidade diminui com o aumento da dose. Entretanto, altas doses podem tornar o polímero muito duro e friável.

Burnay (1982), novamente, estudando as alterações estruturais que ocorrem na resina epóxi pela irradiação nas amostras, encontrou resultados que

mostraram que ocorreu uma alteração química nas resinas epóxi e concluiu que os radicais instáveis podem dar origens a alterações estruturais, em longo prazo.

Kimura (1982), nessa linha de estudo, investigou o efeito da ligação cruzada pela irradiação de feixe de nêutron em vez de irradiação com Co_{60} , na tentativa de melhorar o polimetilmetacrilato dental em relação à resistência a abrasão e a resistência à raspagem. O resultado encontrado nesse estudo com irradiação de feixe de nêutron de $5,4 \times 10^{13}$ n/cm² segundos por 1-20 minutos foi que ocorreu uma progressão na fragilidade junto com o endurecimento, e foi difícil esperar uma melhora na resistência a raspagem com o material coberto pela ligação cruzada usado nesse estudo, exceto no tempo de 4 minutos onde ocorreu uma melhora no reforço da ligação cruzada.

von Fraunhofer *et al.* (1989) estimaram, à época, que de 44.000 novos casos de câncer maxilofacial e de pescoço, 78% receberiam radiação como tratamento primário ou complementar. Da dose terapêutica média de 75 Gy recebidas por esses pacientes, 80% dessa dose atingem outros tecidos, além do alvo. Sabe-se que a população no geral tem restaurações dentárias, mas pouco se sabe dos efeitos da radiação sobre os materiais restauradores. Nesse estudo utilizaram 4 resinas e um amálgama, confeccionando-se 100 amostras para cada material. As amostras foram confeccionadas com 3mm de espessura por 6mm de diâmetro e armazenadas por 24 horas. Sete grupos foram criados e expostos a 2, 5, 10, 20, 50 e 80 Gy, respectivamente. Foram novamente armazenadas por 24 horas, antes dos testes de elasticidade, microdureza, alteração dimensional pela absorção de água e solubilidade. Para o teste de microdureza, foi utilizado um aparelho de microdureza Buehler Micromet semi-automático com carga de 50 g. Para as resinas fotopolimerizáveis, a dureza de subsuperfície foi significativamente maior que a dureza da superfície, mas não houve diferença da dureza de superfície e subsuperfície para as resinas autopolimerizáveis. A irradiação não teve efeito significativo na dureza das resinas autopolimerizáveis, ao contrário das resinas fotopolimerizáveis, que tiveram um aumento na dureza da

superfície e subsuperfície proporcional ao aumento das doses de irradiação. O aumento da dureza foi significativo a partir da dose de 10 Gy. A resistência elástica diametral em nenhuma das 4 resinas foi afetada, nem o amálgama. A irradiação também não produziu efeito na estabilidade dimensional. O comportamento da absorção de água foi comparável nas resinas Valux, P50 e Concise, e não comparável na resina Silux Plus. A irradiação não teve efeito significativo na solubilidade dos materiais Concise e Valux, porém nas resinas P50 e Silux Plus a irradiação produziu um efeito significativo na solubilidade. Os autores concluíram, então, que não há efeito prejudicial nas propriedades de materiais restauradores submetidos à irradiação gama, em níveis terapêuticos.

Curtis *et al.* (1991), avaliaram a ação da radiação no desgaste em resinas, para isso foram confeccionados corpos de prova de 3mm de espessura e 6mm de diâmetro de 4 resinas diferentes. A fonte de irradiação foi o Co_{60} e os corpos foram expostos a 2, 5, 10, 20, 50 e 80 Gy. Um grupo de 10 corpos de cada material foi usado como controle. A espessura foi medida em três pontos, com compasso de calibre (Mitutoyo Mfg.Co, Tokyo, Japão), e feita à média. Os corpos foram submetidos sucessivamente a 100, 200, 300, 400 e 500 ciclos de abrasão, com lixa d'água 600, abrasiva, composta de silício e carbureto. Após cada série de ciclo, nova medida foi realizada em três pontos e a média feita. O desgaste foi calculado com perda em milímetros na altura, para cada conjunto de espécime. Os dados de abrasão das 4 resinas foram dados como a alteração de porcentagem na espécime, após 500 raspagens com um sobre peso de 500 g. As resinas P50 e Valux exibiram um comportamento de desgaste, assim como a resina Silux Plus e Concise, tanto o controle como o irradiado, porém houve diferença marcante entre estes grupos. A resina Silux Plus e Concise exibiram índice de desgaste significativamente menor que o Valux e P50, tanto no grupo controle como no irradiado. Concluíram que o nível de exposição à radiação gama não teve efeito no índice de desgaste das resinas.

Segundo Reichmanis *et al.* (1993), a radiação de alta energia produz em um polímero excitação e ionização, formando íons e radicais livres. A irradiação de polímeros freqüentemente dá origem a produtos constituídos de moléculas pequenas. A radiação ionizante pode produzir mudanças nas propriedades físicas e mecânicas, além de induzir processos de degradação nos polímeros.

Pajari *et al.* (1995), compararam a contagem de cáries em 45 crianças tratadas de leucemia linfoblástica aguda com um grupo controle de 45 crianças. Compararam também o risco de cárie em pacientes tratados com quimioterapia, pacientes tratados com quimioterapia e radioterapia do sistema nervoso central, e pacientes que receberam transplante de medula óssea e submeteram-se a irradiação de corpo todo. Para efeito de comparação, consideraram 3 grupos. O primeiro grupo era formado por 22 crianças tratadas com quimioterapia. O segundo grupo era formado por 19 crianças tratadas com quimioterapia e radioterapia com 24 Gy, fracionados em 12 doses, na região craniana, iniciando-se o tratamento 5 a 6 semanas após diagnóstico da leucemia linfoblástica aguda. A radiação dispersa para a região de molares foi de 1,44 Gy, para a região de pré-molares e caninos 0,82 Gy e para a região anterior 0,76 Gy. O terceiro grupo era formado por 4 crianças tratadas com quimioterapia e radioterapia de corpo todo. O exame dental, após terapia, mostrou que 11 das 42 crianças com leucemia linfoblástica aguda e que 16 das 42 crianças do grupo controle tinham dentes permanentes saudáveis. Todas as crianças com leucemia linfoblástica aguda tinham 5,9 dentes cariados/faltantes/obturados, e apenas 1,7 dentes cariados/faltantes/obturados no grupo controle. O segundo grupo tinha mais cáries que o grupo controle e que o primeiro grupo. As crianças com leucemia linfoblástica aguda desenvolveram 2,7 novas cáries por ano, durante o tratamento, enquanto que o grupo controle desenvolveu apenas 1,1 novas cáries por ano. Com o término da terapia, as crianças com leucemia linfoblástica aguda desenvolveram 1,3 novas cáries por ano, contra 0,7 do grupo controle. Crianças

com leucemia linfoblástica aguda tiveram 1,5 lesões de cárie por ano, antes do diagnóstico, contra 0,5 do grupo controle. Os 3 grupos tiveram dentes anteriores obturados com uma frequência significativamente maior que o grupo controle, e a diferença entre o terceiro grupo e os 2 primeiros também foi significativa. O risco de cárie mostrou-se aumentado não apenas durante o tratamento, mas após o término do tratamento, existindo uma relação entre a incidência de cárie e a terapia de câncer.

Kielbassa *et al.* (1999), acreditavam que a irradiação traz conseqüências clínicas, como suscetibilidade a cárie, e, portanto, o esmalte irradiado revelaria uma maior desmineralização. Baseado nessa idéia, o primeiro objetivo dos autores foi avaliar os efeitos da irradiação no início das cáries de esmalte, sob diferentes condições de higiene oral, e um segundo objetivo foi correlacionar os dados de microdureza em seções de corte cruzado das lesões com o conteúdo de mineral, conforme determinado por microrradiografia transversal. O estudo *in situ* não revelou qualquer efeito de irradiação na suscetibilidade de cárie, não afetando a microdureza do esmalte, sugerindo que qualquer alteração induzida pela irradiação da microestrutura seja química e não física.

