

Resinas compostas compactáveis: comparação da densidade óptica utilizando radiografias digitais

Condensable composite resins: comparison of optical density using digital radiographs

Resumo

O objetivo deste estudo foi mensurar a densidade óptica de quatro resinas compostas compactáveis nas espessuras de 1, 2, 3 e 4 mm, utilizando um sistema direto de digitalização de imagens (Digora®), e compará-las entre si. Foram utilizadas vinte placas de acrílico, cada uma contendo uma amostra de cada resina. Cada placa acrílica foi radiografada três vezes, sob técnica padronizada, usando uma placa óptica (small size) sob cada amostra de resina, totalizando sessenta exposições. Após cada exposição, as placas ópticas foram escaneadas; suas imagens, identificadas e feitas três leituras ópticas consecutivas de cada imagem, totalizando 720 leituras. Os resultados, submetidos à análise estatística, permitiram concluir que, quando analisadas individualmente, todas as resinas apresentaram a menor média de densidade óptica na espessura de 1 mm, seguida em ordem crescente de densidade pelas espessuras de 2 mm e 3 mm, que não diferiram entre si, e, por último, da espessura de 4 mm. Quando se compararam as quatro resinas nas espessuras de 1 mm e 3 mm, Solitaire® apresentou a menor média, seguida por Alert™ e Prodigy™ Condensable, que não diferiram entre si, e, por último, SureFill™, apresentando o valor mais alto, porém não diferindo da Prodigy™ Condensable. Já, na espessura de 2mm, SureFill™ foi a de maior densidade, seguida em ordem decrescente por Prodigy™ Condensable, Alert™ e Solitaire®. Por sua vez, na espessura de 4 mm, Solitaire® continuou apresentando a menor média, seguida, em ordem crescente, por Alert™, Prodigy™ Condensable e SureFill™, sendo que estas duas últimas não diferiram entre si quanto ao valor médio da densidade óptica.

Palavras-chave: densidade óptica, imagem digital, radiografias digitalizadas, resinas compostas compactáveis, materiais dentários.

Luiz Felipe Rodrigues Graziottin¹
Nilza Pereira da Costa²
Ivori Dutra da Silveira³
Elaine Bauer Veeck⁴

Introdução

São inegáveis os avanços que a odontologia vem galgando tanto nas áreas da dentística restauradora e dos materiais dentários quanto na área da radiologia. Desde há muito tempo, é constante a busca pela obtenção de um material restaurador ideal, que seja biocompatível, aderente aos tecidos dentários, de boa adaptação às margens da cavidade, resistente ao desgaste e à degradação pela água e outros solventes, de adequada radiopacidade, de fácil manipulação, inserção e polimento, duradouro, estético e de custo razoável. Por sua vez, na radiologia, desde a descoberta dos raios-x, é contínuo o esforço para a obtenção de radiografias de melhor qualidade e com a redução da dose de radiação.

Recentemente, a indústria, na tentativa de unir as características de manipulação do amálgama com a estética e, ainda, as características de adesividade das resinas compostas, lançou no mercado as resinas compostas compactáveis de alta viscosidade, que permitem sua manipulação de forma semelhante ao consagrado amálgama de Prata,

diminuindo consideravelmente o tempo para a confecção de uma restauração e a dificuldade de obtenção dos contatos interproximais. Segundo Iório (1999), prevê-se, para o futuro, que materiais dessa natureza venham a substituir as resinas compostas híbridas e microhíbridas para restauração de dentes posteriores, ficando o uso das atuais resinas multiuso restrito aos dentes anteriores.

Segundo Sanderink (1993), até a década de 1980, os filmes eram o único meio de registro das imagens radiográficas, porém a sensibilidade dos filmes tem aumentado significativamente. Filmes *Speed* do grupo C, ainda em uso durante a década de 1970, têm sido substituídos por filmes mais rápidos, os filmes *Speed* do grupo D (Kodak Ultraspeed) e, ultimamente, pelos filmes *Speed* do grupo E (Kodak Ektaspeed), os quais têm duas vezes mais sensibilidade do que os do grupo D. Em 1987, o primeiro sensor intra-oral e uma unidade que exibia as imagens dos raios-x em um monitor de televisão torna-

¹ Especialista e mestre em Dentística Restauradora pela PUCRS.

² Doutora em Diagnóstico Bucal, professora Titular de Radiologia da PUCRS.

³ Mestre em Dentística Restauradora, professor da PUCRS.

⁴ Doutora em Estomatologia Clínica, professora Titular de Radiologia da PUCRS.

ram-se disponíveis como uma alternativa à radiografia convencional.

Dove e McDavid (1992), Sanderink (1993), Farman et al. (1996), Møystad et al. (1996), Svanaes et al. (1996), Huda et al. (1997), Versteeg, Sanderink e Van der Stelt (1997), Gürdal e Akdeniz (1998) e Ludlow e Abreu Júnior (1999) avaliaram e compararam o desempenho do sistema digital com o dos filmes convencionais tendo concluído que essa nova tecnologia possui um desempenho semelhante ao dos filmes, sendo, assim, clinicamente aceitável.

A imagem digital representou um grande avanço na radiologia, conforme Khademi (1996), já que, por meio de um programa de tratamento de imagens e utilizando-se um computador, é possível visualizar as imagens radiográficas e alterá-las melhorando sua visibilidade. Dessa forma, compensam-se as deficiências naturais da acuidade visual humana na distinção de sua densidade e do contraste de tons de cinza. Igualmente, a imagem digital proporciona benefícios ao paciente, segundo Kerbaui (1995), pela redução do tempo de exposição aos raios-x e pela qualidade que proporciona às imagens.

Os novos sistemas de radiografia digital dentro em breve estarão fazendo parte do arsenal de que o clínico e o pesquisador dispõem para auxiliá-los no diagnóstico e no estudo nas mais diferentes áreas.

Farman et al. (1996) dizem que a busca por restaurações estéticas sem mercúrio fundamenta a importância de se entender a qualidade de imagem dos novos materiais restauradores.

A composição estrutural das resinas compostas compactáveis conduz à curiosidade científica de saber se há, entre as marcas comerciais dos diferentes fabricantes, distinção quanto a sua densidade radiográfica e como isso é expresso. O resultado é de importância clínica, pois interessa não só ao radiologista, mas, especialmente, ao clínico, que poderá distingui-las entre si, dos outros materiais, das estruturas dentárias, de lesões de cárie e outras alterações.

