

Resistência de união à microtração de restaurações diretas e indiretas em resina composta

Microtensile bond strength of direct and indirect composite resin restorations

Ana Paula Farina*

Douglas Cecchin**

Aloísio Oro Spazzin***

Daniela Sguissardi Invitti****

Francieli Tacca****

Bruno Carlini Júnior*****

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência de união à dentina de restaurações diretas e indiretas confeccionadas em resina composta por meio do ensaio de microtração. Trinta molares humanos hígidos tiveram suas superfícies oclusais seccionadas 2 mm abaixo das cúspides, obtendo-se superfícies planas de dentina. Os dentes foram divididos em dois grupos: G1 (restaurações indiretas), no qual a dentina foi isolada e os platôs confeccionados em resina composta foram deslocados, jateados com óxido de alumínio e posteriormente cimentados com sistema adesivo e cimento resinoso dual; G2 (restaurações diretas), no qual os platôs de resina foram confeccionados diretamente sobre a superfície dentinária com o mesmo sistema adesivo do G1. Os dentes foram seccionados, obtendo-se três ampulhetas de cada dente ($n = 45/\text{grupo}$). Os corpos-de-prova foram submetidos ao ensaio de microtração a 0,5 mm/min. Os dados foram analisados estatisticamente pelo teste t Student ($p > 0,01$). As médias e desvio-padrão (MPa) foram: G1 = 22,02 ($\pm 12,47$); G2 = 23,35 ($\pm 9,82$). Pode-se concluir que não houve diferença estatisticamente significativa na resistência de união à dentina de restaurações diretas e indiretas de resina composta.

Palavras-chave: Resistência de união. Microtração. Sistema adesivo. Cimento resinoso.

Introdução

A obtenção da união micromecânica entre resina composta e estrutura dentária tem se mostrado efetiva com a evolução dos adesivos dentinários¹⁻⁴. Isso provocou mudanças nos conceitos da odontologia restauradora, facilitando a utilização de técnicas conservadoras no preparo de cavidades e permitindo a maior preservação de estrutura dental⁵.

Esses avanços, juntamente com os melhoramentos estéticos, tais como translucidez, opalescência, variedade de cores, menor manchamento, redução de trincas e fraturas e, principalmente, menor quantidade de desgaste do elemento dental, tornaram as resinas compostas alternativas às restaurações em amálgama⁶. As restaurações em resina composta podem ser confeccionadas por técnica direta ou indireta nos preparos em cavidades classe I e II⁷.

A contração de polimerização, embora tenha diminuído nos compósitos atuais, ainda se caracteriza como a principal desvantagem desses sistemas⁸. Em cavidades posteriores restauradas pela técnica direta, especialmente com a margem cervical situada na dentina, a massa a ser polimerizada contrai-se e pode superar a resistência de união dentina/resina, o que resulta em defeitos marginais e fendas⁹. A resina composta direta também oferece dificuldades para obtenção do contato proximal e contorno

* Aluna do curso de doutorado em Clínica Odontológica, área de Prótese Dental, FOP-Unicamp.

** Aluno do curso de doutorado em Clínica Odontológica, área de Endodontia, FOP-Unicamp.

*** Aluno do curso de doutorado em Materiais Dentários, FOP-Unicamp.

**** Cirurgiões-dentistas, especialistas em Dentística Restauradora pela FO-UPF.

***** Professor Doutor de Dentística, Clínica Integrada e coordenador do curso de especialização em Dentística Restauradora da FO-UPF.

anatômico e está sujeita à polimerização incompleta das áreas profundas em razão da dificuldade de penetração da luz¹⁰.

Com o objetivo de compensar esses desafios clínicos, foram desenvolvidos compósitos que possibilitam a confecção de restaurações de forma direta ou indireta. Nesses compósitos os fabricantes procuram diminuir a quantidade de matriz orgânica e aumentar a porcentagem de partículas inorgânicas. A finalidade é proporcionar um material com maior resistência à abrasão, melhorar suas propriedades físicas e diminuir a contração volumétrica¹¹. Grandes níveis de desgaste e excelência na qualidade superficial só podem ser conseguidos com ajuda desses materiais microparticulados¹². Além do aprimoramento do material, as restaurações puderam ser confeccionadas fora da cavidade a ser restaurada, resultando em redução da contração de polimerização e ao melhor controle dos contornos proximais. Este fator limitou a contração de polimerização apenas à camada de cimento, proporcionando melhor adaptação marginal e, conseqüentemente, redução da microinfiltração¹³.