Segundo Sol Silverman (1999), as abordagens terapêuticas utilizadas para proporcionar a sobrevivência de pacientes com tumores também propiciam o aparecimento de efeitos indesejáveis tais como: mudanças mucocutâneas, perda do paladar, comprometimento da função salivar, manifestação de cáries dentárias e osteorradionecrose, dentre outras complicações. Os efeitos nos dentes dependem primeiramente das mudanças no fluxo e conteúdo da saliva, mas a irradiação direta pode, de alguma forma, alterar os componentes orgânicos e inorgânicos, tornando os dentes mais suscetíveis a descalcificação.

Willian & Tlwaites, em 2000, relataram que os equipamentos de Co₆₀ foram por muitos anos utilizados para a radioterapia devido a sua confiabilidade e

mínimas exigências de manutenção, apesar da fonte de cobalto 60 necessitar de substituição pelo menos de cinco em cinco anos. Atualmente os aceleradores lineares tornaram-se os equipamentos de escolha na radioterapia, estando disponíveis com uma larga gama de opções, por exemplo, podem ter controle por computador, múltiplos colimadores e ainda apresentam mínima penumbra e feixes simétricos.

Tanoue *et al.* (2000), avaliaram a abrasão e rugosidade do material artglass, utilizando 10 espécimes; 5 de esmalte e 5 de dentina, polimerizadas com 2 lâmpadas estroboscópicas de xenônio e mais 2 grupos com 5 espécimes de esmalte cada para analisar a influência do método de polimerização. Os espécimes passaram por 20.000 ciclos na máquina de escovação. Na comparação à abrasão e aspereza do esmalte e dentina, o primeiro foi significativamente mais baixo que a dentina com a fonte de luz de xenônio. Para a comparação entre os tipos de unidades fotopolimerizadora utilizou-se tubo de xenônio, tubo fluorescente e lâmpada halóide. A abrasão quando utilizado lâmpada halóide foi significativamente menor que as outras fontes polimerizadoras e que não foram estatisticamente significantes entre si. Na aspereza a lâmpada halóide e o tubo de xenônio não foram estatisticamente significantes, mas foram menores que a outra fonte.

Haque *et al.* (2001), examinaram diversas alterações nas propriedades de resina, dentre essas, o número Vickers de dureza e a abrasão. Utilizaram placas de resina UDMA sem carga, que foram fotopolimerizadas e expostas a radiação de íon ^{12}C e raio gama. Para dureza, foram confeccionados diversos corpos de prova, a partir das placas, e armazenados em banho-maria até o uso. As medidas do número Vickers de dureza para o grupo controle e radiados com íon ^{12}C e gama foram realizados em intervalos de 6, 12, 24, 48, 72, 144, 288 e 576 horas, sob carga de 25 g por dez segundos. Os valores do número Vickers de dureza tornaram-se quase constantes, após 72 horas. O número Vickers de dureza para as amostras irradiadas com íon ^{12}C foram aumentadas em 40%,

quando comparadas com a radiação gama, que foi de 19%, em relação ao controle. Portanto, o grau de dureza aumentou 2 vezes mais para irradiação com íon ^{12}C , em relação a radiação gama, para mesma dose (640Gy). Para a abrasão, foram confeccionados corpos de prova a partir das placas, polidos por 30 minutos no abrasivo com escova fixada a um polidor, operando a 3000rpm e com uma carga de 100 g. A perda de peso foi diminuída em 30% nas amostras irradiadas com íon ^{12}C , enquanto que a radiação gama mostrou uma alteração menor.

Sperandio *et al.* (2001), avaliaram o efeito da radiação gama na força da adesão dentinária e morfologia de superfície da dentina. Para isso utilizaram 40 pré-molares divididos em 2 grupos: um controle, armazenado em solução salina, e um grupo irradiado com 25 KGy por 6 horas, para esterilização. O esmalte foi desgastado até a dentina e sobre a superfície um cilindro de resina composta de 3mm de diâmetro foi construído, em 3 camadas, seguindo as instruções do fabricante. Os dentes foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas, antes do teste de cisalhamento. A força de adesão, tanto para o grupo controle quanto para o irradiado, não apresentou diferença estatisticamente significativa. Na microscopia eletrônica de varredura, tanto a dentina irradiada como a dentina do grupo controle mostraram-se similares. As alterações detectadas nos dentes irradiados provavelmente consistiram de resíduos celulares, devido à proximidade da câmara pulpar.

3 PROPOSIÇÃO

A proposta neste trabalho foi de avaliar a influência da radiação X produzida a partir do cobalto 60 nos compósitos odontológicos, SureFil™ da Dentisply e Filtek™ A110 da 3M, quanto a dureza e a rugosidade.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material restaurador utilizado

Para a avaliação da influência da radiação no material restaurador, foram selecionados dois tipos de compósitos de grande utilização na odontologia em restaurações da cavidade bucal. Os compósitos utilizados nesta pesquisa foram Filtek™ A110, para restauração de dentes anteriores (3M ESPE Dental Products, Saint Paul, MN, USA), e SureFil™ condensável (Dentsply Caulk, Milford, DE, USA), para restauração de dentes posteriores.



Figura 1 – Em A resina SureFil condensável para dentes posteriores; em B resina Filtek™ A110 para dentes anteriores.

4.2 Confeção dos corpos de prova

Os corpos de prova dos dois compósitos foram confeccionados com 2 mm de espessura por 5 mm de diâmetro, num total de 75 corpos de prova, sendo 25 deles utilizados para o teste de dureza Knoop e 50 para o teste de rugosidade de superfície e abrasão. Para a confecção desses corpos de prova foi utilizada espátula de inserção nº 01, para condensar o compósito numa matriz metálica bipartida. Sobre o compósito condensado foi colocado uma tira de poliéster probem (Degussa Dental) e uma placa de vidro de 40 mm de comprimento, 20 mm de largura e 2,5 mm de espessura, para que se pudesse obter uma superfície plana, lisa e paralela às bordas da matriz metálica. Esse conjunto foi colocado sob uma prensa com 2 kg de peso, para escoar o material em excesso, e fotopolimerizado com o aparelho Curing Light 2500 (3M ESPE Dental Products, Saint Paul, MN, USA), com o tempo de polimerização de 40 segundos. Os corpos de prova dos dois compósitos foram confeccionados no mesmo dia, para se obter máxima padronização, sem interferência da temperatura, tempo e umidade.



Figura 2 – Observa-se a matriz metálica bipartida utilizada para confecção dos corpos de provas

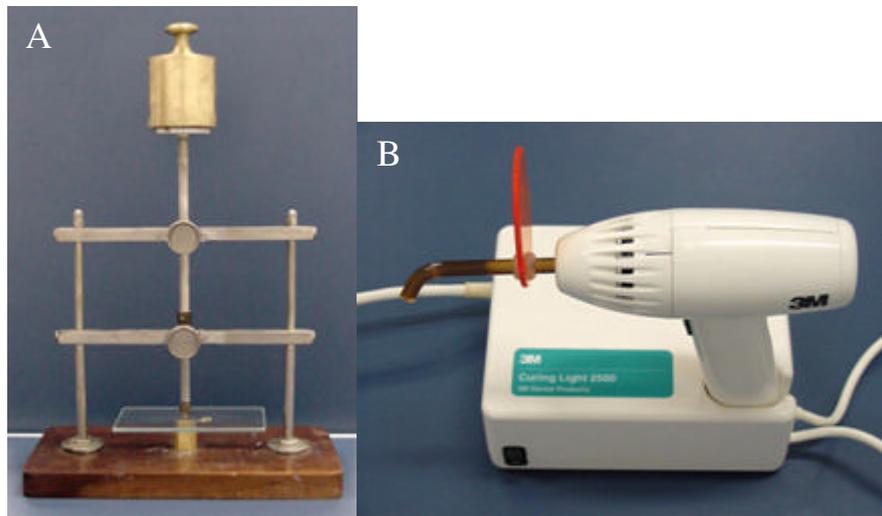


Figura 3 – Em A prensa com o peso de 2kg utilizada para compressão dos corpos de prova e em B o fotopolimerizador Curing Ligth 2500

4.3 Condição e tempo de armazenamento dos corpos de prova

Os corpos de prova confeccionados tanto para avaliação de dureza como para rugosidade foram enumerados e acondicionados em suportes de acrílico divididos em forma de gavetas. Esses suportes foram então armazenados em água destilada por 24 horas, para que houvesse uma estabilização química, antes de ser avaliados e irradiados.



Figura 4 – Os corpos de prova armazenados no suporte de acrílico em forma de gaveta para as diferentes doses.