Face ao exposto, justifica-se a pesquisa, que objetiva avaliar e comparar a densidade óptica de diferentes resinas compostas compactáveis por meio de espécimes com espessuras de 1 mm, 2 mm, 3 mm e 4 mm, utilizando um recurso de imagens radiográficas digitais.

Materiais e método

Nesta pesquisa, foram utilizados quatro materiais restauradores de fabricantes diferentes, constituídos por resinas compostas compactáveis fotopolimerizáveis: Alert™ (Jeneric/Pentron) cor clear, Prodigy™ Condensable (Sybron/Kerr) cor A₁, Solitaire® (Heraeus Kulzer) cor I, Surefill™ (Dentsply/Caulk) cor A, dentro dos seus prazos de validade.

Confeção das amostras

Foram confeccionadas vinte placas de acrílico transparente de 5,7 cm x 7,1 cm, com espessuras de 1 mm, 2 mm, 3 mm e 4 mm, as quais foram aferidas por intermédio do espessômetro Mitutoyo de 0,01 mm de precisão, obtendo-se cinco placas de cada uma das espessuras.

Cada placa foi dividida em quatro quadrantes e, no centro de cada um, foi feito um orifício com 4 mm de diâmetro, cujas profundidades eram correspondentes à espessura total de cada placa. Os orifícios serviram de sítio para as resinas pesquisadas, que ali foram inseridas e compactadas (Fig. 1).

Na borda de cada orifício de uma mesma placa foi confeccionado um nicho circular obedecendo ao sentido-horário, cada um deles correspondendo à posição das 12, 3, 6 e 9 horas. Esses nichos serviram tanto como referência para a inserção da respectiva resina composta quanto para o escoamento do material excedente (Fig. 1).

Para a identificação da espessura das placas, cada uma recebeu no seu ângulo superior esquerdo o número de perfurações com broca esférica nº 2, correspondendo a sua espessura em milímetros. As per-

furações foram preenchidas posteriormente com resina composta convencional para melhorar a sua visualização. Da mesma forma, com a finalidade de individualizar cada uma das placas, foram feitos de um a cinco cortes verticais na aresta superior de cada placa de uma mesma espessura, os quais, igualmente, foram preenchidos com resina composta convencional (Fig. 1).

As vinte placas de acrílico foram fixadas, uma por vez, com fita adesiva (3M) sobre a placa de vidro liso transparente, com 5 mm de espessura, que estava forrada por uma lâmina plástica para transparência (Maxprint®) recortada nas mesmas dimensões.

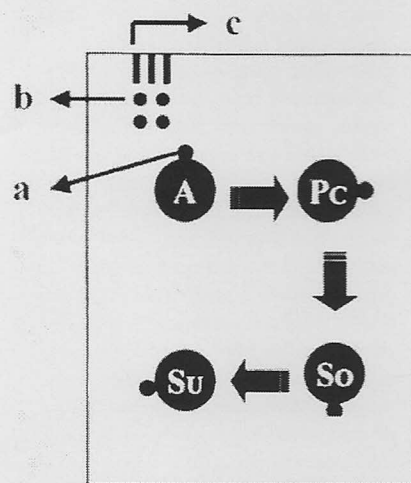


Figura 1 – Esquema ilustrando os elementos que compõem cada uma das placas de acrílico: a- nicho circular para referência na inserção da respectiva resina composta e para escoamento do material excedente, b- perfurações correspondendo à espessura da placa em mm e c- cortes verticais para a individualização das placas.

Os materiais restauradores foram inseridos e compactados nos respectivos orifícios, sem o contato direto das mãos, que estavam protegidas por luvas de látex (Polymed®) para procedimentos clínicos. Seguiu-se uma sequência em ordem alfabética pelo nome comercial dos materiais, no sentido horário, a partir do quadrante superior esquerdo. Dessa forma, a resina Alert™ sempre foi inserida no orifício do quadrante su-

perior esquerdo; a Prodigy™ Condensable, no orifício do quadrante superior direito; a Solitaire®, no orifício do quadrante inferior direito e a SureFill™, no orifício do quadrante inferior esquerdo (Fig. 1).

As inserções foram feitas por um porta-amálgama plástico com incrementos de no máximo 2 mm de espessura após a compactação em cada orifício, realizada com uma espátula para compósitos #6 (Thompson), sempre que a espessura da placa permitiu, e cada incremento foi fotopolimerizado por 40s usando-se um aparelho fotopolimerizador (Gnatus Optilight 600), com intensidade conferida através de um radiômetro (Cure Rite Efes), apresentando-se com 420 mW/cm².

Após a compactação do último ou único incremento de resina composta em cada orifício, o material foi pressionado por uma placa de vidro liso transparente, intermediada por uma lâmina plástica para transparência (Maxprint®) recortada do mesmo tamanho, a fim de limitar a espessura da resina inserida e nivelar sua superfície. Cuidou-se que não ficasse totalmente vedada a região do nicho de cada orifício a fim de que o excesso da resina pudesse fluir para o seu interior sem qualquer resistência. A fotopolimerização, dessa vez, foi executada por 10 segundos por sobre o conjunto placa de vidro/lâmina plástica. Findo esse primeiro tempo de fotopolimerização, a placa de vidro foi retirada e completou-se a fotopolimerização por mais 30 segundos.

Após a fotopolimerização dos espécimes, as placas foram protegidas por filme de PVC para embalagem de alimentos, visando prevenir contaminações.

Tomadas radiográficas

Foram utilizadas quatro placas ópticas (*small size*) de dimensões 26 x 35 x 1,6 mm do sistema direto de digitalização de imagens Digora® (Soredex Orion Corporation, Helsinki, Finland).

Realizou-se um teste preliminar, variando-se o tempo de exposição, com a finalidade de verificar, através de dois cirurgiões-dentistas especialistas em radiologia, qual era a imagem digital que

apresentava visualmente o melhor contraste e densidade.

A padronização das imagens digitais foi obtida conforme a descrição a seguir:

- uso de um aparelho de raios-X (Dabi-Atlante®), com regime elétrico de 70 kVp, 50/60 Hz e 8 mA;
- tempo de exposição de 0,05 segundos;
- manutenção da distância focal em 40 cm;
- feixe central de raios-x incidindo em ângulo de 90° com o centro da placa de acrílico.