Diante desses fatores, o objetivo do presente estudo foi avaliar *in vitro* se as diferentes reconstruções dentárias diretas e indiretas podem afetar a resistência de união à microtração ao substrato dentinário.

Materiais e método

Foram utilizados trinta molares humanos hígidos, obtidos do Banco de Dentes da Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo, sob aprovação do Comitê de Ética em pesquisa da instituição (protocolo nº 308/2006). Os dentes foram mantidos em solução de cloramina (0,5%) à temperatura de 4 °C por 48h para desinfecção. A seguir, foram limpados com auxílio de pasta de pedra-pomes e água com escovas tipo Robinson (Microdont®, Socorro, SP, Brasil) e analisados por meio de uma lupa (Carl Zeiss®, Jena, Alemanha), com aumento de 10x para descartar os espécimes que não fossem íntegros. Posteriormente, os dentes foram armazenados em água destilada e estufa à temperatura de 37 °C.

Os dentes foram incluídos em cilindros de plástico (Tigre®, São Paulo, SP, Brasil) de 25 mm de diâmetro por 20 mm de altura com resina acrílica autopolimerizável incolor (JET®, Clássico, São Paulo, SP, Brasil), de tal maneira que a superfície oclusal ficasse voltada para a superfície externa e superior.

As coroas dos dentes foram seccionadas 2 mm abaixo das cúspides com disco diamantado numa cortadora metalográfica (Struers®, Minitom, Copenhagen, Dinamarca). Após o corte, os resíduos provenientes da manipulação dos corpos-de-prova foram removidos com uma sequência ascendente

de lixas, variando da granulação 600 a 1.200 numa politriz (Metaserv 2000®, Buehler, IL, EUA), para padronização da *smear layer*. Em seguida, os dentes foram divididos aleatoriamente em dois grupos experimentais, com quinze espécimes cada.

Sobre a dentina exposta dos dentes do Grupo 1 foram confeccionadas restaurações em resina composta (Z250®, 3M ESPE, St Paul, Minnesota, EUA) em forma de platô, utilizando-se dois incrementos de resina com 2 mm de espessura e fotopolimerizados por 30s cada. Todas as restaurações em resina composta foram removidas dos respectivos corpos-de-prova, enroladas em gaze e posicionadas na parte externa de um recipiente correspondente a cada dente.

Os dentes dos Grupos 1 e 2 foram condicionados com ácido fosfórico a 37% (Cond AC 37®, FGM, Joinville, SC, Brasil) por 10s e lavados com água durante 30s. O excesso de água foi removido com pontas de papel absorvente. O adesivo (Single Bond®, 3M ESPE, St Paul, Minnesota, EUA) foi aplicado em toda superfície dentinária com auxílio de um *micro-brush* (KG Sorensen®, Barueri, SP, Brasil), friccionado por 10s, aguardando-se 10s; então, foi reaplicado, seguido por um leve jato de ar por 5s e ativado durante 20s com o aparelho Radii® (SDI, São Paulo, SP, Brasil), com irradiância de 450 mW/cm².

As superfícies internas das restaurações indiretas do Grupo 1 foram submetidas ao tratamento com jateador de óxido de alumínio (50 µm) por 5s em toda superfície, deixando a ponteira a 5 cm de distância da peça, lavadas e limpadas usando-se ácido fosfórico a 37% por 10s. Logo após, aplicou-se o agente silanizador (Silano®, Angelus, Londrina, PR, Brasil), em duas aplicações, e secou-se com jatos de ar. Após 1min, aplicou-se o *bond* do sistema adesivo Scotchbond Multi-Purpose® (3M ESPE, St Paul, Minnesota, EUA), removeu-se o excesso com jato de ar e fotopolimerizou-se por 20s. Para a fixação dessas peças, partes iguais de cimento resinoso (Rely X ARC®, 3M ESPE, St Paul, Minnesota, EUA) foram dispensadas sobre a superfície de placa de vidro, misturadas por 10s e aplicadas na peça. Esta foi, então, posicionada, estabilizada manualmente e fotopolimerizada por 20s em cada lado. Nenhum excesso do cimento resinoso para fixação foi removido durante este procedimento.