4.4 Avaliação dos corpos de prova antes da irradiação

Após as 24 horas de armazenamento, todos os corpos de prova foram mensurados em relação à dureza e a rugosidade. Para a avaliação da dureza, 25 corpos foram mensurados utilizando-se um microdurômetro HMV-2000 da disciplina de Materiais Dentários (Shimadzu, Japão) com carga de 50 gramas por 10 segundos. Foram realizadas 5 medidas em partes distintas de cada corpo de prova e obtida a média das medidas para cada corpo. Para a avaliação da rugosidade, 50 corpos de provas foram levados ao rugosímetro SurfCorder da disciplina de Materiais Dentários, (Japão), e, para o teste de rugosidade, foram realizadas 3 leituras em 3 partes distintas de cada corpo de prova (ANSI, ? 0,250mm, GAUS, Ln 1.250mm, V 500 e velocidade de 0,100mm/s) e feitas as médias das leituras para cada corpo, sendo as medidas utilizadas para confirmar padronização.

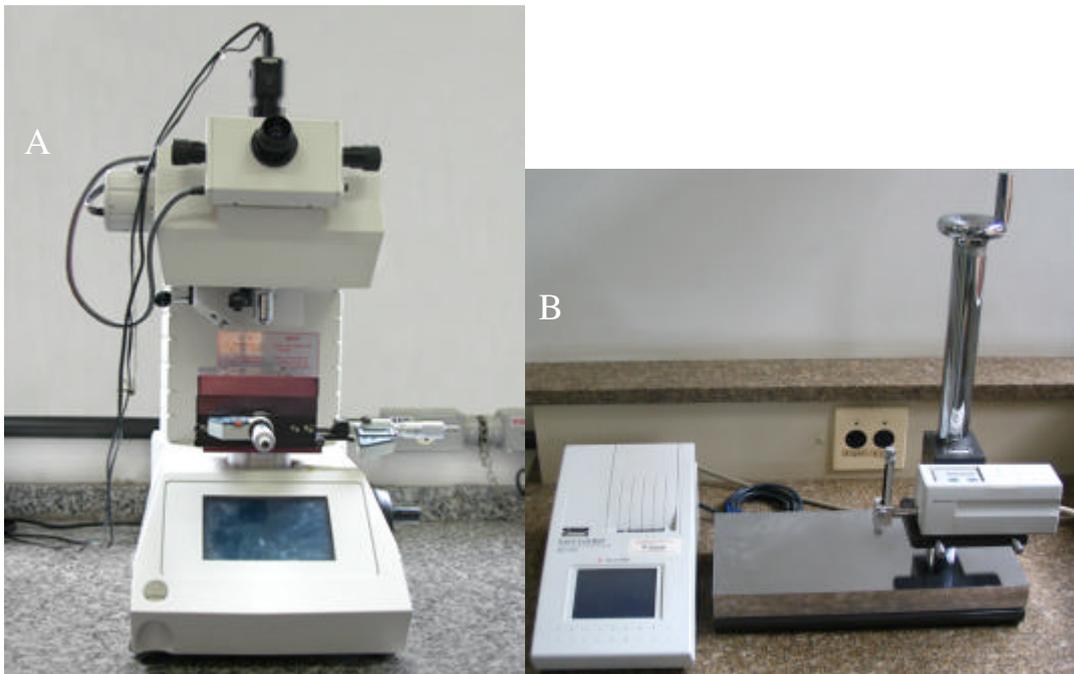


Figura 5 – Em A aparelho usado para avaliar a microdureza dos corpos de prova. Em B aparelho usado para avaliar a rugosidade dos corpos de prova.

4.5 Fonte de radiação

Para irradiar os corpos de prova, foi utilizada uma fonte de Cobalto 60 com energia de 1,25 MeV, com emissão de radiação gama, que tem a mesma natureza da radiação X.



Figura 6 – Aparelho de cobalto 60 para radioterapia – CAISM - UNICAMP

4.6 Dose de radiação nos corpos de prova

Os corpos de prova foram armazenados por duas semanas, após a avaliação inicial da dureza e da rugosidade de superfície, antes de serem irradiados. Eles foram divididos em 5 grupos, de acordo com a dose de irradiação. O primeiro grupo, grupo controle, não foi irradiado. O segundo grupo recebeu uma dose de 0,25 Gy, o terceiro, 0,50 Gy, o quarto, 0,75 Gy, e o último recebeu uma dose de 1 Gy.

4.7 Avaliação da dureza e da rugosidade de superfície, após a irradiação

Após a irradiação, os corpos de prova foram armazenados por 24 horas e novamente avaliados, quanto à dureza e rugosidade, empregando-se a mesma metodologia da primeira avaliação. As novas medidas foram registradas para posterior análise estatística.

4.8 Abrasão dos corpos de prova

Os corpos de prova utilizados na avaliação da rugosidade, pós-irradiação, foram submetidos à abrasão. A abrasão dos corpos de prova foi feita em uma máquina de escovação (Equilabor, Brasil) com capacidade para escovar oito corpos de prova simultaneamente, com escovas dentais da marca Kolynos Doctor (Kolynos do Brasil) de cerdas macias e hexagonais e uma pasta dental Sorriso (Kolynos do Brasil). Este ensaio foi realizado com o intuito de simular a abrasão que ocorre na cavidade bucal, decorrente da escovação. Após o preparo de todos os corpos de prova na máquina, estes foram submetidos a 30.000 ciclos cada e com escovas novas para cada corpo de prova.

Após a abrasão, os corpos de provas foram armazenados por 24 horas e reavaliados, quanto à rugosidade de superfície.

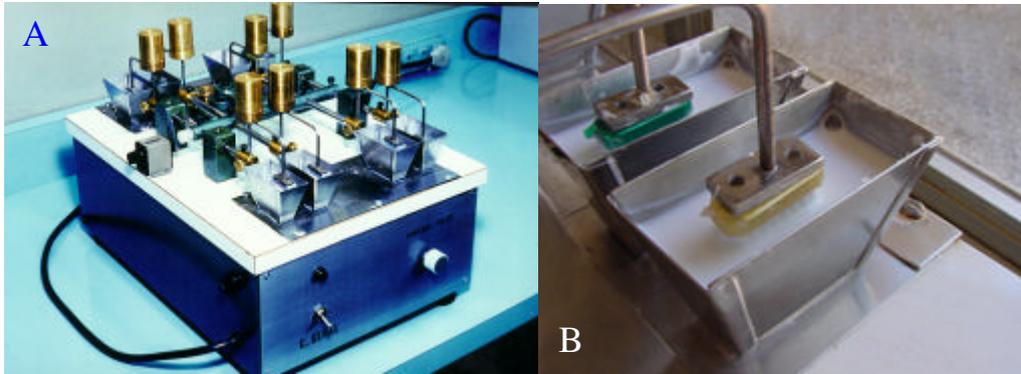


Figura 7 – Em A uma vista geral da máquina de escovação para oito corpos de prova simultaneamente. Em B uma vista aproximada das cubas onde os corpos de prova eram submetidos a escovação.

4.9 Análise estatística

Os valores de dureza Knoop e de rugosidade de superfície dos dois compósitos, após a irradiação e após abrasão, foram tabulados e submetidos à análise estatística, utilizando-se para isso a análise de variância e teste Tukey, com nível de significância de 5% e teste T pareado.

5 RESULTADOS

Os resultados obtidos para as variáveis estudadas após a realização dos ensaios propostos estão apresentados nas tabelas e figuras a seguir.

5.1 Dureza knoop

Os resultados referentes à Dureza Knoop após as diferentes doses de irradiação das resinas Filtek™ A110 e SureFil™ condensável estão demonstrados na Tabela 1 e Figuras 8 e 9. Diferenças estatísticas ($p < 0,05$) foram observadas nas duas resinas fotopolimerizáveis estudadas nos grupos irradiados quando estes foram comparados com o grupo controle.

Tabela 1

Dureza Knoop (médias \pm desvio padrão) da resina Filtek™ A110 e SureFil™ nos cinco grupos após as diferentes doses de irradiação.

