

CÁSSIO DOS SANTOS NETO

**AVALIAÇÃO DA MICRODUREZA E COR DE CIMENTOS RESINOSOS
INSERIDOS EM DIFERENTES SUBSTÂNCIAS E PH**

Tese de Doutorado

FLORIANÓPOLIS

2014

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Santos Neto, Cássio

AVALIAÇÃO DA MICRODUREZA E COR DE CIMENTOS RESINOSOS
INSERIDOS EM DIFERENTES SUBSTÂNCIAS E PH : Tese
apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da
Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para
a obtenção do título de Doutor em Odontologia, área de
concentração: Dentística. / Cássio Santos Neto ;
orientador, Luiz Clovis Cardoso Vieira ; coorientador,
Élito Araújo. - Florianópolis, SC, 2014.

92 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, . Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

Inclui referências

1. Odontologia. 2. Cimento. 3. pH. 4. Microdureza. 5.
cor. I. Cardoso Vieira, Luiz Clovis. II. Araújo, Élito.
III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de
Pós-Graduação em Odontologia. IV. Título.

CÁSSIO DOS SANTOS NETO

**AVALIAÇÃO DA MICRODUREZA E COR DE CIMENTOS RESINOSOS
INSERIDOS EM DIFERENTES SUBSTÂNCIAS E PH**

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

Orientador: Prof. Dr. Luiz Clovis Cardoso Vieira
Co-Orientador: Prof. Dr. Élio Araújo

FLORIANÓPOLIS

2014

CÁSSIO DOS SANTOS NETO

**AVALIAÇÃO DA MICRODUREZA E COR DE CIMENTOS RESINOS
INSERIDOS EM DIFERENTES EM DIFERENTES SUBSTÂNCIAS E PH**

Esta tese foi julgada adequada para a obtenção do título de DOUTOR EM ODONTOLOGIA – ÁREA DE CONCENTRAÇÃO DENTÍSTICA e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

Florianópolis, 18 de julho de 2014.

Prof. Dra. Izabel Cristina Santos Almeida
Coordenadora de Programa de Pós-Graduação em Odontologia

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Luiz Clovis Cardoso Vieira
Orientador

Prof. Dr. Naudy Brodbeck May
Membro

Prof. Dra. Simone Xavier Silva Costa
Membro

Prof. Dra. Beatriz A. C. de Barros
Membro

Prof. Dra. Sheila Cristina Stolf
Membro.

Prof. Dr. Sylvio Monteiro Júnior
Membro

*Há homens que lutam um dia e são bons.
Há outros que lutam um ano e são melhores.
Há os que lutam muitos anos e são muito bons.
Porém, há os que lutam toda a vida.
Esses são os imprescindíveis.*

Bertolt Brecht

Dedico às gerações de Cássios na Odontologia,
Cássio dos Santos e Cássio dos Santos Junior.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Luiz Clovis Cardoso Vieira, pelo carinho, incentivo e dedicação, sem os quais não conseguiria realizar este trabalho. Muito obrigado por fazer parte da minha história.

Ao Prof. Dr. Luiz Narciso Baratieri, por se mostrar nos momentos decisivos e difíceis um verdadeiro “pai” para mim. Minha eterna gratidão e respeito.

Ao Prof. Sylvio Monteiro Jr., pela fonte inesgotável de conhecimento, poder de discernimento e conhecimento da odontologia em toda a sua extensão. Meu eterno respeito.

Ao Prof. Dr. Gilberto Muller Arcari, pelo apoio, incentivo e convívio ao lado do senhor. Transmitindo sempre coisas boas. Meu respeito e consideração.

Ao Prof. Dr. Hamilton Pires Maia, pelas conversas prazerosas e pelas dicas ricas em odontologia e na vida. Muito obrigado.

Ao Prof. Dr. Élito Araújo, pelo carinho e pelo convívio exemplar que temos. O senhor é um exemplo de bom caráter.

Ao Prof. Dr. Mauro Amaral Caldeira de Andrada, por sempre estar de prontidão para resolver os problemas e pelo fantástico convívio. Muito obrigado.

À Prof. Dra. Renata Gondo, por ter me recebido e acolhido de uma forma tão generosa aqui em Florianópolis. Minha eterna gratidão.

Ao Prof. Dr. Cléo Nunes de Sousa, por sua humildade e simpatia. Meu muito obrigado.

À Prof. Dra. Sheila Stolf, por sua amizade e convívio. Exemplo de humildade e capacidade. Meu muito obrigado.

À Prof. Dra. Beatriz Barros, pelo convívio e sua amizade. Meu muito obrigado.

Ao Prof. Dr. Guilherme Carpena Lopes, pela seriedade com que leva a odontologia e por estar sempre disposto a ajudar.

Ao Prof. Dr. Edson Araújo, por sempre estar disposto a qualquer coisa e por sua humildade e simpatia. Meu eterno agradecimento.

Ao Prof. Dr. Alfredo Meyer Filho, pela sinceridade e sabedoria com que encara a vida e a profissão.

À Prof. Dra. Jussara Bernardon, pelo convívio, amizade e ajuda nesta caminhada. Meu muito obrigado.

Ao Prof. Dr. Antônio Carlos Cardoso, pela ajuda nas diversas vezes que precisei do senhor. Meu muito obrigado.

Aos colegas do Doutorado, Adriano, Eduardo, Daniel, David, Greciana e Luana, pelo maravilhoso convívio e pela ajuda. Obrigado.

Aos amigos, Sheila, Silvana, Neimar, Junio, Juan, Marcelo, Max e Eduardo. Aprendi muito com vocês. Minha eterna gratidão.

Ao meu eterno amigo Fábio Andretti, obrigado pelo convívio exemplar. Aprendi muita coisa com você. Obrigado.

A Dona Léia e a Ana, por estarem sempre colaborando para que tudo funcione na mais perfeita ordem. Obrigado.

Aos meus amigos e parentes de Minas Gerais, que sempre me deram forças para prosseguir nesta jornada. Obrigado.

Aos funcionários da UFSC que direta ou indiretamente contribuíram para que os trabalhos pudessem ser executados de uma forma melhor.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

A Deus, por eu estar vivo e acreditar que tenho algo muito importante a fazer aqui, ainda, neste plano.

Ao meu pai, Cássio, que sempre foi e sempre será minha estrela-guia. Meu mentor, melhor amigo, confidente, companheiro leal e exemplo de homem honesto e íntegro. O senhor é o exemplo que devemos seguir para chegar ao sucesso.