No Grupo 2 adicionou-se resina composta em forma de platô utilizando-se dois incrementos de resina com 2 mm de espessura e fotopolimerização de 30s para cada face.

Após 24h da realização das restaurações, os espécimes foram posicionados numa cortadora metalográfica com disco diamantado dupla face. Sob irrigação, foram realizados cortes sequenciais paralelos ao longo eixo dos espécimes, em espessuras de 1,0 mm no sentido mesiodistal com cuidado para não separar as placas obtidas, originando três corpos-de-prova de cada dente, num total de 45 amostras por grupo (n = 45).

Após o corte, os espécimes foram separados da base de resina acrílica por meio de cortes transversais, obtendo-se placas de aproximadamente 10 mm de altura por 5 mm de largura e 1 mm de espessura. Foi utilizada uma ponta diamantada 1093 FF (KG Sorensen®, Barueri, SP, Brasil) em alta rotação (Kavo®, Joinville, SC, Brasil) para confeccionar cavidades em ambos os lados da placa junto à linha de união resina-dentina, obtendo-se uma área central com 1 mm de espessura, configurando, assim, amostras em forma de ampulheta (Fig. 1).

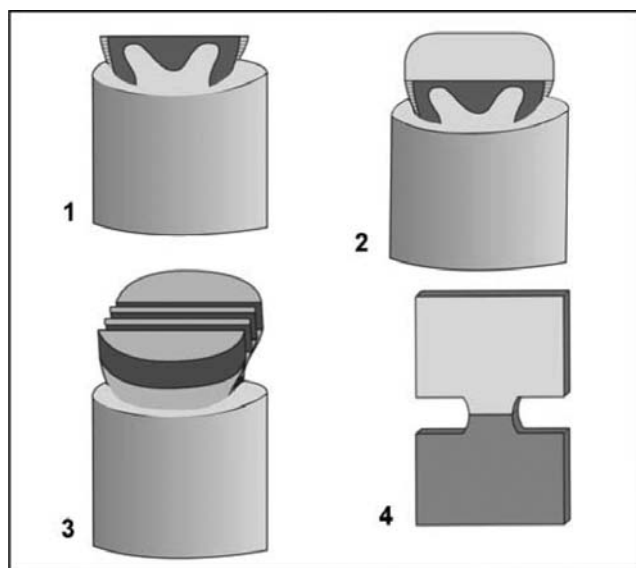


Figura 1 - Sequência do preparo dos corpos-de-prova: (1) dente incluído em resina acrílica; (2) dente com simulação de restauração de resina composta; (3) cortes sequenciais paralelos ao longo eixo do dente, no sentido mesiodistal, com espessura de 1,0 mm; (4) corpo-de-prova em forma de ampulheta.

As ampulhetas foram fixadas individualmente num dispositivo metálico com adesivo de cianocrilato (Super Bonder®, Loctite, São Paulo, SP, Brasil), de modo que a interface adesiva permanecesse livre de qualquer contato. O dispositivo metálico foi posicionado numa máquina universal de ensaios (Emic DL 2000®, São José dos Pinhais, PR, Brasil) para o ensaio de microtração, à velocidade de 0,5 mm/min, até ocorrer fratura.

Após o teste, a mensuração da área foi realizada com um paquímetro digital (Vonder Paquímetro Eletrônico Digital®, Curitiba, PR, Brasil) e a resistência de união, em MPa, foi calculada pela seguinte fórmula: $\delta = F/A$, onde δ é a resistência de união à microtração, F é a força aplicada e A é a área da interface adesiva. Os dados de resistência adesiva foram analisados estatisticamente pelo teste t Student ao nível de 1% de significância.

Resultados

Os dados do ensaio de resistência de união obtidos pelo teste de microtração revelaram não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupos experimentais (Tab. 1).