Resinas	Grupos				
	Controle	0.25Gy	0.50Gy	0.75Gy	1Gy
Filtek™ A110	33,48 ($\pm 0,49$) A	29,68 ($\pm 1,51$) B	30,34 ($\pm 1,54$) B	30,10 ($\pm 1,08$) B	30,93 ($\pm 0,88$) B
SureFil™	61,40 ($\pm 1,08$) A	56,63 ($\pm 1,95$) B	53,48 ($\pm 1,66$) B	56,72 ($\pm 1,71$) B	56,48 ($\pm 1,88$) B

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes nas linhas diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Assim, pode-se afirmar que houve uma redução na dureza Knoop das duas resinas testadas. Verificou-se ainda, que não houve diferença estatística da

dureza Knoop entre os grupos irradiados ($p > 0,05$) o que pode ser melhor visualizado nas figuras 8 e 9.

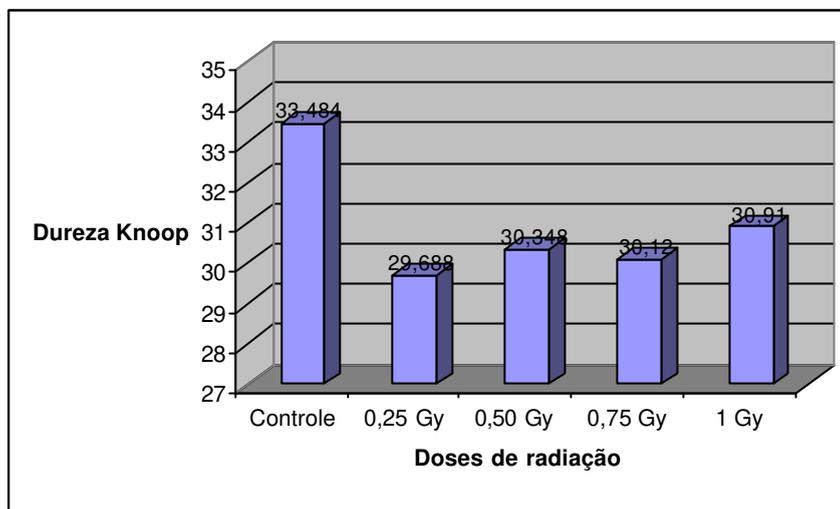


Figura 8 - Gráfico dos valores da dureza Knoop da resina Filtek™ A110 nos grupos: controle e após a irradiação.

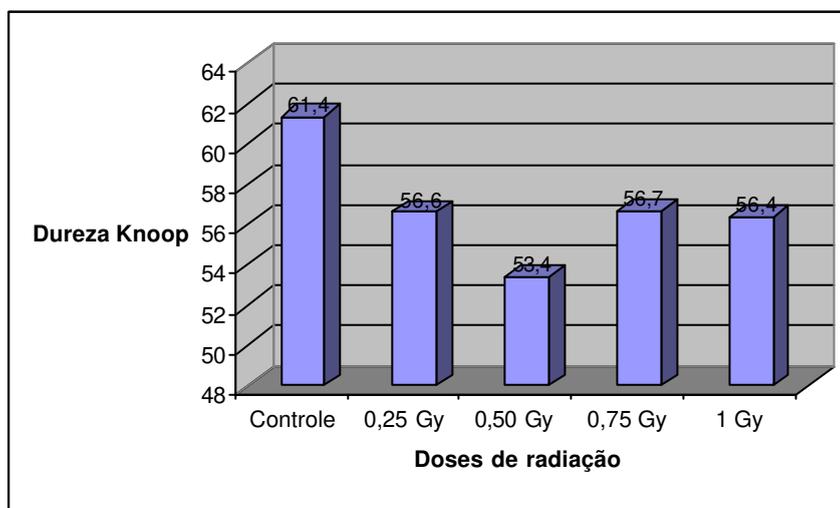


Figura 9 - Gráfico dos valores da dureza Knoop da resina SureFil™ nos grupos: controle e após a irradiação.

5.2 Rugosidade

Os resultados referentes à Rugosidade após a aplicação das diferentes doses de irradiação na resina Filtek™ A110 e após a abrasão estão apresentados na Tabela 2 e Figura 10.

Tabela 2

Rugosidade (médias \pm desvio padrão) da resina Filtek™ A110 nos cinco grupos após as diferentes doses de irradiação e após a abrasão do material.

Tratamentos	Grupos				
	Controle	0.25Gy	0.50Gy	0.75Gy	1Gy
Pós irradiação	0,13(\pm 0,03) Aa	0,15(\pm 0,04) Aa	0,18(\pm 0,13) Aa	0,19(\pm 0,11) Aa	0,18(\pm 0,11) Aa
Pós abrasão	0,50(\pm 0,32) Ab	0,61(\pm 0,32) Ab	1,01(\pm 0,73) Ab	0,64(\pm 0,43) Ab	0,84(\pm 0,41) Ab

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si nas linhas pelo Teste de Tukey e médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste t pareado ($p < 0,05$).

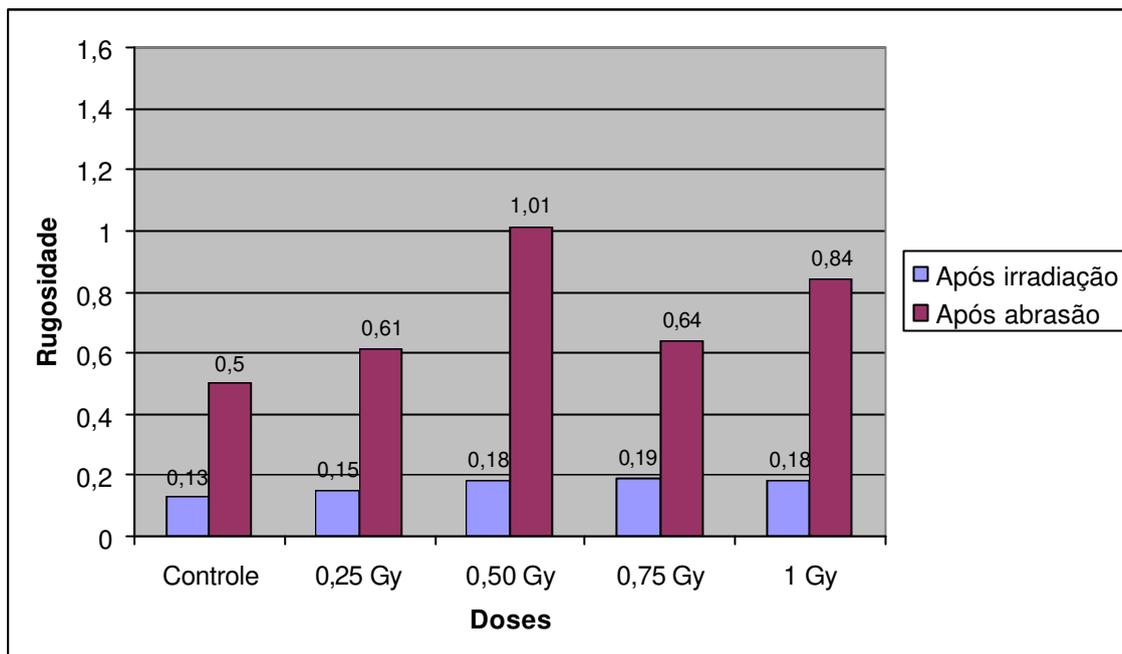


Figura 10 - Gráfico dos valores da rugosidade na resina Filtek™ A110, nos grupos: controle, após a irradiação e após a abrasão.

Observando-se a Tabela 2 e a Figura 10 não foram detectadas diferenças estatísticas ($p > 0,05$) para a variável rugosidade nos grupos irradiados quando estes foram comparados com o grupo controle.

Observando-se a Tabela 2 e a Figura 10 constatou-se que houve aumento estatisticamente significativo ($p < 0,05$) da rugosidade após a abrasão em todos os grupos estudados, irradiados e controle. Na comparação das rugosidades após abrasão entre os grupos irradiados e controle não se verificou diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

Os resultados referentes à Rugosidade após a aplicação das diferentes doses de irradiação na resina SureFil™ e após a abrasão estão apresentados na Tabela 3 e Figuras 11.

Tabela 3

Rugosidade (médias \pm desvio padrão) da resina SureFil™ nos cinco grupos após as diferentes doses de irradiação e após a abrasão do material.