À minha mãe, Simone, na qual só consigo enxergar bondade, por onde passa encanta as pessoas com esse jeito meigo e carinhoso de ser. Mãe, fica aqui registrado todo o seu esforço investido em mim. As suas preocupações e anseios deram frutos maravilhosos. Sou eternamente grato por tudo o que fez e faz por mim. Te amo incondicionalmente.

Aos meus avós, Walter, Leonilda, Cássio (*em memória*), e Margarida, que direta ou indiretamente sempre me ajudaram para que eu pudesse caminhar firmemente nesta jornada. Minha eterna gratidão.

Ao meu irmão e amigo Felipe, que, mesmo estando preocupado com a sua vida médica, sempre queria saber como estava a minha vida, dando-me conselhos. Muito obrigado, meu irmão.

Aos meus amigos e parentes, que sempre estiveram ao meu lado para tornar essa caminhada menos árdua. Meu muito obrigado.

RESUMO

SANTOS NETO, CÁSSIO DOS. **AVALIAÇÃO DA MICRODUREZA E COR DE CIMENTOS RESINOSOS INSERIDOS EM DIFERENTES SUBSTÂNCIAS E PH**, um estudo *in vitro*. 2014. TESE (DOUTORADO em Odontologia – opção Dentística) – Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil

O objetivo deste estudo *in vitro* foi de avaliar a microdureza e a alteração da cor de quatro cimentos resinosos, imersos em seis diferentes substâncias e por diferentes períodos de tempo. Sessenta discos de cimentos resinosos, foram confeccionados (6mm x 2mm), para cada tipo de cimento (Rely – X Veneer (R), Rely–X U200 (U) , Multilink (M) e o Variolink Veneer (V)) e polidos com ponta de borracha de passo único (Optrapol, Ivoclar Vivadent) por 30 s, em seguida armazenados por 24 hrs em água destilada. A subdivisão foi realizado em 6 subgrupos (n=10), de acordo com a solução imersora, a uma temperatura de 37⁰C: Grupo R-1 (Rely-X Veneer), Grupo M-1 (Multilink), Grupo V-1 (Variolink Veneer) e o Grupo U-1 (Rely–X U200), foram armazenadas em água destilada (controle (1)). Grupo R-2, M-2, V-2 e U-2 em coca (2). Grupo R-3, M-3, V-3 e U-3 em vinho (3), Grupo R-4, M-4, V-4 e U-4 em suco cítrico (4), Grupo R-5, M-5, V-5 e U-5 em whisky (5) e Grupo R-6, M-6, V-6 e U-6 em bebida energética (6). Os espécimes foram mesurados imediatamente, 24 hrs, 7, 14 e 90 dias, por um microdurometro (HVM 2, Shimadzu - Japão) e a cor avaliada por um espectrofotômetro (Easyshade, Vita). Para a análise estatística dos dados, foi empregada a análise de variância multiplas, (ANOVA) e o teste de tukey ao nível de 95% de confiança. Os maiores valores de microdureza foram obtidos no baseline, seguido de 7, 14 e 90 dias. Apenas não houve diferença estatisticamente significativa entre os tempos de 24horas, 7 e 14 dias (p>0,05). Para os valores de 90 dias, ocorreu uma queda acentuada dos valores para a microdureza. Quando observados os espécimes submersos em água, nota-se alteração no armazenamento de 90 dias, mas sem diferença estatística. O líquido que promoveu o maior índice de alteração de cor foi o vinho nos grupos: R3, M3, V3 e U3. Esses dados prevaleceram em todos os cimentos testados, a partir do 7^o dia de armazenamento. O ΔE, não foi alterado para os grupos, que foram imersos em água. Os líquidos coca-cola, suco cítrico, whisky e energético, tiveram alteração significativa aos 90 dias de armazenamento. O grupo que apresentou a menor variação após os 14 dias foi o cimento resinoso Rely – X Veneer, porém sem diferença estatística.

Palavras-chave: Microdureza, Cor, Cimento Resinoso, Dieta Ácida

ABSTRACT

SANTOS NETO, Cassio DOS. ASSESSMENT AND COLOR microhardness CEMENT RESIN INSERTED IN DIFFERENT SUBSTANCES AND PH, in vitro study. . 2014 Thesis (P. h. D. in Dentistry –Operative Dentistry) - Graduate Program in Dentistry, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, Brazil

The aim of this in vitro study was to evaluate the microhardness and color change four resin cements immersed in six different substances and for different periods of time. Sixty discs of resin cements were cut (6mm x 2mm), for each type of cement (Rely X - Veneer (R), Rely-X U200 (U), Multilink (M) and Variolink Veneer (V)) and polished rubber tipped single step (Optrapol, Ivoclar Vivadent) for 30 s, then stored for 24 hrs in distilled water. The subdivision was carried out in six subgroups (n = 10) according to immersion solution at a temperature of 37°C: R 1-group (Rely-X Veneer)-1 Group M (Multilink), Group V-1 (Variolink Veneer) and the U-1 group (Rely-X U200) were stored in distilled water (control) (1). Group R-2, M-2, M-2 and U-2 cocaine (2). Group R-3, M-3, M-3 and H-3 'wine (3)-R 4 group, M-4, M-4 and U-4 as citric juice (4)-R 5 group, M-5, M-5 and H-5 whiskey (5) group R-6, F-6, V-6 and U-6 in the energy drink (6). The specimens were immediately measured, 24 hrs, 7, 14 and 90 days, by a microhardness (HMV 2, Shimadzu - Japan) and the color measured by a spectrophotometer (Easyshade, Vita). For statistical analysis, we used the multiple analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test at 95% confidence. The highest microhardness values were obtained at baseline, followed by 7, 14 and 90 days. As there was no statistically significant difference between the times of 24 hours, 7 and 14 days ($p > 0.05$). For values of 90 days, there was a sharp decline in values for microhardness. When observing the specimens submerged in water, there is change in storage of 90 days, but no statistical difference. The liquid that promoted the highest rate of color change was the wine groups: R3, M3, V3 and U3. These data prevailed in all cements tested, from the 7th day of storage. The ΔE , has not changed for the groups, which were immersed in water. Net cola, citrus juice, whiskey and energetic, had significantly after 90 days of storage change. The group that had the lowest variation after 14 days was the resin cement Rely X - Veneer, but without significant differences.