Cada conjunto de placas (cinco placas) em uma determinada espessura foi radiografado em um mesmo turno. As placas ópticas, antes de cada exposição, eram devidamente embaladas em um envelope plástico próprio que acompanhava o sistema.

Cada placa de acrílico foi radiografada uma primeira vez, registrada como primeira tomada radiográfica da seguinte forma: em uma superfície de fórmica, foram traçadas referências para permitir um posicionamento padronizado do conjunto placa de acrílico/placas ópticas. Cada placa óptica foi disposta sob cada quadrante da placa de acrílico de maneira que cada espécime de resina ficasse o mais centralizado possível (Fig. 2). Após a exposição de 0,05 segundos, as placas ópticas eram levadas para o escaneamento e digitalização.

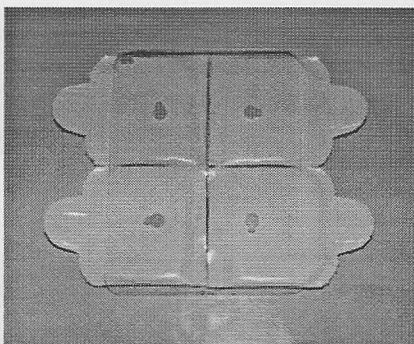


Figura 2. Placa de acrílico transparente com as quatro amostras das resinas, posicionadas sobre as quatro placas ópticas (*small size*) do sistema Digora®.

Para que se pudesse estabelecer um método reprodutível, foram realizadas três tomadas ra-

diográficas de cada placa, perfazendo quinze tomadas de cada espessura, totalizando sessenta tomadas ao final das quatro espessuras.

Digitalização das imagens

A digitalização das imagens foi realizada em uma sala com restrição de luz, utilizando o sistema direto de digitalização de imagens Digora® (Soredex Orion Corporation, Helsinki, Finland), que opera com as seguintes características:

Hardware requerido – PC – AT compatível com 486;

MS – DOS 5 ou acima;

Windows 3.1 ou acima;

Tela SVGA;

1.2 MB ou 1.44 MB (disco flexível);

200 MB – 16 B (disco rígido).

O *scanner* para uso do referido programa tem as seguintes características:

Largura: 452 mm;

Profundidade: 483 mm;

Altura: 134 mm;

Peso: 20 Kg;

PC – Interface – 750 KB.;

Placas ópticas (*small size*);

Dimensões: 26 x 35 x 1,6 mm;

Área de imagem: 21 x 30 mm;

Tamanho da imagem: 292 x 416 pixels;

Tamanho do *pixel*: 70 x 70 mm;

Resolução: mais do que 6 lp/mm;

Cada uma das placas ópticas, por sua vez, era desembalada e introduzida no *scanner* de leitura a laser (Fig. 3); cada placa apresentava a imagem de um espécime de resina composta. A placa óptica que continha a imagem da resina Alert™ era sempre a primeira a ser inserida no *scanner*, e assim sucessivamente, sempre seguindo a ordem alfabética (Fig. 4).

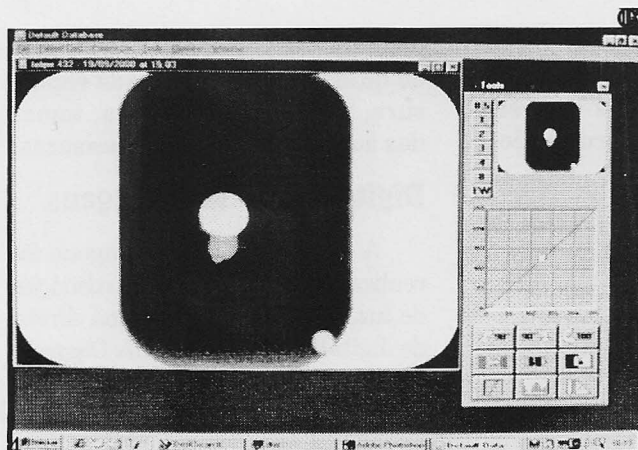


Figura 4 – Tela apresentando a imagem radiográfica de uma amostra de resina composta compactável após a placa óptica ter passado pelo scanner de leitura a laser.

Cada uma das tomadas radiográficas era identificada dentro do sistema por um número de três dígitos: o primeiro correspondia à espessura da placa de acrílico; o segundo representava o número da placa e o terceiro indicava o número da tomada radiográfica. Por exemplo, o nº 432 significava placa com espessura de 4 mm; o de nº 3, da segunda tomada radiográfica (Fig. 5).

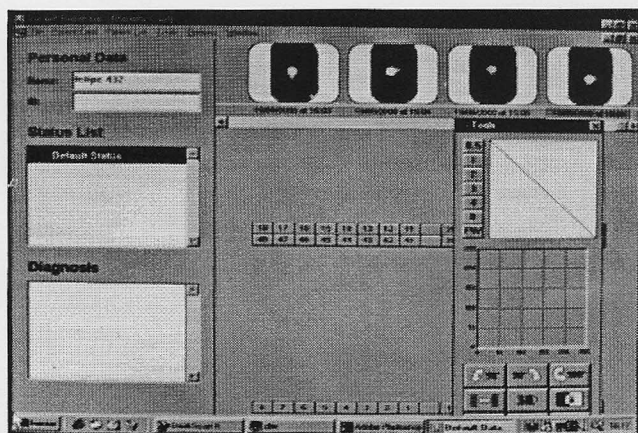


Figura 5 – Tela apresentando as imagens radiográficas digitais das quatro resinas compostas compactáveis (da esquerda para a direita: Alert™, Prodigy™ Condensable, Solitaire®, SureFill™).

Para a leitura óptica, foi selecionada uma área de 20 x 20 nas coordenadas dx e dy, localizada próxima do centro de cada um dos espécimes de resina. Foram realizadas três leituras em uma mesma tomada radiográfica para cada resina (Fig. 6); logo, obteve-se um total de trinta e seis leituras por placa. Como foram trabalhadas vinte placas (cinco para cada espessura), obteve-se um total de 720 leituras ópticas.