Tabela 1 - Comparação entre as médias de resistência de união à microtração (MPa) dos grupos experimentais

Grupos	N	Média	Desvio-padrão
G1	45	22,02	12,47
G2	45	23,35	9,82

$p > 0,01$

Discussão

Os resultados do presente estudo mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa na resistência de união de restaurações diretas e indiretas em resina composta. Para avaliar a resistência de união foi utilizado o ensaio de microtração, no qual as amostras usadas são preparadas com uma área de aproximadamente 1 mm², o que produz uma distribuição mais uniforme do estresse e resultados mais precisos quando comparados aos testes de tração e cisalhamento, que utilizam uma área de 7 a 12 mm^{2,14}.

A principal diferença entre restaurações diretas e indiretas de resina composta é o volume de material polimerizável a sofrer tensões de contração em função da área de união. As restaurações indiretas apresentam maior grau de conversão monomérica, pois são polimerizadas em unidades especiais onde todas as superfícies da restauração podem ser polimerizadas. Dependendo da combinação de luz, calor, vácuo e pressão, a unidade polimerizadora pode aumentar de 10 a 20% as propriedades mecânicas das resinas indiretas¹⁵. Por isso, as resinas de uso indireto apresentam uniformidade em sua polimerização¹⁶, promovendo uma melhoria no desempenho clínico do material, uma vez que o grau de conversão do material está diretamente relacionado com a resistência ao desgaste¹⁷.

Pode-se assumir que, em razão da fina camada de cimento para união de restaurações indiretas, a magnitude da tensão induzida pela contração de polimerização é menor que a induzida pela polimerização do compósito direto^{18,19}. Assim, a tensão de contração de polimerização em restaurações diretas poderia causar falha adesiva ou coesiva e formação de fenda interfacial²⁰, ao passo que a realização de restaurações indiretas tem sido proposta com o objetivo de minimizar a tensão gerada na interface de união²¹.

Considerando a técnica indireta de restaurações em resina composta, a camada de agente cimentante também será passível de contração, uma vez que há um alto fator C. Porém, esses efeitos podem ser minimizados com o uso de cimentos resinosos de dupla polimerização, visto que o menor volume de cimento permite a redução da contração de polimerização e, por possuir reação mais lenta, há maior tempo para o relaxamento do estresse de contração²².

O cimento RX ARC® apresenta duas formas de reação de presa (dual) e pode ser indicado quando a opacidade e a espessura das restaurações interfe-

rem na quantidade de energia luminosa a ser transmitida ao cimento. Assim, a intensidade de luz deve ser suficiente para iniciar o processo de polimerização do cimento, sendo necessária a presença de um catalisador que complete a reação de polimerização. A ação dos dois sistemas de ativação, ou seja, a emissão de luz e a reação química, aumenta o grau de conversão dos monômeros em polímeros e melhora as propriedades físicas do cimento^{23,24}.

No intuito de sanar problemas decorrentes da execução de restaurações pela técnica direta, têm sido desenvolvidos métodos para redução da tensão de polimerização, como a inserção de múltiplas camadas de resina, com aproximadamente 2 mm, unidas a duas paredes e fotopolimerizadas individualmente por intensidade menor nos primeiros segundos²⁵. O objetivo do controle do fator de configuração de cavidade é evitar que a tensão de polimerização supere a união resina/adesivo/dentina²⁶.

Os resultados do presente estudo demonstram que os efeitos da contração de polimerização foram evitados por meio das técnicas anteriormente citadas e, dessa forma, os valores de resistência adesiva foram mantidos dentro de padrões aceitáveis. Esses valores são comparáveis aos valores obtidos no estudo de Mak et al.²⁷ (2002), que avaliaram a resistência à microtração de cimentos resinosos utilizados para fixação de restaurações indiretas.

No entanto, a contração de polimerização não deve ser analisada de forma isolada, mas, sim, em associação com outros fatores, como as características de cada substrato, tipo e técnica restauradora, sua polimerização, bem como fatores referentes ao acabamento e preparo dos ângulos da cavidade¹¹. Assim, a utilização de superfícies planas de dentina no presente estudo, nas quais a tensão de polimerização é baixa, pode ter influenciado nos valores de resistência de união quando realizadas restaurações diretas. Desse modo, numa situação clínica em que o fator de contração tende a ser maior, a tensão poderia ser mais elevada e a resistência de união, por consequência, reduzida.