Keywords: Microhardness, Color, Resin Cement, Acid Diet

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO.....	13
2 OBJETIVO.....	16
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
3.1 MATERIAIS.....	17
3.2 MÉTODOS.....	19
3.3 AVALIAÇÃO DA MICRODUREZA	22
3.4 AVALIAÇÃO DA COR	24
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	26
4 REFÊRENCIAS.....	27
5 ARTIGO 1	29
5.1 RESUMO.....	31
5.2 INTRODUÇÃO.....	32
5.3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	35
5.4 RESULTADOS	38
5.5 DISCUSSÃO.....	43
5.6 CONCLUSÃO.....	45
5.7 REFERÊNCIAS.....	46
6 ARTIGO 2	48
6.1 RESUMO.....	51
6.2 INTRODUÇÃO.....	52
6.3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	53
6.4 RESULTADOS	55
6.5 DISCUSSÃO.....	59
6.6 CONCLUSÃO.....	61
6.7 REFERÊNCIAS.....	62
7 PAPER 1	64
8 PAPER 2	78

APRESENTAÇÃO

A odontologia atual, está focada em uma só palavra “Estética”, cada vez mais se pesquisa e se modifica técnicas, para conseguir resultados mais próximos do natural. É com essa visão que tem se desenvolvido inúmeros materiais como a resina composta, as cerâmicas odontológicas e os cimentos resinosos para suprir este anseio estético (ERTAS *et al.*, 2006). Mesmo que os agentes cimentantes resinosos apresentem propriedades mecânicas satisfatórias, podem apresentar limitações. Uma das principais causas de falha é a alteração da cor, técnica de cimentação, desgaste e a micro-infiltração ao longo do tempo (TOPCU *et al.*, 2009) fenômenos que reduzem a sua longevidade e pode levar o clínico a substituição da restauração (QVIST, V. *et al.*, 1990).

A alteração de cor de um cimento resinoso, é devido a um processo multifatorial, por duas vias: intrínsecas e extrínsecas (SAMRA *et al.*, 2008;). A via intrínseca ocorre pela degradação do material, sendo influenciados pela quantidade, tamanho, dureza, peso, o tipo de matriz resinosa e como se dá a união entre a carga. É nesta interface, que se dá parte da alteração da cor e da microdureza dos cimentos resinosos (ABD ELHAMID; MOSALLAM, 2010). Outros fatores relevantes são os tipos de foto iniciadores e inibidores, onde ocorrendo uma baixa taxa do grau de conversão, maior será a degradação do cimento resinoso. Esta relação está intimamente ligada à qualidade e o poder de cura dos cimentos (Buchalla *et al.*; 2002; Aguiar *et al.* 2011).

Quando analisamos pelos fatores extrínsecos, podemos observar a sorção de pigmentos de alimentos, como, sucos, bebidas energéticas, alcoólicas e pelo tabagismo (Ruyter, 1991). A quantidade de penetração destes pigmentos é

diretamente proporcional a concentração do líquido que está em contato, o nível do pH da substância, a frequência de ingestão e o tempo de contato do líquido com o material (ERTAS et al., 2006)

Alguns estudos sobre a estabilidade de cor, selecionam os seus agentes resinosos pela sua composição inorgânica, onde não são levados em consideração o tipo de matriz do cimento (Buchalla et al.; 2002). A matriz resinosa é uma das chaves para a explicação da solubilidade e a hidrofobicidade. Outros fatores que podem influenciar na alteração da cor e na microdureza, além da íntima ligação pela composição orgânica e inorgânica, é o acabamento, polimento, e a técnica de cimentação (Reis et al. 2003). O desgaste da interface dos cimentos resinosos pelo fator tempo e por agentes abrasivos, pode promover o deslocamento de partículas de carga e com isso diminuindo a microdureza e promovendo um aumento da pigmentação superficial (Douglas, 2000).

A diminuição da microdureza superficial dos cimentos resinosos promove uma colonização bacteriana onde microrganismos (*S. mutans*, *S. oralis* e *A. Naeslundii*) aderem firmemente as margens expostas dos cimentos resinosos, promovendo infiltração, manchamento, cárie recorrente, propiciando a falha da restauração. Necessitando de estudo que melhorem estas propriedades dos cimentos, diminuindo a necessidade de substituição das restaurações cerâmicas (Willershausen et al. 1999).

É com este intuito, que o processo desta pesquisa é detalhada e dividida em dois artigos científicos complementares. No primeiro, foi avaliado a microdureza das superfícies de diferentes agentes cimentantes resinosos, inseridos em diferentes substâncias e com diferente pH. No segundo artigo foi realizado a

avaliação da alteração da cor dos sistemas resinosos, onde cada substância possui corantes e pigmentos diferentes.

2 Objetivo

O objetivo deste estudo, *in vitro*, foi avaliar a estabilidade da cor e a microdureza superficial de quatro cimentos resinosos, com diferentes composições, imersas em seis diferentes substâncias.

Objetivos específicos


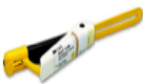


Avaliar a influência da composição do cimento resinoso, da substância de imersão e do tempo de armazenagem na estabilidade da cor de cimentos resinosos com diferentes composições, utilizando um espectrofotômetro

Avaliar a influência da composição do cimento resinoso, da substância de imersão e do tempo de armazenagem na microdureza superficial de cimentos resinosos com diferentes composições, utilizando um microdurometro.

2 Materiais e Métodos

2.1- MATERIAIS

Foram utilizados, quatro cimentos resinosos de diferentes composições: Rely - X Veneer, Rely-X U200 , Multilink e o Variolink Veneer (Quadro 1).

Imagem	CR	Cor	Composição	% Vol.	Tamanho	Cura
	Rely - X Veneer	A2	BisGMA - TEGDMA- Zircôni e Sílica	67,5%	+/-1,5	20s
	Rely - X U200	A2	BisGMA - TEGDMA.	56,7%	+/-1,5	20s
	Multilink	A1	BisGMA - Bis-Hema- etoxilado UDMA e HEMA	61,25	+/-2,0	20s
	Variolink	A1	BisGMA - TEGDMA e HEMA	57,9%	+/-1,8	20s

Quadro 1- Composição dos cimentos resinosos, segundo fabricantes.

Seis substâncias, com diferentes pH foram selecionadas para imersão dos cimentos resinosos a serem avaliadas (Fig. 2). O pH das substâncias foi mensurado em um Potenciômetro (Orion, modelo 920 A), com eletrodo padrão de pH (Quadro 2).