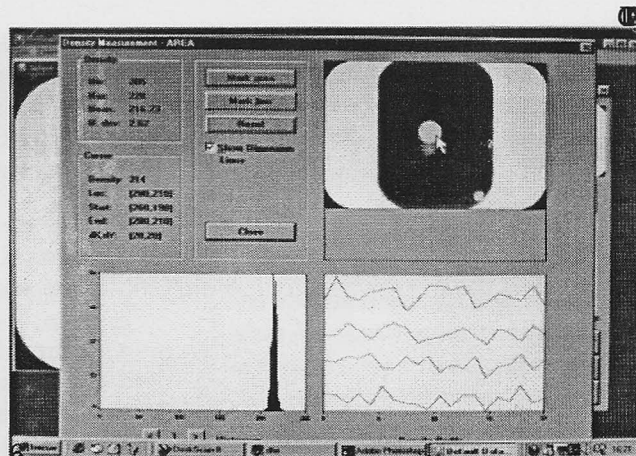


Figura 6 – Tela demonstrando a mensuração da densidade óptica de uma amostra de resina composta compactável.

O valor médio de densidade óptica para cada leitura de cada resina composta foi anotado em planilhas e os dados foram analisados mediante os testes estatísticos: análise de variância (Anova) e teste de comparações múltiplas de Tukey ao nível de significância de 1%.

Resultados

Comparação entre as espessuras

Através dos resultados da análise de variância, verificou-se que, para as quatro resinas compactáveis – Alert™ (Tabela 1), Prodigy™ Condensable (Tabela 2), Solitaire® (Tabela 3) e SureFill™ (Tabela 4) –, a espessura de 1 mm apresenta a menor média, seguida pelas espessuras de 2 mm e 3 mm, que não diferem entre si, e, por último, a espessura de 4 mm, que difere de todas, apresentando o valor mais alto de densidade óptica ($p = 0,01$).

Tabela 1 – Valores médios de densidade óptica e desvio-padrão da resina composta compactável Alert™ nas quatro espessuras.

Espessura	Média	Desvio-Padrão	P
1 mm	154,34 ^A	10,73	0,01*
2 mm	182,37 ^B	4,27	
3 mm	191,52 ^B	7,17	
4 mm	212,99 ^C	1,32	

Fonte: Dados da pesquisa. Porto Alegre, 2001.

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de significância de 1%.

Tabela 2 – Valores médios de densidade óptica e desvio-padrão da resina composta compactável Prodigy™ Condensable nas quatro espessuras.

Espessura	Média	Desvio-Padrão	p
1 mm	169,55 ^A	9,22	0,01*
2 mm	192,47 ^B	4,35	
3 mm	200,55 ^B	5,46	
4 mm	220,65 ^C	1,19	

Fonte: Dados da pesquisa. Porto Alegre, 2001.

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de significância de 1%.

Tabela 3. Valores médios de densidade óptica e desvio-padrão da resina composta compactável Solitaire® nas quatro espessuras.

Espessura	Média	Desvio-Padrão	p
1 mm	137,94 ^A	11,27	0,01*
2 mm	158,91 ^B	6,03	
3 mm	167,22 ^B	7,29	
4 mm	195,00 ^C	3,98	

Fonte: Dados da pesquisa. Porto Alegre, 2001.

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de significância de 1%.

Tabela 4. Valores médios de densidade óptica e desvio-padrão da resina composta compactável SureFill™ nas quatro espessuras.

Espessura	Média	Desvio-Padrão	p
1 mm	175,16 ^A	7,81	0,01*
2 mm	200,95 ^B	4,71	
3 mm	206,93 ^B	3,80	
4 mm	224,33 ^C	1,31	

Fonte: Dados da pesquisa. Porto Alegre, 2001.

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de significância de 1%.

Comparação entre as resinas

Através dos resultados da análise de variância, verifica-se que, na espessura de 1 mm, a resina Solitaire® apresenta a menor média, seguida pelas resinas Alert™ e Prodigy™ Condensable, que não diferem entre si, e, por último, pela resina SureFill™, apresentando o valor mais alto, porém não diferindo da resina Prodigy™ Condensable, (p = 0,01) (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios de densidade óptica e desvio-padrão das quatro resinas compostas compactáveis na espessura de 1 mm.

Resina	Média	Desvio-Padrão	p
Solitaire®	137,94 ^A	11,27	0,01*
Alert™	154,34 ^B	10,73	
Prodigy™ Condensable	169,55 ^{BC}	9,22	
SureFill™	175,16 ^C	7,81	

Fonte: Dados da pesquisa. Porto Alegre, 2001.

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de significância de 1%.

Através dos resultados da análise de variância, verifica-se que existem diferenças significativas entre as médias das quatro resinas estudadas para a espessura de 2 mm (p = 0,01) (Tabela 6).

Tabela 6. Valores médios de densidade óptica e desvio-padrão das quatro resinas compostas compactáveis na espessura de 2 mm.

Resina	Média	Desvio-Padrão	P
Solitaire®	158,91 ^A	6,03	0,01*
Alert™	182,37 ^B	4,27	
Prodigy™ Condensable	192,47 ^C	4,35	
SureFill™	200,95 ^D	4,71	

Fonte: Dados da pesquisa. Porto Alegre, 2001.

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de significância de 1%.

Através dos resultados da análise de variância, verifica-se que, na espessura de 3 mm, a resina Solitaire® apresenta a menor média, seguida pelas resinas Alert™ e Prodigy™ Condensable, que não diferem entre si, e, por último, por SureFill™, que apresenta o valor mais alto, porém não difere da resina Prodigy™ Condensable (p = 0,01) (Tabela 7).

Tabela 7. Valores médios de densidade óptica e desvio-padrão das quatro resinas compostas compactáveis na espessura de 3 mm.

Resina	Média	Desvio-Padrão	p
Solitaire®	167,22 ^A	7,29	0,01*
Alert™	191,52 ^B	7,17	
Prodigy™ Condensable	200,55 ^{BC}	5,46	
SureFill™	206,93 ^C	3,80	

Fonte: Dados da pesquisa. Porto Alegre, 2001.

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de significância de 1%.

Através dos resultados da análise de variância, observa-se que a resina Solitaire® apresenta a menor média, seguida pelas resinas Alert™ e Prodigy™ Condensable, que diferem entre si, e, por último, por SureFill™, apresentando o valor mais alto, porém não diferindo da resina Prodigy™ Condensable (p = 0,01) (Tabela 8).

Tabela 8. Valores médios de densidade óptica e desvio-padrão das quatro resinas compostas compactáveis na espessura de 4 mm.

Resina	Média	Desvio-Padrão	p
Solitaire®	195,00 ^A	3,98	0,01*
Alert™	212,99 ^B	1,32	
Prodigy™ Condensable	220,65 ^C	1,19	
SureFill™	224,33 ^C	1,31	

Fonte: Dados de pesquisa. Porto Alegre, 2001.