As restaurações indiretas estão sujeitas apenas à contração da linha de cimento resinoso, o que não elimina a possibilidade de ocorrerem falhas semelhantes às ocorridas em restaurações diretas. Ambas as restaurações se mostraram aceitáveis para reconstrução dental, desde que todas as etapas operatórias sejam adequadamente realizadas, a fim de reduzir a tensão de polimerização desses materiais.

Em relação ao maior tempo de tratamento e custo para produzir restaurações indiretas, a vantagem da técnica será encontrada em caso de cúspides fragilizadas ou de envolvimento de duas ou mais cúspides, casos em que as restaurações indiretas se apresentam como melhor opção^{28,29}. No presente estudo não houve diferença entre restaurações diretas e indiretas de resina composta quanto à resistência adesiva, confirmando os resultados obtidos por

Wassel et al.³⁰ (2000). Em vista disso, o clínico poderá recorrer a ambas as modalidades, conforme a necessidade do caso ou do paciente³¹.

Conclusão

Com base na metodologia utilizada e nos resultados obtidos, pode-se concluir que as restaurações de resina composta direta e indireta não apresentaram diferença estatisticamente significativa quanto à resistência de união à dentina pelo teste de microtração.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the microtensile bond strength to dentin of direct and indirect composite resin restorations. Thirty sound human molars had their occlusal surfaces cut 2 mm below the cusps, resulting in flat dentin surfaces. The teeth were divided into two groups: G1 (indirect) the dentine was isolated and the plateaus made from resin composite dislocated, treated with aluminum oxide and cemented with adhesive system and resin cement; G2 (direct) the composite restoration confectioned directly on the dentin surface with the same adhesive system. The teeth were cut to provide three hourglass-shape specimens per tooth (n = 45). The specimens were submitted to a microtensile test at 0.5 mm/min. Data were analyzed by Student t test (p > 0.01). Mean and standard deviation values (in MPa) were: G1 = 22.02 (± 12.47); G2 = 23.35 (± 9.82). There was no statistical differences in the mean microtensile bonding strength values between direct and indirect resin composite restorations.

Key words: Bond strength. Microtensile test. Adhesive system. Resinous cement.

Referências

1. Hashimoto M, Ohno H, Kaga M, Sano H, Tay ER, Oguchi H, et al. Over-etching effects on micro-tensile bond strength and failure patterns for two dentin bonding systems. *J Dent* 2002; 30(2-3):99-105.
2. Sonoda H, Banerjee A, Sherriff M, Tagami J, Watson TF. An *in vitro* investigation of microtensile bond strengths of two dentine adhesives to caries affected dentine. *J Dent* 2005; 33(4):335-42.
3. Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A, Cadenaro M, Di Lenarda R, Dorigo ES. Dental adhesion review: aging and stability on the bonded interface. *J Dent* 2008; 24:98-101.
4. Komori PCP, Pashley DH, Tjäderhane L, Breschi L, Goes MF, Wang L, et al. Effect of 2% chlorhexidine gluconate on the bond strength to normal versus caries-affected dentin. *Oper Dent* 2009; 34(2):157-65.
5. Malterud MI. Minimally invasive restorative dentistry: a biomimetic approach. *Pract Proced Aesthet Dent* 2006; 18(7):409-14.
6. Araujo FO, Vieira LC, Monteiro-Junior S. Influence of resin composite shade and location of the gingival margin on the microleakage of posterior restorations. *Oper Dent* 2006; 31(5):556-61.