Imagem	Substância	Marca	País	pH
	Água Destilada	-	-	7,0
	Refrigerante de Cola	Coca-Cola	Brasil	2,31
	Vinho Tinto	Caribernet Sauvigno	Brasil	3,52
	Suco de Laranja	Laranja Caseira Del Valle	Brasil	3,49
	Whisky	Johnnie Walker	Escóci	3,94
	Energético	Red Bull	Áustria	3,30

Quadro 2- Substâncias utilizadas no estudo e respectivos pH

MÉTODOS

Formação dos grupos e confecção dos corpos de prova:

Um total de 240 corpos de prova foram confeccionados, 60 para cada cimento resinoso, formando 4 grupos: **GU** - Rely-X U200; **GR** – Rely -X Veneer; **GM** – Multilink; **GV** – Variolink Veneer; e subdivididos em 6 subgrupos (n=10), de acordo com a substância de imersão: **SG1** – água destilada (controle); **SG2** – refrigerante de cola; **SG3** – vinho tinto; **SG4** – suco laranja; **SG5** – whisky; **SG6** – energético.

Os espécimes foram confeccionados em uma matriz metálica com molde medindo 6 mm de diâmetro e 2 mm de espessura, posicionada sobre uma placa de vidro, coberta com uma tira de poliéster (Figura 1A,B). O cimento resinoso foi manipulado de acordo com as instruções do fabricante e em seguida inserido na matriz metálica tendo sido colocada sobre ela uma nova tira de poliéster, em contato com a superfície superior não polimerizada e uma lâmina de vidro, pressionando para escoar o excesso de cimento resinoso. Após, a lâmina de vidro foi removida. A ponteira do fotopolimerizador foi posicionada no centro do espécime, utilizando-se o dispositivo protetor do próprio aparelho e a fotoativação realizada sobre a tira de poliéster, com fotopolimerizador LED (Translux® Power Blue®, Heraeus Kulzer, Hanau, Alemanha), com intensidade de aproximadamente 800 mW/cm², pelo tempo recomendado pelos fabricantes dos materiais. A potência foi medida, após a confecção de 10 corpos de prova (subgrupo), utilizando-se um radiômetro (RD-7, ECEL, Ribeirão Preto, SP, Brasil).

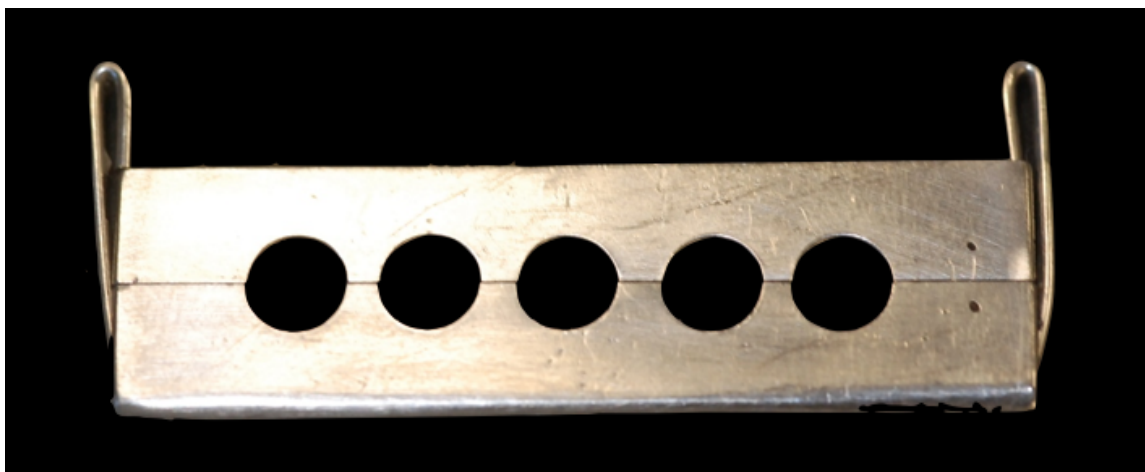


Figura- 1A) Matriz metálica fechada, com as medidas de diâmetro 6 x 2 mm de espessura

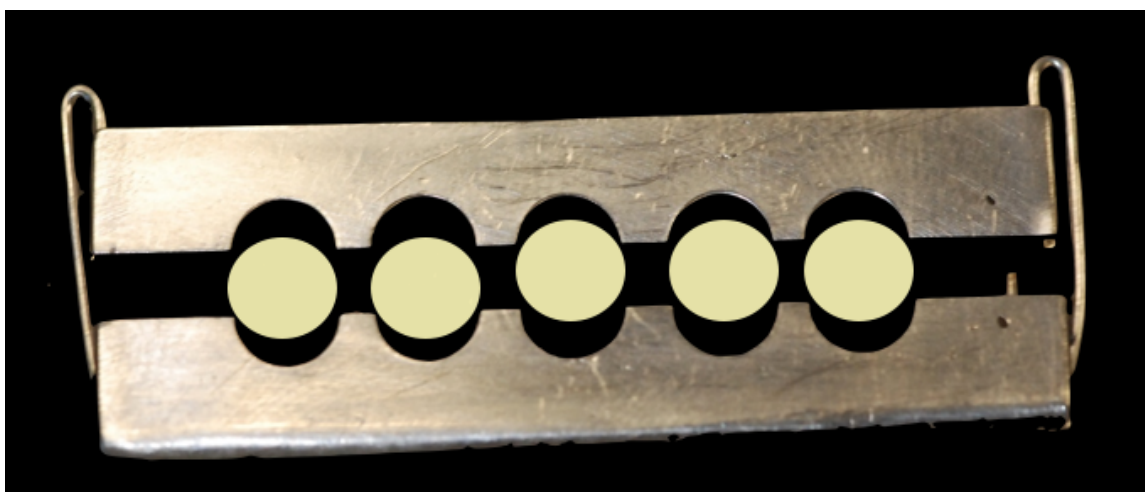


Figura- 1B) Matriz metálica destravada, com os corpos de prova.

Após a confecção, os discos foram polidos com um sistema de polimento em forma de taça, de um passo (Optrapol, Ivoclar Vivadent), por 30 segundos, sob refrigeração (Figura 2).



Figura- 2) Polimento do corpo de prova, com refrigeração, utilizando a taça de polimento Optrapol.

Foram então armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas e posteriormente, imersos nas substâncias de cada subgrupo, por 24 hrs, 7, 14 e 90 dias, a 37 °C em estufa. As substâncias foram renovadas diariamente, e a cada troca, os espécimes eram lavados com água destilada.

Mensuração da Microdureza

Para a análise de microdureza inicial (KHN) das superfícies de resina composta. O ensaio mecânico de microdureza foi realizado através do microdurômetro (HMV 2, Shimadzu, Japão), com penetrador tipo Knoop, carga estática de 50gF com tempo de 30 segundos, acoplado ao Software para análise de imagem CAMS-WIN (NewAge Industries, USA) (Figura 1).