Tratamentos	Grupos				
	Controle	0.25Gy	0.50Gy	0.75Gy	1Gy
Pós irradiação	0,26(\pm 0,25) Ab	0,26(\pm 0,16) Ab	0,28(\pm 0,27) Ab	0,24(\pm 0,1) Ab	0,27(\pm 0,27) Ab
Pós abrasão	1,16(\pm 0,36) Aa	0,81(\pm 0,42) Aa	1,01(\pm 0,41) Aa	0,79(\pm 0,33) Aa	0,95(\pm 0,30) Aa

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si nas linhas pelo Teste de Tukey e médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste t pareado ($p < 0,05$).

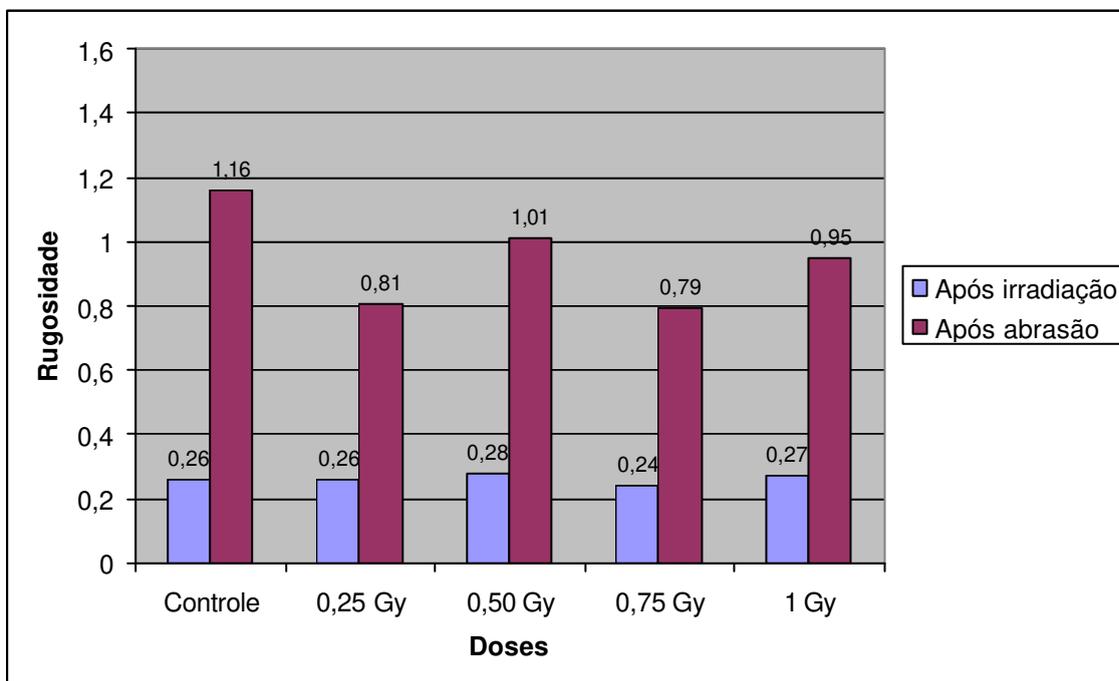


Figura 11 - Gráfico dos valores da rugosidade na resina SureFil™, nos grupos: controle, após a irradiação e após a abrasão.

Observando-se a Tabela 3 e a Figura 11 não foram detectadas diferenças estatísticas ($p > 0,05$) para a variável rugosidade nos grupos irradiados quando estes foram comparados com o grupo controle.

Observando-se a Tabela 3 e a Figura 11 constatou-se que houve aumento estatisticamente significativo ($p < 0,05$) da rugosidade após a abrasão em todos os grupos estudados, irradiados e controle. Na comparação das rugosidades após abrasão entre os grupos irradiados e controle não se verificou diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

6 DISCUSSÃO

O Cobalto 60 por seu alto valor energético de radiação e confiabilidade (Willians & Tlwaites, 2000) vem sendo utilizado em tratamentos radioterápicos, primário ou complementar, de pacientes portadores de câncer maxilofacial e de pescoço.

A dose média de radiação recebida por pacientes portadores de neoplasias de cabeça e pescoço é de 75 Gy, Von Fraunhofer *et al.* (1989). Pajari *et al.* (1995) demonstraram que esta radiação fracionada em sessões ocasiona uma dispersão de 1,44 Gy para a região de molares, 0,82 Gy para região de pré-molares e canino e 0,76 Gy para a região de dentes anteriores.

Uma das desvantagens da utilização da radiação no tratamento de tumores malignos é que além da região confinada ao tumor, outros tecidos e estruturas não envolvidos são afetados. Complicações como perda de paladar, osteoradionecrose e cárie dentária secundária são comuns. Entretanto a radiação pode afetar de alguma forma componentes orgânicos e inorgânicos expostos a ela (Sol Siverman, 1999). Sabe-se que os materiais restauradores como as resinas fotopolimerizáveis são basicamente compostas por carga orgânica e inorgânica. Em virtude da radiação X e Gama possuir pequeno comprimento de onda e alta energia de seus fótons acredita-se que esta possa desencadear alterações nas propriedades físicas e químicas de materiais restauradores.

Os resultados das análises das propriedades físicas dos materiais estudados, Filtek™ A110 e Surefil™ condensável, mostraram que estes materiais sofreram efeito da radiação com Cobalto 60 nas quatro doses estudadas para a variável dureza Knoop (Tabela 1). Uma diminuição estatisticamente significativa ($p < 0.05$) foi observada na dureza Knoop destes materiais após a irradiação quando estes foram comparados ao grupo controle.

Utilizando radiação corpuscular, Kimura (1982) estudou o efeito de nêutrons para melhorar as propriedades do polimetilmetacrilato e também encontrou uma progressão na fragilidade deste material. Entretanto resultados

encontrados neste estudo foram contrários aos descritos por Kamel & Néri (1979), que obtiveram uma melhora significativa nos valores de dureza e tensão compressiva em compósitos irradiados.

Os resultados de dureza para os dois compósitos foram também contrários ao encontrados por von Fraunhofer *et al.* (1989) e Haque *et al.* (2001) que observaram melhora significativa da dureza de materiais poliméricos quando submetidos a irradiação. Estas diferenças podem ser explicadas pelas diferentes fontes de radiação e doses de radiação utilizadas quando comparado a este estudo.

Explicações químicas e físicas são sugeridas para a diminuição da dureza dos compósitos estudados. A ocorrência de alterações químicas na estrutura molecular de materiais irradiados foi descrita por Burnay (1980) e Burnay (1982) quando este estudou o efeito da radiação em resinas epóxicas e concluiu que esta pode afetar as propriedades macroscópicas destes materiais. Outra hipótese descrita é o fato de que o processo de polimerização nos compósitos irradiados seja influenciado pela ação ionizante da radiação que provavelmente desencadeie a quebra de cadeias poliméricas (Schnabel, 1981; Reichmanis *et al.*, 1993; Sol Silverman, 1999)

Schnabel (1981) relatou que um polímero exposto à radiação ionizante pode sofrer ligações cruzadas ou quebra da cadeia principal em decorrência da formação de radicais livres, mas quando ocorrem ligações cruzadas devido à ação da radiação as propriedades mecânicas como dureza e elasticidade desses polímeros podem ser melhoradas, mas doses elevadas podem tornar o polímero duro e friável.

Além disso, Reichmanis *et al.* (1993) afirmaram que a radiação de alta energia produz em polímeros excitação e ionização, formando íons e radicais livres, dando origem a formação de moléculas pequenas podendo produzir mudanças nas propriedades físicas e mecânicas além de degradação nos polímeros.

Não foi determinada na presente pesquisa a quebra de cadeia química, contudo seria lógico crer nas justificativas apontadas por Schnabel (1981), Reichmanis *et al.* (1993) e Sol Silverman (1999) já que uma das propriedades da radiação é a formação de íons, graças à transferência linear de energia para o meio. Nesta pesquisa não foi detectada melhoria nas propriedades físicas de dureza e rugosidade nos polímeros estudados e irradiados com baixas doses de radiação.

O resultado do teste físico de rugosidade após a irradiação nos corpos de prova, nas diferentes doses de radiação empregadas para os dois compósitos estudados mostrou não haver diferença significativa entre o grupo controle e os grupos irradiados com 0,25; 0,50; 0,75 e 1 Gy (Tabela 2 e Tabela 3), o que demonstra que a exposição a radiação Cobalto 60 não influenciou esta propriedade física. Os valores de rugosidade de superfície observados nos dois compósitos estudados não estão semelhantes com aqueles descritos por Kimura (1980) que observou um melhora na resistência a abrasão e estão semelhantes com o trabalho de Curtis *et al.* (1991) que concluíram que a radiação não tem influencia na resistência a abrasão.