7. Jayasooriva PR, Pereira PN, Nikaido T, Tagami J. Efficacy of a resin coating on bond strengths of resin cement to dentin. *J Esthet Restor Dent* 2003; 15(2):105-13.
8. Cadenaro M, Biassoto M, Scuor N, Breschi L, Davidson CL, Di Lenarda R. Assessment of polymerization contraction stress of three composite resins. *Dent Mater* 2008; 24(5):681-5.
9. Takamizawa T, Yamamoto A, Inoue N, Tsujimoto A, Oto T, Irokawas A, et al. Influence of light intensity on contraction stress of flowable resins. *J Oral Science* 2008; 50(1):37-42.
10. Dijken JWV. Direct resin composite inlays/onlays: an 11 year follow-up. *J Dent* 2000; 28(5):299-306.
11. Hirata R, Mazzetto AH, Yao E. Alternativas clínicas de sistemas de resinas compostas laboratoriais: quando e como usar. *JBC-J Bras Clin Odontol Integr* 2000; 4(19):13-21.
12. Garcia LFR, Consani S, Churata RLM, Pires-de-Souza FCP. Resinas indiretas - evolução histórica. *Clin Pesq Odontol* 2006; 2(5-6):407-11.
13. Kelsey WP, Triolo PT, Blankenau RJ, Kelsey MN, Ortmeier C, Hauser D. Bond strengths to enamel and dentin with indirect resin composites. *Am J Dent* 1998; 9(3):105-8.
14. Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R, et al. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength: evaluation of micro-tensile bond test. *Dent Mater* 1994; 10(4):236-40.
15. Yoon TH, Lee YK, Lim BS, Kim CW. Degree of polymerization of resin composites by different light sources. *J Oral Rehabil* 2002; 29:1165-73.
16. Eldiwan M, Powers JM, George LA. Mechanical properties of direct and post-cured composites. *Am J Dent* 1993; 6:222-4.
17. Matsumura H, Leinfelder KF. Localized three-body wear of six types of composite resin veneering materials. *J Prosthet Dent* 1993; 70:207-13.
18. Kitasako Y, Burrow MF, Katahira N, Nikaido T, Tagami J. Shear bond strengths of three resin cements to dentin over 3 years *in vitro*. *J Dent* 2001; 29(2):139-44.
19. Shor A, Nicholls JI, Phillips KM, Libman WJ. Fatigue load of teeth restored with bonded direct composite and indirect ceramic inlays in MOD class II cavity preparations. *Int J Prosthodont* 2003; 16(1):64-9.
20. Frankenherger R, Sindel J, Kramer N, Petschelt A. Dentin bond strength and marginal adaptation: direct composite resins vs ceramic inlays. *Oper Dent* 1999; 24(3):147-55.
21. Lambert PL, Bezerra RB. Restaurações inlay/onlay em porcelana: uma revisão de literatura. *Rev Fac Odontol UFBA* 2000; 20:32-8.
22. Prakki A, Carvalho RM. Cimentos resinosos dual: características e considerações clínicas. *PGR-Pós-Grad Rev Fac Odontol São José dos Campos* 2001; 4(1):21-6.
23. Caughman WF, Chan DCN, Reuggeberg FA. Curing potential of dual-polymerizable resin cements in simulated clinical situations. *J Prosthet Dent* 2001; 85(5):479-84.
24. Jung H, Frieled H, Hiller A, Haller A, Schmalz G. Curing efficiency of different polymerization methods through ceramic restorations. *Clin Oral Invest* 2001; 5(3):156-61.
25. Cenci MS, Demarco FF, Carvalho RM. Class II composite resin restorations with two polymerization techniques between microtensile bond strength and marginal leakage. *J Dent* 2005; 33(7):603-10.
26. Cho L, Song H, Koak J, Heo S. Marginal accuracy and fracture strength of ceromer/fiber-reinforced composite crowns: effect of variations in preparation design. *J Prosthet Dent* 2002; 88(4):388-95.
27. Mak YF, Lai SCN, Cheung GSP, Chan AWK, Tay FR, Pashley DH. Micro-tensile bond testing of resin cements to dentin and an indirect resin composite. *Dent Mater* 2002; 18(8):609-21.
28. Sperafico R. Direct and semi-direct posterior composite restorations. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1996; 8(7):703-12.
29. Chalifoux PR. Treatment considerations for posterior laboratory-fabricated composite resin restorations. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1998; 10(8):969-78.
30. Wassel RW, Walls AWG, McCabe JF. Direct composite inlays versus conventional composite restorations: 5-years follow-up. *J Dent* 2000; 28(3):375-82.
31. Council A. Direct and indirect restorative materials. *J Am Dent Assoc* 2003; 134(4):463-72.

Endereço para correspondência

Douglas Cecchin
Rua Guaporé, 360/81, Higienópolis
Piracicaba - SP
Fone: (19) 3374 5723, Fax: (19) 2106 5251,
E-mail: dgscecchin@yahoo.com.br

Recebido: 14.04.2009 Aceito: 25.08.2009