Figura 1 – Microdurômetro HMV 2, (Shimadzu, Japão). Com o software, CAMS-WIN (NewAge Industries, USA).

Foram realizadas quatro endentações, aleatórias mais próximas ao centro da área, evitando-se as margens do espécime (Figura 2).

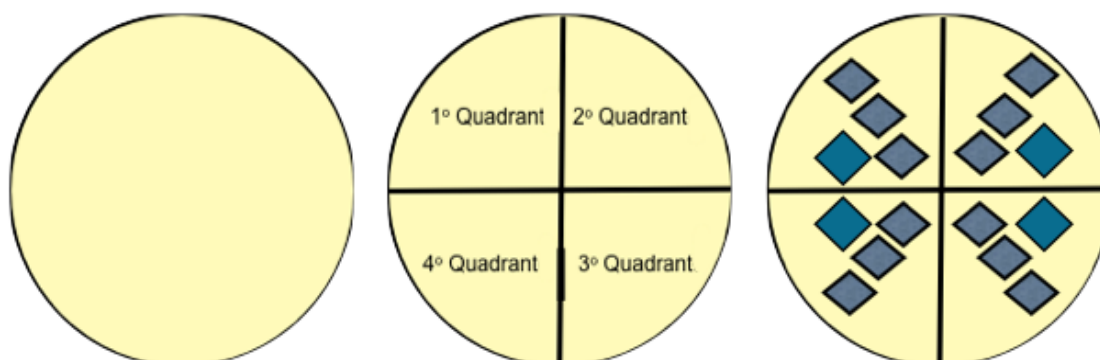


FIGURA 2 – Superfície do corpo de prova dividida em quatro quadrantes, com as respectivas indentações (adaptado de Souza et AL., 2005).

Após o registro dos valores iniciais de microdureza superficial (imediate) os espécimes foram inseridos nas seis substâncias, a uma temperatura de 37°C, onde foram removidos para novos testes nos períodos de 24 horas, 7, 14 e 90 dias. Os valores obtidos foram submetidos à análise estatística ANOVA a três critérios (material, solução e tempo) e as diferenças individuais analisadas pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Avaliação da cor

A diversas formas e métodos de se avaliar as alterações de cores. Os métodos de observação é a avaliação visual pelo método comparativo, ou com auxílio de aparelhos onde se elimina erros em avaliações subjetivas de cores, como os espectrofotômetros, colorímetros ou avaliação de imagens digitais. (AWLIYA *et al.*, 2010). Nesse estudo foi utilizado o aparelho espectrofotômetro Vita Easyshade (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemanha), onde demonstra em outros estudos ser o mais eficaz nesse tipo de estudo (HEKIMOGOLU *et al.*, 2000). Este espectrofotometro utiliza uma iluminação padrão D65, sendo muito similar a luz do dia, de acordo com CIE (Comissão Internacional da Iluminação).

Foram registrados os valores de L^* , a^* e b^* da escala CIELab, para cada espécime (Figura 3A); L^* indica a coordenada acromática ou a luminosidade do objeto com valores de 0 (preto absoluto) a 100 (branco absoluto). Os eixos a^* e b^* indicam as coordenadas cromáticas, o eixo a^* representa a quantidade de vermelho (a^* positivo) ou verde (a^* negativo). O eixo b^* representa a quantidade de amarelo (b^* positivo) ou azul (b^* negativo).

Para padronizar o local de mensuração da cor e para que a luz ambiente não interferisse na medição da cor, foi confeccionado um guia de silicone envolvendo o espécime, apresentando na superfície superior uma perfuração circular de 6 mm de diâmetro, compatível com a ponta do espectrofotômetro (Figura 3B). As medições foram realizadas em quatro momentos: após a imersão em água destilada por 24 horas, 7, 14 e 90 dias de imersão nas substâncias.

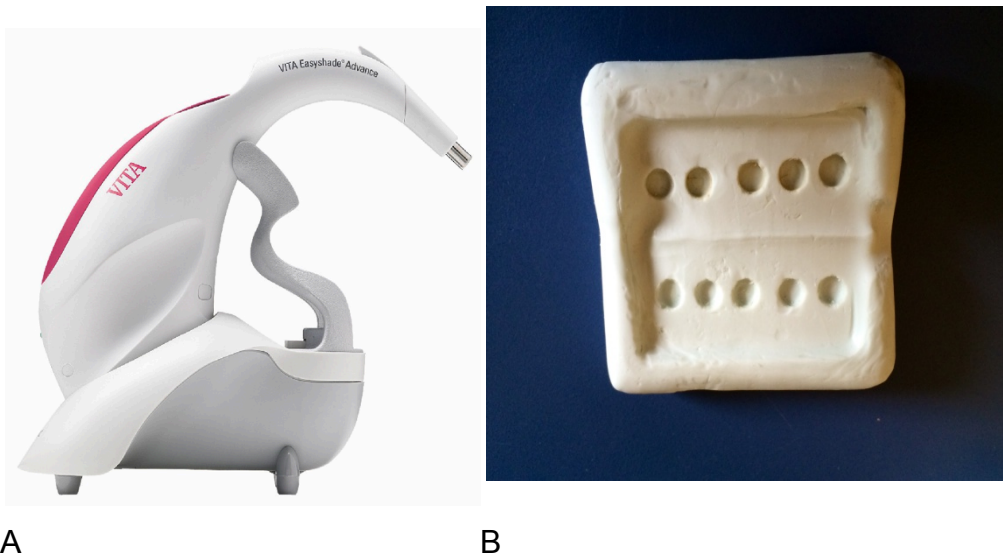


Figura 3 - (A) Espectrofotômetro Easyshade (B) Matriz de silicone

A alteração da cor de cada amostra foi obtida pelo cálculo do ΔE , segundo a fórmula: $\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$ sendo $\Delta L = L \text{ final} - L \text{ inicial}$; $\Delta a = a \text{ final} - a \text{ inicial}$ e $\Delta b = b \text{ final} - b \text{ inicial}$. A média dos valores obtidos foi utilizada para análise estatística. A comparação dos valores de ΔE é mais significativa do que os valores individuais de L^* , a^* , b^* (YANNIKAKIS *et al.*, 1998).