Com relação a rugosidade dos dois materiais restauradores irradiados após o teste de abrasão pode-se observar que esta propriedade não sofreu efeito da radiação de Cobalto 60, mas do próprio processo de desgaste mecânico cíclico de abrasão por escovação (Tabelas 2 e 3; Figuras 10 e 11). Este achado assemelha-se com o descrito por Curtis *et al.* (1991) que concluíram que o nível da exposição à radiação gama empregado não teve efeito no índice de desgaste das resinas.

Os resultados desta pesquisa, onde foram utilizadas baixas doses de radiação mostraram um efeito deletério na dureza Knoop dos polímeros estudados, resultado diferente dos encontrados por Haque *et al.* (2001) e Esperandio *et al.* (2001) que acreditam que materiais poliméricos expostos à radiação podem ter suas propriedades físicas e mecânicas melhoradas. É válido,

em função disso, supor que a radiação influencia química e fisicamente no desempenho mecânico na propriedade de dureza destes materiais, e não influência na rugosidade destes materiais. De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, corroborado pela literatura, acredita-se que os efeitos ionizantes das radiações, ainda que pequenos, são reais e predispõe a estrutura biológica e os materiais a diferentes efeitos.

7 CONCLUSÃO

Frente aos resultados obtidos e discutidos com os dados da literatura conclui-se que:

A radiação, nas doses utilizadas, tem influência na redução da dureza dos compósitos odontológicos utilizados nessa pesquisa;

O aumento da rugosidade encontrado nesta pesquisa não foi pela influência da radiação e sim pela ação da escovação

REFERÊNCIAS?

1. Burnay SG. Radiation-induced changes in the structure of an epoxy resin. **Radiat Phys Chem.** 1980; 16: 389-97.
2. Burnay SG. Radiation induced structural changes in an epoxide resin system-II. **Radiat Phys Chem.** 1982; 19(2): 93-9.
3. Curtis Jr PM, Farman AG, Von Fraunhofer JA. Effects of gamma radiation on the in vitro wear of composite restorative materials. **J Dent.** 1991; 19: 241-4.
4. Haque S, Takinami S, Watari F, Khan MH, Nakamura M. Radiation effects of carbon ions and gamma ray on UDMA based dental resin. **Dent Mater J.** 2001; 20(4): 325-38.
5. Kamel IL, Neri GA. Radiation modified filler for dental restorative composites. **Radiat Phys Chem.** 1979; 14: 603-11.
6. Kielbassa AM, Wrbas ThK, Schulte-Monting J, Hellwing E. Correlation of transversal microradiography and microhardness on in situ-induced demineralization in irradiated and nonirradiated human dental enamel. **Arch Oral Biol.** 1999; 44: 243-51.
7. Kimura H. A study on the irradiation effect of ⁶⁰Co gamma ray on dental polymethylmethacrylate bonded parts (Welding of dental polymethylmethacrylate). **J Osaka Univ Dent Sch.** 1980a; 20: 1-8.

? De acordo com a norma da UNICAMP/FOP, baseada no modelo de Vancouver. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

8. Kimura H. A study on the effect of ^{60}Co gamma ray irradiation on the abrasion of dental polymethylmethacrylate (part 1). **J Osaka Univ Dent Sch.** 1980b; 20: 43-9.
9. Kimura H. A study on the effect of ^{60}Co gamma ray irradiation on the abrasion of dental polymethylmethacrylate (part 4). **J Osaka Univ Dent Sch.** 1982; 22: 1-15.
10. Pajari U, Ollila P, Lanning M. Incidence of dental caries in children with acute lymphoblastic leukemia is related to the therapy used. **J Dent Child.** 1995; 62(5): 349-52.
11. Reichmanis E, Frank CW, O'donnell JH. **Irradiations of polymeric materials:** processes, mechanisms and applications. Washington : American Chemical Society; 1993. p. 1-7.
12. Schnabel W. **Polymer degradation:** principles and practical applications. München: Hanser International; 1981. p. 95-153.
13. Sol Silverman Jr. Complications of therapy. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.** 1999; 88(2): 122-6.
14. Sperandio M, Souza JB, Oliveira DT. Effect of gamma radiation on dentin bond strength and morphology. **Braz Dent J.** 2001; 12(3): 205-8.
15. Tanoue N, Matsumura H, Atsuta M. Analysis of composite type and different sources of polymerization light on in vitro toothbrush/dentifrice abrasion resistance. **J Dent.** 2000; 28: 355-9.

- 16.von Fraunhofer JA, Curtis Jr P, Sharma S, Farman AG. The effects of gamma radiation on the properties of composite restorative resins. **J Dent.** 1989; 17: 177-83.

- 17.Willians JR, Tlwaites DI. **Radiotherapy physics im practice.** 2. ed. Oxford: University Press; 2000. p. 20-30.

ANEXOS

Medida de dureza da resina Filtek A110 depois de irradiado

Controle

	Medida 01	Medida 02	Medida 03	Medida 04	Medida 05	Média
Corpo 01	36,6	32,0	32,2	31,9	34,9	33,52
Corpo 02	32,9	34,4	31,0	36,6	34,5	33,88
Corpo 03	34,9	34,2	35,7	32,9	32,1	33,96
Corpo 04	32,7	31,9	32,5	35,3	34,3	33,34
Corpo 05	29,3	33,1	35,8	33,8	31,6	32,72

0,25 Gy

	Medida 01	Medida 02	Medida 03	Medida 04	Medida 05	Média
Corpo 01	28,5	24,6	26,3	31,2	27,0	27,52
Corpo 02	30,0	31,4	31,6	31,9	34,7	31,92
Corpo 03	29,1	29,7	29,9	27,2	31,1	29,40
Corpo 04	27,8	28,3	30,5	31,0	32,5	30,02
Corpo 05	29,3	29,1	30,2	29,8	29,5	29,58

0,50 Gy

	Medida 01	Medida 02	Medida 03	Medida 04	Medida 05	Média
Corpo 01	30,3	30,5	30,0	30,3	30,8	30,38
Corpo 02	33,2	32,9	29,2	32,3	30,6	31,64
Corpo 03	26,2	26,3	28,3	28,3	29,4	27,70
Corpo 04	30,3	30,6	32,6	31,2	30,4	31,02
Corpo 05	30,6	30,5	31,5	31,8	30,6	31,00

0,75 Gy

	Medida 01	Medida 02	Medida 03	Medida 04	Medida 05	Média
Corpo 01	29,3	29,2	30,0	30,8	31,0	30,06
Corpo 02	29,0	30,3	30,3	27,6	26,3	28,70
Corpo 03	30,8	31,3	33,4	31,5	30,1	31,42
Corpo 04	29,5	29,2	28,4	29,6	30,9	29,52

1 Gy

	Medida 01	Medida 02	Medida 03	Medida 04	Medida 05	Média
Corpo 01	30,9	32,2	32,6	32,6	33,6	32,38
Corpo 02	32,9	30,9	27,2	30,5	29,4	30,18
Corpo 03	28,4	30,9	29,5	32,9	30,3	30,40
Corpo 04	30,8	31,2	29,2	29,8	31,9	30,58
Corpo 05	31,5	30,5	30,6	30,8	32,2	31,12

Medida de dureza da resina SureFil depois de irradiado

Controle

	Medida 01	Medida 02	Medida 03	Medida 04	Medida 05	Média
Corpo 01	61,3	64,8	60,0	60,2	62,5	61,76
Corpo 02	60,7	62,7	63,4	58,2	58,9	60,78
Corpo 03	62,4	60,0	62,4	63,9	63,8	62,50
Corpo 04	59,6	58,4	65,0	57,8	58,4	59,84
Corpo 05	65,0	63,1	60,6	60,0	61,9	62,12

0,25 Gy

	Medida 01	Medida 02	Medida 03	Medida 04	Medida 05	Média
Corpo 01	62,9	60,7	63,6	57,6	54,5	59,86
Corpo 02	55,1	54,2	54,3	56,9	53,2	54,74
Corpo 03	57,1	58,1	52,6	57,4	53,8	55,80
Corpo 04	56,0	54,7	57,8	56,4	59,4	56,86
Corpo 05	54,5	52,7	56,8	57,3	58,3	55,92