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de significância de 1%.

Discussão

A fim de que as resinas compostas possuíssem uma manipulação semelhante à do já consagrado amálgama de prata, porém mantendo as características de estética e adesão dos compósitos, surgiram no mercado as resinas compostas compactáveis. Apesar de muitos autores tratarem esse material pela denominação de resinas compostas “condensáveis”, concorda-se com outros autores, como Christensen (1999), Muñoz Chávez et al. (1999), Leinfelder, Bayne e Swift Júnior (1999), Soares (1999) e Oshima e Conceição (2000), os quais afirmam que a denominação que melhor representa as características de manipulação desses novos materiais é “resinas compostas compactáveis”.

Christensen (1998) afirma que as dificuldades antes encontradas pelos profissionais nas restaurações com resina composta convencional, tais como deficiente contorno proximal, vazios ou espaços nas resinas compostas e falta de contato interproximal, podem ser

contornadas com a introdução de resinas compostas compactáveis e de matrizes melhoradas. Nash, Radz e Leinfelder (1998) registram que, atualmente, os cirurgiões-dentistas têm a sua disposição um material restaurador estético que pode ser usado através de uma técnica com a qual eles estão habituados.

Muñoz Chávez et al. (1999) e Porto Neto e Machado (1999) consideram que, para um completo sucesso no tratamento restaurador com resinas compostas, há a necessidade de se fazer um controle periódico para avaliações clínicas e, se necessário, radiográficas dos pacientes.

No entanto, para se lograr êxito nos controles radiográficos periódicos, além de fatores radiográficos que propiciem uma radiografia de boa qualidade, faz-se necessário que o material restaurador apresente uma adequada radiopacidade, com o objetivo de diferenciar o material restaurador das estruturas dentárias adjacentes; diferenciar cárie secundária ou dentina descalcificada da imagem da restauração; avaliar radiograficamente a adaptação marginal da restauração na margem cervical; avaliar o contorno proximal da restauração; identificar vazios no interior das restaurações e até mesmo por razões médicas, no caso de penetração accidental nos tecidos moles, ingestão ou inalação inadvertidas, para permitir sua detecção radiográfica para posterior remoção, conforme justificam Bowen e Cleek (1972); Cook (1981); Council on Dental Materials, Instruments and Equipment of the American Dental Association (1981); Council on Dental Materials, Instruments and Equipment of the American Dental Association (1983); Tveit e Espelid (1986); Council on Dental Materials, Instruments and Equipment of the American Dental Association (1989); Tamburús (1990); Willems (1998); Bouschlicher, Cobb e Boyer (1999); Figueiredo et al. (1999) e Iório (1999).

Entretanto, as resinas compostas são materiais plásticos e têm a propriedade original de serem radiolúcidas. A necessidade de uma

adequada radiopacidade fez com que os pesquisadores estudassem o aumento da radiopacidade desses materiais, o que levou os fabricantes a adicionarem a esses materiais plásticos, elementos com um elevado número atômico incorporado ao componente de carga inorgânica do material, conforme Bowen e Cleek (1972); Abreu, Tavares e Vieira (1977); Council on Dental Materials and Devices of the American Dental Association (1977); Abou-Tabl, Tidy e Combe (1979); Cook (1981); Council on Dental Materials, Instruments, and Equipment of the American Dental Association (1981); Omer, Wilson e Watts (1986); Tveit e Espelid (1986); Stanford et al. (1987); Watts (1987); Willians e Billington (1987); Van Dijken, Wing e Ruyter (1989); Espelid et al. (1991); Willems (1998); Bouschlicher, Cobb e Boyer (1999) e Oshima e Conceição (2000).

Oshima e Conceição (2000) relatam que o quartzo foi o primeiro tipo de carga incorporada aos materiais resinosos, sendo utilizado até os dias atuais; porém, com o aperfeiçoamento dos compósitos odontológicos, outros tipos de carga foram incorporados, como a sílica coloidal e o vidro de fluorsilicato de alumínio. O bário é um dos elementos comumente usados para realçar a radiopacidade dos compósitos, conforme Bowen e Cleek (1972); Abreu, Tavares e Vieira (1977); Council on Dental Materials, Instruments, and Equipment of the American Dental Association (1981); Van Dijken, Wing e Ruyter (1989); Willems (1998) e Oshima e Conceição (2000), pois, segundo Van Dijken, Wing e Ruyter (1989) e Willems (1998), possui uma radiopacidade mais alta do que os outros elementos usados para este propósito, tais como o estrôncio, zircônio, zinco, itérbio, ítrio e lantânio. Bowen e Cleek (1972) comentam que alguns materiais vítreos tornaram-se adequados ao uso na carga das resinas compostas e outros não porque há a possibilidade de descoloração através da formação de sulfitos.

Abreu, Tavares e Vieira (1977), Goshima e Goshima (1990), Akerboom et al. (1993), Figueiredo

et al. (1999) e Murchison, Charlton e Moore (1999) advertem que o emprego de materiais com baixa radiopacidade em restaurações pode comprometer a habilidade do clínico no diagnóstico radiográfico de alterações radiolúcidas, como a cárie secundária, podendo também gerar diagnósticos incorretos, como cavidades preenchidas serem julgadas como vazias; dentes restaurados serem diagnosticados como hígidos, ou cavidades vazias serem consideradas como preenchidas por um material de baixa radiopacidade.

Por outro lado, Tveit e Espelid (1986), Stanford et al. (1987), Goshima e Goshima (1989), Espelid et al. (1991) e Gürdal e Akdeniz (1998) consideram que a radiopacidade exagerada, como a do amálgama de prata, pode interferir na detecção dos poros e cáries recorrentes. Tveit e Espelid (1986) afirmam que cáries próximas das faces lingual e vestibular de restauração classe II, que podem ser mascaradas pela alta radiopacidade do material restaurador, podem ser detectadas quando o material usado é de radiopacidade moderada. Também, a alta radiopacidade pode contrastar em excesso com a estrutura dentária e causar um fenômeno de ilusão óptica, descrito por Berry Júnior (1983) e conhecido como *mach band*, podendo ocasionar um falso positivo de lesão de cárie ou de defeitos marginais. Segundo Tveit e Espelid (1986), Goshima e Goshima (1989) e Espelid et al. (1991), as lesões de cárie secundária e os defeitos marginais foram mais bem detectados quando próximos a restaurações de resina composta do que próximos a restaurações de amálgama, e a frequência de falso positivo também foi mais baixa nas restaurações de resina composta.