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Inicialmente os dados foram submetidos ao teste de Kolmogorov-Smirnov para verificar se a distribuição dos dados ocorria de forma semelhante. Constatada a normalidade na distribuição, as possíveis diferenças estatísticas entre os momentos avaliados foram analisadas por meio da Análise de Variância para medidas repetidas e o detalhamento foi realizado pelo teste de Bonferroni. Já, as possíveis diferenças estatísticas entre os grupos, em cada momento avaliado, foram analisadas por meio da Análise de Variância (ANOVA) com dois fatores (cimento resinoso e substância). O detalhamento das análises foi realizado através do teste de Tukey para identificar quais médias diferem entre si. Consideraram-se significativos os valores de $p \leq 0,05$, ou seja, nível de significância de no mínimo 5%. A análise foi realizada com auxílio dos programas Microsoft Excel 2008 (Microsoft Office system 2008) e SPSS 19 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA).

REFERÊNCIAS

- Kitchens M, Owens BM. Effect of carbonated beverages, coffee, sports and high energy drinks, and bottled water on the in vitro erosion characteristics of dental enamel. *J Clin Pediatr Dent* 2007; 31: 153- 159.
- Carvalho JC, Torres CR, Araújo RM, Carvalho JPB, Araújo MAM. Influência do ácido láctico sobre a microdureza de resinas compostas. *RGO* 2005;53(1):7-11.
- Cotrina DAL, Souza MA, Pereira SK, Gomes MO, Gomes JC. Efeito de diferentes Sistemas de Fotopolimerização na Microdureza de uma Resina Composta. *Rev Ibero Am Odontol Estet Dent* 2003;2(8):348-57.
- Mohamed-Thair MA, Auj Y. Effects of pH on the surface texture of glass ionomer based/ containing restorative materials. *Oper Dent* 2004;29(5):586-91.
- Aliping-Mckenzie M, Linden RWA, Nicholson. The effect of Coca-Cola and fruit juices on the surface hardness of glass-ionomers and compomers. *J Oral Rehabil* 2004; 31(11):1046-52.
- Freitas FJG, de Goes SCMF, Morais EAN. Ação de ácidos sobre a resina composta. *RGO* 1998;46(4):201-4.
- Fushida CE, Cury JA. Estudo in situ do efeito da frequência de ingestão de Coca-Cola na erosão do esmalte-dentina e reversão pela saliva. *Rev Odontol Univ São Paulo*.1999;13(2):127-34.
- Bagheri R, Burrow MF, Tyas MJ. Surface characteristics of aesthetic restorative materials: an SEM study. *J Oral Rehabil* 2007;34(1):68-76.
- Ortengren V, Anderson F, Elgh U, Terselius B, Karlsson S. Influence of pH and storage time on the sorption and solubility behavior of three composite resin materials. *J Dent* 2001;29:35-41.
- Pereira SK, Porto ALC, Mendes DJA. Avaliação da dureza superficial de uma resina composta híbrida em função de cor, tempo de exposição, intensidade de luz e profundidade do material. *J Bras Clín Estet Odontol* 2000;4:63-67.
- Delgado, L. Avaliação da microdureza superficial de resinas compostas extra claras fotopolimerizadas por luz halógena e LEDs e descrição das características dos aparelhos fotopolimerizadores. [Dissertação]. Ponta Grossa: Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2004.
- Turssi CP, Magalhães CS, Serra MC. Surface roughness assessment of resin-based materials during brushing preceded by pH-cycling simulations. *Oper Dent* 2001;26: 576-84.
- Yap AUJ, Tan SHL, Wee SSC, Lee CW, Lim ELC, Zeng KY. Chemical degradation of composite restoratives. *J Oral Rehab* 2001;28:1015-21.
- Yap AUJ, Mah MKS, Lye CPW, Loh PL. Influence of dietary simulating solvents on the hardness of provisional restorative materials. *Dental Materials* 2000; 20: 370 – 376.
- Willershausen B, Callaway A, Ernst CP, Stender E. The influence of oral bacteria on the surface of resin-based restorative materials: an in vitro study. *Int Dent. J* 2004;49(4):231-9.
- Neamat AB, Han L, Okamoto A, Iwaku M. Effect of alcoholic and low pH soft drinks on fluoride release from compomer. *J Esthet Dent* 2000; 12: 97-104.
- Assmussen E. Softening of BISGMA-based polymers by ethanol and by organic acids of plaque. *Scand J Dent Res* 1984; 92: 257-261.

Lee SY, Greener EH, Mueller HJ, Chiu CH. Effect of food and oral simulating fluids on dentine bond and composite strength. J Dent 1994; 22: 352-359.

Neamat AB, Han L, Okamoto A, Iwaku M. Changes in the mechanical properties and surface texture of compomer immersed in various media. J Prosth Dent 2000; 84: 444-452.

Han L, Okamoto A, Fukushima M, Okiji T. Evaluation of Flowable Resin Composite Surfaces Eroded by Acidic and Alcoholic Drinks. Dental Materials Journal 2008; 27(3): 455-465.

BUCHALLA, W.; ATTIN, T.; HILGERS, R.-D.; HELLWIG, E. The effect of water storage and light exposure on the color and translucency of a hybrid and a microfilled composite. The Journal of Prosthetic Dentistry, v. 87, n. 3, p. 264-270, Mar 2002.

ERTAŞ , E.; GÜ LER, A. U.; YÜ CEL, A. C.; KÖ PRÜ LÜ , H.; GÜ LER, E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. Dental Materials Journal, v. 25, n. 2, p. 371-376, Jun 2006.

ABD ELHAMID, M.; MOSALLAM, R. Effect of bleaching versus repolishing on colour and surface topography of stained resin composite. Australian Dental Journal, v. 55, n. 4, p. 390-398, Dez 2010.

AGUIAR, F. H. B.; GEORGETTO, M. H.; SOARES, G. P. *et al.* Effect of different light-curing modes on degree of conversion, staining susceptibility and stain's retention using different beverages in a nanofilled composite resin. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry, v. 23, n. 2, p. 106-114, Abr 2011.

DOUGLAS, R. D. Color stability of new-generation indirect resins for prosthodontic application. The Journal of Prosthetic Dentistry, v. 83, n. 2, p. 166-170, Fev 2000.

SAMRA, A. P. B.; PEREIRA, S. K.; DELGADO, L. C.; BORGES, C. P. Color stability evaluation of aesthetic restorative materials. Brazilian Oral Research, v. 22, n. 3, p. 205-210, Set 2008.

RUYTER, I. E.; NILNER, K.; MOLLER, B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. Dental Materials, v. 3, n. 5, p. 246-251, Out 1987.