0,50 Gy

	Medida 01	Medida 02	Medida 03	Medida 04	Medida 05	Média
Corpo 01	52,3	58,6	58,7	55,6	55,5	56,14
Corpo 02	52,2	52,8	52,8	56,6	53,7	53,62
Corpo 03	51,6	53,6	54,4	52,5	54,7	53,36
Corpo 04	50,8	50,5	50,8	54,5	51,6	51,64
Corpo 05	50,7	53,6	54,1	50,4	54,6	52,68

0,75 Gy

	Medida 01	Medida 02	Medida 03	Medida 04	Medida 05	Média
Corpo 01	56,1	56,4	57,3	57,4	61,1	57,66
Corpo 02	54,5	55,7	53,5	53,0	55,9	54,52
Corpo 03	57,0	51,6	53,8	57,2	56,9	55,30
Corpo 04	54,4	56,9	58,4	62,1	61,0	58,56
Corpo 05	58,7	58,2	56,7	60,0	54,2	57,56

1 Gy

	Medida 01	Medida 02	Medida 03	Medida 04	Medida 05	Média
Corpo 01	56,1	55,5	57,7	57,0	54,9	56,24
Corpo 02	50,0	58,6	53,6	56,5	54,4	54,62
Corpo 03	57,4	51,6	52,9	55,9	56,2	54,80
Corpo 04	61,5	59,0	56,2	58,2	60,0	58,98
Corpo 05	60,7	55,3	58,0	56,8	58,0	57,76

Medida de rugosidade da resina Filtek A110 depois de irradiado

Controle

	Medida 01	Medida 02	Medida 03	Média
Corpo 01	0,1380	0,1518	0,1533	0,1477
Corpo 02	0,1439	0,1148	0,1211	0,1266
Corpo 03	0,2270	0,1594	0,1296	0,1720
Corpo 04	0,0955	0,1403	0,1960	0,1439
Corpo 05	0,1187	0,1380	0,1591	0,1386
Corpo 06	0,0957	0,0912	0,3436	0,1768
Corpo 07	0,1407	0,1613	0,1382	0,1467
Corpo 08	0,0761	0,0946	0,0913	0,0873
Corpo 09	0,0970	0,0853	0,0788	0,0870
Corpo 10	0,1118	0,1060	0,1359	0,1179

0,25 Gy

	Medida 01	Medida 02	Medida 03	Média
Corpo 01	0,0988	0,3198	0,1070	0,1752
Corpo 02	0,1624	0,3878	0,1007	0,2170
Corpo 03	0,2281	0,4135	0,1204	0,2540
Corpo 04	0,1592	0,1109	0,1149	0,1283
Corpo 05	0,1283	0,1036	0,1072	0,1130
Corpo 06	0,1068	0,1165	0,1628	0,1287
Corpo 07	0,0981	0,0933	0,2451	0,1455
Corpo 08	0,1089	0,0935	0,1293	0,1106
Corpo 09	0,1083	0,0904	0,1184	0,1057
Corpo 10	0,1473	0,1297	0,1591	0,1454

0,50 Gy

	Medida 01	Medida 02	Medida 03	Média
Corpo 01	0,0872	0,0714	0,0878	0,0821
Corpo 02	0,0726	0,0867	0,2526	0,1373
Corpo 03	0,2962	0,2794	0,1402	0,2386
Corpo 04	0,1253	0,1748	0,3756	0,2253
Corpo 05	0,1237	0,0866	0,1830	0,1311
Corpo 06	0,0895	0,0819	0,0875	0,0863
Corpo 07	0,1076	0,0909	0,1666	0,1217
Corpo 08	0,1169	0,1241	0,1550	0,1320
Corpo 09	0,1200	0,0891	0,3653	0,1915
Corpo 10	1,3630	0,0998	0,1646	0,5423

0,75 Gy

	Medida 01	Medida 02	Medida 03	Média
Corpo 01	0,0929	0,0806	0,0826	0,0854
Corpo 02	0,6799	0,2072	0,2800	0,3891
Corpo 03	0,0850	0,1311	0,1357	0,1173
Corpo 04	0,1025	0,0779	0,2109	0,1304
Corpo 05	0,0985	0,1459	0,1476	0,1307
Corpo 06	0,0784	0,0820	0,0881	0,0828
Corpo 07	0,0810	0,2262	0,1760	0,1611
Corpo 08	0,3563	0,0994	0,1133	0,1897
Corpo 09	0,1380	0,3399	0,2226	0,2335
Corpo 10	0,1896	0,1658	0,8741	0,4098

1 Gy

	Medida 01	Medida 02	Medida 03	Média
Corpo 01	0,1100	0,1136	0,1267	0,1168
Corpo 02	0,2272	0,1815	0,1180	0,1756
Corpo 03	0,2533	0,1677	0,0836	0,1682
Corpo 04	0,1876	0,1956	0,1150	0,1661
Corpo 05	0,0687	0,0763	0,0893	0,0781
Corpo 06	0,1021	0,1208	0,0891	0,1040
Corpo 07	0,1189	0,8807	0,0944	0,3647
Corpo 08	0,0863	0,1121	0,1040	0,1008
Corpo 09	0,1494	0,5150	0,6090	0,4244
Corpo 10	0,1172	0,1113	0,1492	0,1259

Medida de rugosidade da resina Filtek A110 depois de abrasionado

Controle

	Medida 01	Medida 02	Medida 03	Média
Corpo 01	0,5510	0,7189	0,7816	0,6839
Corpo 02	0,5948	0,3829	0,2230	0,4002
Corpo 03	1,0870	0,5344	0,4080	0,6765
Corpo 04	0,8374	0,4781	2,4060	1,2400
Corpo 05	0,4067	0,4191	0,2687	0,3649
Corpo 06	0,2999	0,1516	0,1752	0,2089
Corpo 07	0,2325	0,1243	0,1052	0,1540
Corpo 08	0,2200	0,2440	0,4767	0,3136
Corpo 09	0,2191	0,2925	0,3428	0,2848
Corpo 10	0,3764	0,7436	1,0300	0,7165

0,25 Gy

	Medida 01	Medida 02	Medida 03	Média
Corpo 01	0,4461	0,4229	0,3121	0,3937
Corpo 02	0,6711	0,5116	1,4480	0,8768
Corpo 03	0,2943	1,0910	1,6760	1,0200
Corpo 04	0,2333	0,1820	0,3195	0,2449
Corpo 05	0,6692	1,2850	1,2090	1,0540
Corpo 06	0,2295	1,0320	1,2290	0,8302
Corpo 07	0,6790	1,1010	0,7104	0,8301
Corpo 08	0,2468	0,4277	0,3387	0,3378
Corpo 09	0,2523	0,3463	0,2837	0,2941
Corpo 10	0,1449	0,4480	0,3284	0,3071

0,50 Gy

	Medida 01	Medida 02	Medida 03	Média
Corpo 01	0,6280	0,6052	0,3220	0,5184
Corpo 02	0,9868	0,5273	0,3218	0,6120
Corpo 03	0,8879	1,3040	1,5160	1,2360
Corpo 04	0,4224	1,8070	0,6462	0,9584
Corpo 05	1,7130	3,3690	3,2480	2,7770
Corpo 06	0,4292	0,7249	0,3090	0,4877
Corpo 07	0,7503	0,3321	0,4594	0,5139
Corpo 08	2,6890	0,4681	1,7980	1,6520
Corpo 09	1,9690	0,5568	0,3939	0,9731
Corpo 10	0,3576	0,6287	0,2303	0,4056

0,75 Gy

	Medida 01	Medida 02	Medida 03	Média
Corpo 01	0,3313	0,6399	0,2076	0,3930
Corpo 02	0,3078	0,4926	0,2877	0,3627
Corpo 03	0,4155	0,3237	0,7349	0,4913
Corpo 04	0,6074	0,6309	0,7904	0,6762
Corpo 05	1,0690	0,3528	1,7480	1,0560
Corpo 06	0,5607	0,3195	0,5291	0,4698
Corpo 07	0,3028	0,6214	0,4644	0,4629
Corpo 08	0,5789	0,6624	3,9090	1,7170
Corpo 09	0,2998	0,2627	0,2806	0,2810
Corpo 10	0,6876	0,3626	0,5474	0,5325