Segundo Tamburús (1990) e Espelid et al. (1991), o contraste radiográfico entre a restauração e os tecidos dentários é determinado pela diferença de absorção da radiação X. Espelid et al. (1991) complementam dizendo que esta depende da composição do material e de sua espessura.

Não se pode esquecer que, em uma situação clínica, o profissional precisa considerar a influência da

configuração da cavidade e a estrutura dental remanescente quando faz a avaliação da imagem radiográfica. Segundo Pagnoncelli (1998), o problema da densidade óptica fica mais crítico em preparos cavitários que apresentam um grande remanescente dentário, pois isso indica que o material é utilizado em pequena espessura. Já, em preparos cavitários extensos, a obtenção de radiopacidade se dá mais facilmente, pois haverá pouco remanescente dentário e uma grande espessura de material.

Segundo Stanford et al. (1987), a escolha de uma resina composta altamente radiopaca diminui essa influência. Dessa forma, de acordo com os dados obtidos neste trabalho e do ponto de vista radiográfico, seria preferível o uso das resinas SureFill™ e Prodigy™ Condensable, em razão dos seus altos valores de densidade óptica.

Este trabalho inclui-se numa linha de pesquisa na investigação da densidade óptica de materiais restauradores iniciada por Pagnoncelli (1998), com materiais ionoméricos analisados pelo sistema indireto de digitalização de imagens (DentScan - DentView) e, depois, por Silveira (2000), com quatro resinas compostas compactáveis, analisadas utilizando o DentScan - DentView. A proposta de trabalho foi analisar as mesmas resinas utilizadas por Silveira (2000) sob um sistema direto de digitalização de imagens, o Digora®.

Os resultados deste trabalho, quanto à comparação da média da densidade óptica entre as diferentes espessuras estudadas, são semelhantes aos resultados de Silveira (2000), pois, em ambos, foi crescente a média de densidade óptica com o aumento da espessura. Neste trabalho, não houve diferença estatisticamente significativa entre as espessuras de 2 e 3 mm; já, no de Silveira (2000), não houve diferença estatisticamente significativa entre as espessuras de 3 e 4 mm.

No que diz respeito à comparação entre as resinas compostas, de um modo geral, nos dois trabalhos, a resina de maior densidade óptica foi a SureFill™, seguida em ordem

decrecente de densidade óptica pelas resinas Prodigy Condensable™, Alert™ e Solitaire®, sendo que esta última, em ambos os trabalhos, foi sempre a de menor densidade óptica. Contudo, Silveira (2000) não encontrou diferença estatisticamente significativa entre as resinas SureFill™ e Prodigy Condensable™ na espessura de 1 mm, ao passo que este trabalho encontrou semelhança entre os valores médios de densidade óptica das resinas Alert™ e Prodigy Condensable™, e também Prodigy Condensable™ e SureFill™, para as espessuras de 1 e 3 mm.

Também não foi encontrada diferença estatística para os valores médios da densidade óptica das resinas Prodigy Condensable™ e SureFill™ para a espessura de 4 mm ao nível de significância de 1%, sendo que os apresentados neste trabalho foram bastante inferiores aos encontrados pelo autor citado. A alta densidade óptica das resinas Prodigy Condensable™ e SureFill™ leva a se acreditar que seus componentes de carga inorgânica contam com elementos químicos com alto número atômico, ou em maior concentração, o que lhes confere maior radiopacidade do que os tipos de carga dos outros dois materiais. Já as resinas Alert™ e Solitaire®, por não terem os mesmos elementos químicos com alto número atômico, ou concentrações mais baixas desses elementos em sua carga inorgânica, apresentam densidades ópticas com valores mais baixos.

Esses resultados estão em concordância com as informações fornecidas por Leinfelder, Bayne e Swift Júnior (1999) a respeito dos compósitos compactáveis, os quais apresentam a SureFill™ como uma resina de alta radiopacidade e a Solitaire® como sendo de baixa radiopacidade, porém não descrevem uma classificação para a radiopacidade da Prodigy Condensable™.

A escolha pela utilização da imagem digital direta neste trabalho deveu-se ao fato de essa tecnologia diminuir as variáveis correspondentes às limitações humanas e pela grande repercussão

que esta tecnologia está tendo nas diferentes áreas da odontologia, uma vez que oferece um grande número de recursos e benefícios.

A validade do método de leitura empregado neste trabalho na avaliação da densidade óptica das resinas compostas compactáveis está demonstrada pelos trabalhos de Farman et al. (1996), Gürdal e Akdeniz (1998), Pagnoncelli (1998), Figueiredo et al. (1999) e Silveira (2000), os quais também utilizaram o recurso das imagens digitais para a avaliação da densidade óptica de outros materiais dentários.

De Deus (1996) afirma que essa, provavelmente, será a tecnologia do futuro na área de radiologia. Segundo The Dental Advisor (1997), a tecnologia nessa área está progredindo rapidamente, e o custo desses aparelhos está geralmente diminuindo. Bustamante, Veeck e Costa (1998) afirmam que, num futuro próximo, os sistemas digitais deverão fazer parte do arsenal do cirurgião-dentista para maior segurança e proteção aos pacientes. Por tudo isso, acredita-se que, dentro de pouco tempo, a imagem digital será a metodologia de eleição para a avaliação da densidade óptica dos materiais.

Conclusão

Analisados os resultados da pesquisa sobre a densidade óptica das resinas compostas compactáveis utilizando o sistema de imagem digital Digora®, foi possível, com a metodologia proposta no presente estudo, concluir que:

- quando analisadas individualmente, todas as resinas apresentaram a menor média de densidade óptica na espessura de 1 mm, seguida pelas espessuras de 2 mm e 3 mm, que não diferiram entre si, e, por último, da espessura de 4 mm, que diferiu de todas, apresentando sempre o valor de densidade óptica mais alto;
- também se constatou que, quando se compararam as quatro resinas compostas, as espessuras de 1 mm e 3

mm apresentaram diferenças significativas entre as suas médias, tendo a resina Solitaire® apresentado a menor média, seguida por Alert™ e Prodigy™ Condensable, que não diferiram entre si, e, por último, a resina SureFill™, apresentando o valor mais alto, porém não diferindo da resina Prodigy™ Condensable;

- quanto à espessura de 2 mm, verificou-se que houve diferenças significativas entre as médias das quatro resinas compactáveis estudadas, sendo a resina SureFill™ a de maior densidade óptica, seguida em ordem decrescente por Prodigy™ Condensable, Alert™ e Solitaire®;
- por sua vez, na espessura de 4 mm, a resina Solitaire® continuou apresentando a menor média de densidade óptica, seguida em ordem crescente por Alert™, Prodigy™ Condensable e SureFill™, sendo que as duas últimas não diferiram entre si quanto ao valor médio da densidade óptica.