QVIST, V.; QVIST, J.; MJÖ R, I. A. Placement and longevity of tooth- colored restorations in Denmark. Acta Odontologica Scandinavica, v. 48, n. 5, p. 305-311, Out 1990.

REIS, A. F.; GIANNINI, M.; LOVADINO, JOSÉ R; AMBROSANO, G. M. Effects of various finishing systems on the surface roughness and staining susceptibility of packable composite resins. Dental Materials, v. 19, n. 1, p. 12-18, Jan 2003.

TOPCU, F. T.; SAHINKESEN, G.; YAMANEL, K. *et al.* Influence of different drinks on the colour stability of dental resin composites. European Journal of Dentistry, v. 3, n. 1, p. 50-56, Jan 2009.



ARTIGO I

Artigo 1

Avaliação da microdureza superficial de cimentos resinosos inseridos em diferentes substância e pH

Cássio dos Santos Neto^{1*}, Luiz Clovis Cardoso Viera¹, Élio Araujo¹

¹ Departamento de Odontologia, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

*** Para correspondência:**

Cássio Santos Neto, DDS, MS

Universidade Federal de Santa Catarina

Centro de Ciências da Saúde, Campus Universitário Departamento de Odontologia, Disciplina de Dentística
Florianópolis, Brasil

Tel./Fax.: +55 48 3721 9880

e-mail: cassiosantosneto@gmail.com

Este artigo será submetido para publicação no Journal of Dentistry. Esta é uma das principais revistas internacional de odontologia restauradora, tendo seu fator de impacto de 3.2. O artigo investigado em laboratório está escrito nas versões português e inglês. Os requisitos para submissão foram seguidos durante a escrita deste artigo e estão disponíveis para consulta no seguinte website:

<http://www.elsevier.com/journals/journal-of-dentistry/0300-5712/guide-for-authors>

4- ARTIGO 1

Avaliação da microdureza superficial de cimentos resinosos inseridos em diferentes substância e pH

RESUMO

Objetivo: Avaliar a microdureza de quatro cimentos resinosos, imersos em seis diferentes substâncias.

Métodos: Foram selecionados cimentos resinosos com diferentes composições (Rely - X ARC, Rely-X U200, Multilink e o Variolink Veneer) tendo sido confeccionados 60 discos (6 x 2 mm) de cada material, polidos com ponta de borracha de passo único (Optrapol, Ivoclar Vivadent) por 30 s, imersos em água destilada por 24 h e divididos em 6 subgrupos (n=10), de acordo com a solução de imersão: água destilada, refrigerante de cola, vinho tinto, suco de laranja, whisky e energético, a 37⁰ C. As mensurações para o teste de microdureza, foram realizadas após polimento e a inserção por 24 horas em água destilada, 7, 14 e 90 dias de imersão nas substâncias. A avaliação foi realizada com um microdurometro (RP-100, Instrutherm). Para análise estatística dos dados de microdureza foram analisados por meio de Análise de Variância (ANOVA) a um critério fixo, com nível de significância de 5%, com o auxílio do programa BioEstat 3.0

Resultados: Todos os espécimes tiveram alterações nos valores de microdureza testados nos períodos de 90 dias de imersão, onde ocorreu uma diminuição dos valores de resistência a microdureza, independente da solução avaliada onde os espécimes armazenados em água sofre um diminuição mas sem diferença estatística. A microdureza superficial não aumentou com a imersão nas substâncias testadas.

Conclusão: As substâncias nas quais os cimentos resinosos foram imersos, apresentaram influência na microdureza superficial para todas os cimentos testados, provando que as substâncias ácidas alteram a estrutura morfológica dos cimentos diminuindo a sua longevidade em períodos mais longos.

Palavras-chave: Cimento Resinoso. Micro dureza. Substância Ácida.

1- INTRODUÇÃO

O aumento na demanda do uso de restaurações cerâmicas deve-se principalmente a requisitos estéticos. Associado a isso, melhorias consideráveis têm sido realizadas nos cimentos resinosos, propiciando uma boa durabilidade dos procedimentos adesivos em restaurações indiretas¹.

No entanto, alguns aspectos clínicos podem determinar o sucesso ou insucesso dos cimentos resinosos. Dentre os vários fatores destacam-se os hábitos alimentares e as diferenças do meio bucal dos indivíduos³. Assim, podem-se encontrar restaurações com longevidade em determinados pacientes e, em contra partida, em pacientes que ingeriram substâncias químicas, a margem de cimento resinoso exposto, apresentam desgaste, descoloração e degradação prematuras^{2,3}. Em uma situação clínica, a degradação dos cimentos resinosos, não pode ser atribuída a um único fator ou substância química; ao contrário, é resultado de complexas reações com diferentes fatores³.

Muitos alimentos e bebidas (refrigerantes ácidos, bebidas alcoólicas e alimentos com baixo pH) afetam o comportamento dos materiais restauradores^{3,12}. Estudos prévios têm mostrado que as partículas de carga tendem a se soltar⁸ e a matriz se decompõe quando exposta a ambientes com pH baixo^{13,14}. Este fenômeno de degradação de superfície (queda de partículas de carga e decomposição dos componentes da matriz) dos **cimentos**, também foi observado em resinas compostas¹⁵.

Contudo, no ambiente complexo da cavidade oral, com exposição ao álcool, ácidos, abrasão mecânica e trocas térmicas, espera-se que elas sofram

considerável degradação⁷. Pois a ingestão de bebidas ácidas por longos períodos de tempo, pode até corroer o esmalte dental e/ou o cimento resinoso^{9,11}.

E com base nessas informações, o presente estudo teve como objetivo avaliar a microdureza de quatro tipos de cimentos resinosos, inseridos em seis substâncias de diferentes pH.

2- MATERIAIS E MÉTODOS

Os corpos de prova foram confeccionados utilizando-se matriz metálica com 6 mm de diâmetro interno e 2 mm de espessura. As matrizes foram colocadas sobre tira de poliéster e placa de vidro de 20 mm de espessura. Logo após a manipulação, os cimentos foram colocados no interior das matrizes e sobre o conjunto foi colocada outra matriz de poliéster e uma lâmina de vidro, sendo realizada pressão de modo a extravasar o excesso de material e permitir a obtenção de uma superfície plana. Os espécimes foram foto ativados pelo tempo determinado pelo fabricante com aparelho fotopolimerizador LED (Translux® Power Blue®, Heraeus Kulzer, Hanau, Alemanha), com irradiância de 800 mW/cm², aferida por radiômetro RD-7 (Ecel, Ribeirão Preto, Brasil). Os corpos de prova foram acabados e polidos com um sistema de polimento em forma de taça, de um passo (Optrapol, Ivoclar Vivadent), por 30 segundos, sob refrigeração. Esta manobra permitiu que a camada superficial de material não polimerizado fosse removida antes da mensuração, e os espécimes foram divididos em 4 quadrantes e em cada quadrante foi realizado 4 mensurações (Figura-1). Após as 24 horas de imersão em água destilada a 37⁰C os espécime foram mensurados para a avaliação da micro dureza Knoop.