1 Gy

	Medida 01	Medida 02	Medida 03	Média
Corpo 01	0,5143	3,8600	0,6673	1,6810
Corpo 02	0,3663	1,6210	0,5642	0,8504
Corpo 03	0,4217	0,4648	0,3246	0,4037
Corpo 04	0,7947	0,5141	0,7689	0,6926
Corpo 05	0,4032	0,4348	0,3704	0,4028
Corpo 06	1,3950	0,6260	0,9573	0,9927
Corpo 07	0,7183	1,8870	0,7965	1,1340
Corpo 08	1,5880	1,3280	0,7344	1,2170
Corpo 09	1,1590	0,2951	0,3147	0,5895
Corpo 10	0,5252	0,7264	0,2588	0,5035

Medida de rugosidade da resina SureFil depois de irradiado

Controle

	Medida 01	Medida 02	Medida 03	Média
Corpo 01	0,4257	0,1774	0,2615	0,2882
Corpo 02	0,2016	0,2184	0,0971	0,1724
Corpo 03	1,4720	0,0635	1,3350	0,9568
Corpo 04	0,1300	0,0905	0,6198	0,2801
Corpo 05	0,1121	0,2400	0,1164	0,1562
Corpo 06	0,1681	0,6700	0,0579	0,2987
Corpo 07	0,0952	0,1466	0,1129	0,1183
Corpo 08	0,1268	0,0623	0,1793	0,1228
Corpo 09	0,0601	0,0912	0,0875	0,0796
Corpo 10	0,0544	0,0802	0,3830	0,1725

0,25 Gy

	Medida 01	Medida 02	Medida 03	Média
Corpo 01	0,0706	0,0917	0,1158	0,0927
Corpo 02	0,0962	0,0981	0,0674	0,0872
Corpo 03	0,4912	0,0764	0,0508	0,2061
Corpo 04	0,7451	0,0849	0,5651	0,4650
Corpo 05	0,2462	0,1147	0,0882	0,1497
Corpo 06	0,0712	0,1207	0,0748	0,0889
Corpo 07	0,1102	0,8062	0,1406	0,3523
Corpo 08	0,0752	0,8395	0,7897	0,5681
Corpo 09	0,1066	0,5724	0,3154	0,3315
Corpo 10	0,6928	0,0696	0,0690	0,2771

0,50 Gy

	Medida 01	Medida 02	Medida 03	Média
Corpo 01	1,2340	1,6600	0,0896	0,9945
Corpo 02	0,1020	0,8680	0,2640	0,4113
Corpo 03	0,1732	0,1346	0,8814	0,3964
Corpo 04	0,0850	0,0740	0,1633	0,1074
Corpo 05	0,0658	0,0983	0,0885	0,0842
Corpo 06	0,0778	0,2290	0,1551	0,1540
Corpo 07	0,1821	0,1379	0,1029	0,1410
Corpo 08	0,0636	0,2787	0,4995	0,2806
Corpo 09	0,0527	0,0562	0,0638	0,0576
Corpo 10	0,1594	0,4295	0,1059	0,2316

0,75 Gy

	Medida 01	Medida 02	Medida 03	Média
Corpo 01	0,4297	0,1820	0,4737	0,3618
Corpo 02	0,3711	0,3659	0,3685	0,3685
Corpo 03	0,4690	0,2567	0,4050	0,3769
Corpo 04	0,0803	0,0814	0,3795	0,1804
Corpo 05	0,1794	0,0599	0,2012	0,1468
Corpo 06	0,3799	0,3703	0,3805	0,3769
Corpo 07	0,1159	0,1254	0,6261	0,2891
Corpo 08	0,1564	0,1677	0,2461	0,1901
Corpo 09	0,0982	0,0754	0,0720	0,0819
Corpo 10	0,0681	0,1839	0,0598	0,1040

1 Gy

	Medida 01	Medida 02	Medida 03	Média
Corpo 01	0,1265	0,0925	0,1294	0,1161
Corpo 02	0,1518	0,0797	0,0606	0,0973
Corpo 03	0,8084	1,2850	0,1515	0,7482
Corpo 04	0,0716	0,0842	0,1366	0,0974
Corpo 05	0,0611	0,0526	0,0534	0,0557
Corpo 06	0,3479	0,1095	0,0981	0,1851
Corpo 07	1,0410	0,2036	0,9989	0,7479
Corpo 08	0,1255	1,1550	0,0784	0,4528
Corpo 09	0,1126	0,0933	0,0646	0,0902
Corpo 10	0,0659	0,0786	0,3975	0,1807

Medida de rugosidade da resina SureFil depois de abrasionado

Controle

	Medida 01	Medida 02	Medida 03	Média
Corpo 01	1,3690	1,5390	1,1670	1,3580
Corpo 02	1,6640	1,8310	1,8620	1,7860
Corpo 03	1,5560	1,8740	1,5220	1,6510
Corpo 04	0,8945	1,4330	1,3250	1,2170
Corpo 05	0,7571	1,2160	1,3740	1,1160
Corpo 06	2,0800	0,4587	0,6942	1,0780
Corpo 07	0,8416	0,5925	0,4962	0,6434
Corpo 08	0,7275	0,6506	1,0510	0,8095
Corpo 09	1,2380	0,4316	0,6372	0,7840
Corpo 10	1,3090	1,0270	1,3420	1,2260

0,25 Gy

	Medida 01	Medida 02	Medida 03	Média
Corpo 01	1,5060	1,2050	1,2580	1,3230
Corpo 02	0,5880	0,3498	0,3225	0,4201
Corpo 03	0,9346	0,9013	0,6194	0,8125
Corpo 04	1,5630	0,4666	0,7096	0,9132
Corpo 05	1,2360	1,3530	1,9550	1,5150
Corpo 06	0,4821	0,3270	0,2045	0,3379
Corpo 07	0,7939	0,8327	1,1760	0,9342
Corpo 08	0,3923	0,4998	0,3257	0,4060
Corpo 09	0,2727	0,3560	0,3579	0,3289
Corpo 10	1,2200	1,0480	1,1460	1,1380

0,50 Gy

	Medida 01	Medida 02	Medida 03	Média
Corpo 01	0,6894	0,8881	1,6410	1,0730
Corpo 02	0,1819	1,4010	2,8510	1,4780
Corpo 03	0,5936	0,9859	0,8854	0,8216
Corpo 04	0,7138	0,6237	0,5876	0,6417
Corpo 05	0,8158	0,6797	0,6200	0,7052
Corpo 06	0,2162	0,3973	0,3073	0,3069
Corpo 07	1,1910	1,6030	1,6010	1,4650
Corpo 08	1,7170	1,2600	1,9170	1,6310
Corpo 09	1,0050	1,0920	0,8825	0,9934
Corpo 10	0,4919	0,9204	1,6260	1,0130

0,75 Gy

	Medida 01	Medida 02	Medida 03	Média
Corpo 01	0,6803	1,1150	0,4012	0,7322
Corpo 02	0,2927	0,2327	0,3859	0,3038
Corpo 03	0,9847	0,9838	1,1870	1,0520
Corpo 04	0,8263	1,0570	0,8355	0,9063
Corpo 05	0,9447	1,3980	0,4906	0,9444
Corpo 06	0,3592	0,5628	0,9095	0,6105
Corpo 07	1,1970	1,3850	1,6820	1,4220
Corpo 08	0,4405	0,3669	0,2396	0,3490
Corpo 09	0,5360	0,7873	0,7102	0,6778
Corpo 10	0,7407	0,8915	1,3590	0,9970

1 Gy

	Medida 01	Medida 02	Medida 03	Média
Corpo 01	0,3895	0,5125	0,3785	0,4268
Corpo 02	0,7376	0,8945	0,9138	0,8486
Corpo 03	1,0920	1,2790	0,9109	1,0940
Corpo 04	1,3820	0,9848	1,3960	1,2540
Corpo 05	0,3677	1,2240	0,8642	0,8185
Corpo 06	1,6740	0,5870	0,7370	0,9993
Corpo 07	1,4980	1,2120	1,8840	1,5320
Corpo 08	0,4561	0,8032	1,0260	0,7618
Corpo 09	0,8624	0,9373	0,6764	0,8254
Corpo 10	1,1470	1,0000	0,9249	1,0240