Abstract

The aim of this study was to measure the optical density of four condensable composite resins of 1, 2, 3 and 4 mm of thickness, using a direct digital radiographic system (DIGORA®) and to compare each other. Twenty acrylic plates were used, each of them, containing a sample of each resin. Each acrylic plate was radiographed three times under standard technique, using an optical plate (small size) beneath each resin sample, totalizing 60 expositions. After each exposition, the optical plates were scanned, their images were identified and three consecutive readings were done of each image, making a total of 720 readings. The results, submitted to statistical analysis, allowed to conclude that, when analyzed one by one, all resins presented the lowest optical density mean with 1 mm of

thickness, followed by 2 mm and 3 mm, which did not differ from each other and, at last, by 4 mm. When the four resins were compared, in 1 mm and 3 mm of thickness, Solitaire® showed the lowest mean, followed by Alert™ and Prodigy™ condensable, which did not differ from each other and, at last, Surefill™ showed the highest value, but not differing from Prodigy™ condensable, Alert™ and Solitaire®. Finally, with 4 mm of thickness, Solitaire® kept on showing the lowest mean, followed, in increasing order, by Alert™, Prodigy™ condensable and Surefill™, these last two ones not differing from each other, concerning the optical density medium value.

Key words: optical density, digital image, digitalized radiographies, condensable composite resins, dental materials.

Referências bibliográficas

- ABOU-TABL, Z. M.; TIDY, D. C.; COMBE, E. C. Radiopacity of composite restorative materials. *British Dental Journal*, London, v. 147, n. 7, p. 187-188, 1979.
- ABREU, M. J. N.; TAVARES, D.; VIEIRA, D. F. Radiopacity of restorative materials. *Operative Dentistry*, Washington, v. 2, n. 1, p. 3-16, 1977.
- AKERBOOM, H. B. M. et al. Radiopacity of posterior composite resins, composite resin luting cements, and glass ionomer lining cements. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, St. Louis, v. 70, n. 4, p. 351-355, 1993.
- BERRY JÚNIOR, H. M. Cervical burnout and mach band: two shadows of doubt in radiologic interpretation of carious lesions. *Journal of the American Dental Association*, Chicago, v. 106, n. 1, p. 622-625, May 1983.
- BOUSCHLICHER, M. R.; COBB, D. S.; BOYER, D. B. Radiopacity of composites, flowable and conventional resin composites for posterior restorations. *Operative Dentistry*, Seattle, v. 24, n. 1, p. 20-25, 1999.
- BOWEN, R. L.; CLEEK, G. W. A new series of X-ray-opaque reinforcing fillers for composite materials. *Journal of Dental Research*, Washington, v. 51, n. 1, p. 177-182, Jan./Fev. 1972.
- BUSTAMANTE, N. P.; VEECK, E. B.; COSTA, N. P. Análise óptica da densidade de implantes de titânio e sua influência na região perimplantar em diferentes sistemas de radiografias digitais. *Revista Brasileira de Cirurgia e Implantodontia*, Curitiba, v. 5, n. 4, p. 67-78, out./dez. 1998.
- CHRISTENSEN, G. J. Amalgam vs. Composite resin: 1998. *Journal of the American Dental Association*, Chicago, v. 129, n. 12, p. 1757-1759, Dec. 1998.
- _____. Sorting out the confusing array of resin-based composites in dentistry. *Journal of the American Dental Association*, Chicago, v. 130, n. 2, p. 275-277, Feb. 1999.
- COOK, W. D. An investigation of the radiopacity of composite restorative materials. *Australian Dental Journal*, Sydney, v. 26, n. 2, p. 105-112, Apr. 1981.
- COUNCIL ON DENTAL MATERIALS AND DEVICES OF THE AMERICAN DENTAL ASSOCIATION. New American Dental Association Specification No. 27 for direct filling resins. *Journal of the American Dental Association*, Chicago, v. 94, n. 6, p. 1191-1194, Jun. 1977.
- COUNCIL ON DENTAL MATERIALS, INSTRUMENTS, AND EQUIPMENT OF THE AMERICAN DENTAL ASSOCIATION. The desirability of using radiopaque plastics in dentistry: a status report. *Journal of the American Dental Association*, Chicago, v. 102, n. 3, p. 347-347, Mar. 1981.
- _____. Status report on posterior composites. *Journal of the American Dental Association*, Chicago, v. 107, n. 1, p. 74-76, Jul. 1983.
- _____. Obstacles to the development of a standard for posterior composite resins. *Journal of the American Dental Association*, Chicago, v. 118, n. 5, p. 649-651, May 1989.
- DE DEUS, Q. D. *Manual de tomada radiográfica periapical*. Rio de Janeiro: Medsi, 1996.
- DOVE, S. B.; McDAVID, W. D. A comparison of conventional intraoral radiography and computer imaging techniques for the detection of proximal surface dental caries. *Dento-maxillo-facial Radiology*, Houndsmills, v. 21, n. 3, p. 127-134, Aug. 1992.
- ESPELID, I. et al. Radiopacity of restorations and detection of secondary caries. *Dental Materials*, Kidlington, v. 7, n. 2, p. 114-117, Apr. 1991.
- FARMAN, T. T. et al. Optical densities of dental resin composites: a comparison of CCD, storage Phosphor, and Ektaspeed Plus radiographic film. *General Dentistry*, Chicago, v. 44, p. 532-537, Nov./Dec. 1996.
- FIGUEIREDO, J. A. P. et al. Avaliação da radiopacidade de quatro marcas de resinas compostas fotopolimerizáveis através de imagem digitalizada. *Stomatos*, Canoas, n. 8, p. 15-22, jan./jun. 1999.
- GOSHIMA, T.; GOSHIMA, Y. The optimum level of radiopacity in posterior

composite resins. *Dento-maxillo-facial Radiology*, Houndsmills, v. 18, n. 1, p. 19-21, Feb. 1989.

_____. Radiographic detection of recurrent carious lesions associated with composite restorations. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology*, St. Louis, v. 70, n. 2, p. 236-239, 1990.

GÜRDAL, P.; AKDENİZ, B. G. Comparison of two methods for radiometric evaluation of resin-based restorative materials. *Dento-maxillo-facial Radiology*, Houndsmills, v. 27, n. 4, p. 236-239, 1998.

HUDA, W. et al. Comparison of a photostimulate Phosphor system with film for dental radiology. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Oral Endodontics*, St. Louis, v. 83, n. 6, p. 725-731, 1997.

IÓRIO, P. A. C. Resinas Compostas. In: _____. *Dentística clínica: adesiva e estética*. São Paulo: Santos, 1999. p. 88-124. v.1.

KERBAUY, W. D. *Processamento digital de imagens de radiografias periapicais sub-expostas aos raios-X*. Dissertação (Mestrado em Odontologia), Unesp, São José dos Campos, 1995.

KHADEMI, J. A. Digital images & sound. *Journal of Dental Education*, Washington, v. 60, n. 1, p. 41-46, Jan. 1996.

LEINFELDER, K. F.; BAYNE, S. C.; SWIFT JÚNIOR, E. J. Packable Composites: overview and technical considerations. *Journal of Esthetic Dentistry*, Hamilton, v. 11, n. 5, p. 234-249, 1999.

LUDLOW, J. B.; ABREU JÚNIOR, M. Performance of film, desktop monitor and laptop displays in caries detection. *Dento-maxillo-facial Radiology*, Houndsmills, v. 28, n. 1, p. 26-30, 1999.

MØYSTAD et al. Detection of approximal caries with a storage Phosphor system. A comparison of enhanced digital images with dental X-ray film. *Dento-maxillo-facial Radiology*, Houndsmills, v. 25, n. 4, p. 202-206, 1996.

MUÑOZ CHÁVEZ, O. F. et al. Resinas compostas compactáveis. Relato de caso clínico. *Jornal Brasileiro de Clínica e*

Estética em Odontologia, Curitiba, v. 3, n. 16, p. 11-17, 1999.

MURCHISON, D. F.; CHARLTON, D. G.; MOORE, W. S. Comparative radiopacity of flowable resin composites. *Quintessence International*, New Malden, v. 30, n. 3, p. 179-184, 1999.

NASH, R. W.; RADZ, G. M.; LEINFELDER, K. F. A report on a new condensable composite resin. *Compendium of continuing education in dentistry*, Newtown, v. 19, n. 3, p. 230-237, Mar. 1998.

OMER, O. E.; WILSON, N. H. F.; WATTS, D. C. Radiopacity of posterior composites. *Journal of Dentistry*, Kidlington, v. 14, n. 4, p. 178-179, 1986.

OSHIMA, H. M. S.; CONCEIÇÃO, E. N. Materiais restauradores diretos. In: CONCEIÇÃO, E. N. et al. *Dentística saúde e estética*. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000. p. 115-125.

PAGNONCELLI, S. M. *Uso da imagem digital indireta para comparação da densidade óptica de materiais ionoméricos com a dentina em diferentes espessuras*. Dissertação (Mestrado em Odontologia). PUCRS, Porto Alegre, 1998.

PORTO NETO, S. T.; MACHADO, C. T. Resinas condensáveis. *Jornal Brasileiro de Odontologia Clínica*, Curitiba, v. 3, n. 13, p. 35-39, 1999.

SANDERINK, G. C. H. Imaging: new versus traditional technological aids. *International Dental Journal*, London, v. 43, n. 4, p. 335-342, 1993.

SILVEIRA, I. D. *Comparação da densidade óptica de resinas compostas condensáveis, usando radiografias digitalizadas*. Dissertação (Mestrado em Odontologia). PUCRS, Porto Alegre, 2000.

SOARES, C. G. A era das "condensáveis". *Dental Gaúcho*, Porto Alegre, v. 6, n. 2, p. 22-24, 1999.

STANFORD, C. M. et al. Radiopacity of light-cured posterior composite resins. *Journal of the American Dental Association*, Chicago, v. 115, n. 5, p. 722-724, Nov. 1987.

SVANAES, D. B. et al. Intraoral storage Phosphor radiography for approximal caries detection and effect of image mag-

nification. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics*, St. Louis, v. 82, n. 1, p. 94-100, Jul. 1996.

TAMBURÚS, J. R. Radiopacidade de resinas compostas. *Revista de Odontologia da USP*, Ribeirão Preto, v. 4, n. 2, p. 103-107, abr./jun. 1990.

TVEIT, A. B.; ESPELID, I. Radiographic diagnosis of caries and marginal defects in connection with radiopaque composite fillings. *Dental Materials*, Kidlington, v. 2, n. 4, p. 159-162, 1986.

THE DENTAL ADVISOR. Radiografia digital direta. *Dois Córregos*, v. 4, n. 4, p. 6-7, out. 1997.

VAN DIJKEN, J. W. V.; WING, K. R.; RUYTER, I. E. An evaluation of the radiopacity of composite restorative materials used in class I and class II cavities. *Acta Odontologica Scandinavica*, Oslo, v. 47, n. 6, p. 401-407, 1989.

VERSTEEG, C. H.; SANDERINK, G. C. H.; VAN DER STELT, P. F. Efficacy of digital intra-oral radiography in clinical dentistry. *Journal of Dentistry*, Kidlington, v. 25, n. 3-4, p. 215-224, 1997.

WATTS, D. C. Characterization of Aluminium radiopacity standards for restorative materials. *Journal of Dentistry*, Kidlington, v. 15, n. 4, p. 175-177, 1987.

WILLEMS, G. Resinas compostas. In: BARATIERI, L. N. et al. *Estética - restaurações adesivas diretas em dentes anteriores fraturados*. 2. ed. São Paulo: Santos, 1998. p. 75-113.

WILLIAMS, J. A.; BILLINGTON, R. W. A new technique for measuring the radiopacity of natural tooth substance and restorative materials. *Journal of Oral Rehabilitation*, Oxford, v. 14, n. 3, p. 267-269, 1987.

Endereço para correspondência:

Prof. Luiz Felipe Rodrigues Graziottin
R. Tito Lívio Zambecari, 236/404 - Bairro Mont' Serrat
90 450-230 - Porto Alegre - RS