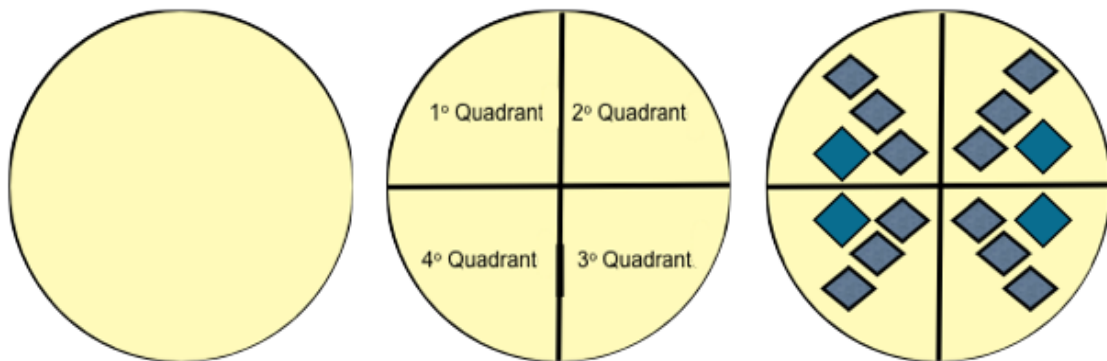


Figura 1 – Superfície do corpo de prova dividida em quatro quadrantes, com as respectivas indentações.

Em seguida inseridos em seis substâncias, com diferentes pH (Tabela 1), pelos períodos de 24 horas e de 7, 14 e 90 dias. O ensaio mecânico de microdureza foi realizado através do microdurômetro (HMV 2, Shimadzu, Japão), em quatro cimentos resinosos selecionados(Tabela 2).

Tabela 1

Substância	Marca/País	pH
Água destilada		7,0
Refrigerante de cola	Coca-Cola, Brasil	2,31
Vinho tinto	Carbnet Sauvignon, Santon Classic, Brasil	3,52
Suco de Laranja	Laranja Caseira Del Valle +, Brasil	3,49
Whisky	Johnni Walker Red Label, Escóci	3,94
Energético	Red Bull, Áustria	3,30

Tabela 1- Substâncias utilizadas no estudo e respectivos pH.

Tabela 2

CR	Cor	Composição	% Vol.	Tamanho	Polimerização
Rely - X Veneer	A1	BisGMA – TEGDMA. Zircônia/silica	67,5%	+/- 1,5 µm	20s
Rely-X U200	A2	BisGMA – TEGDMA.	56,7%	+/- 1,7 µm	20s
Multilink	A1	BisGMA – Bis-Hema - etoxilado, UDMA e HEMA	61,2%	+/- 2,0 µm	20s
Variolink Veneer	A1	BisGMA – TEGDMA e HEMA	57,9%	+/- 1,8 µm	20s

Tabela 2- Cimentos utilizados e sua composição.

No teste de microdureza foram realizadas quatro indentações por corpo de prova utilizando carga de 50gf e tempo de 30 segundos. Depois foi determinado o valor médio para cada corpo de prova. A Formação dos grupos e confecção dos corpos de prova foram em um total de 240 corpos de prova sendo, 60 para cada cimento resinoso.

Os 960 dados obtidos referentes às medidas de microdureza foram analisados por meio de Análise de Variância (ANOVA) a um critério fixo, com nível de significância de 5%, com o auxílio do programa BioEstat 3.0.

3- RESULTADOS

A aplicação da Análise de Variância Multifatorial demonstrou haver diferenças estatisticamente significantes para o fator meio, material e tempo, bem como para a interação entre estes fatores.

O cimento resinoso Rely-X U200 (3M-ESPE), apresentou os maiores valores de microdureza. Sendo que o cimento resinoso Multilink (Ivoclar-Vivadent), apresentou os valores mais baixos. A aplicação do teste de Tukey demonstrou que o meio de armazenagem em água destilada resultou em maiores valores de microdureza. Sendo que os menores valores, foram para os meios Coca-Cola® e Whisky. Seguidos por vinho, suco e energético.

A Tabela 1 mostra os valores das médias e desvio padrão para a variável microdureza levando-se em conta os fatores meio de armazenagem, material e tempo.

Cimento Resinoso	Substâncias	Períodos Avaliados			
		24 horas	7 dias	14 dias	90 dias
Rely-X U200	Água	64,2+2,75	63,04+3,84	61,71+2,08	56,97+2,47
	Coca	43,5+1,78	41,62+2,71	39,71+5,89	28,22+1,43
	Vinho	45,9+2,94	42,16+4,83	40,18+2,2	29,1+4,01
	Suco	46,1+4,07	43,21+3,28	41,76+4,81	31,48+1,33
	Whisky	43,9+2,67	41,84+5,81	39,92+5,90	29,31+4,99
	Energético	43,2+3,33	40,49+3,84	38,30+4,83	28,75+1,21
Rely-X Veneer	Água	31,2+4,75	30,86+3,51	29,21+2,51	24,93+3,33
	Coca	33,4+2,54	29,44+4,19	24,02+6,1 ⁹	16,93+4,87
	Vinho	36,2+3,43	34,08+2,53	32,44+2,24	23,93+4,39
	Suco	34,6+3,21	32,02+2,24	30,35+4,77	22,93+1,01
	Whisky	32,3+4,59	30,93+4,78	27,91+4,84	19,2+4,93
	Energético	35,4+4,31	33,09+5,62	31,38+4,68	18,4+3,97
Multilink	Água	22,4+3,93	21,45+2,81	20,94+4,69	16,42+4,49
	Coca	20,2+4,73	19,44+4,03	17,87+5,20	11,35+4,34
	Vinho	24,8+3,48	22,34+3,89	18,4+2,29	13,9+4,47
	Suco	23,9+5,32	22,47+3,45	20,73+1,95	14,34+7,85
	Whisky	19,9+4,31	18,38+4,34	16,54+2,09	9,32+6,73
	Energético	22,3+5,23	21,49+3,65	19,35+2,30	11,89+4,44
Variolink Veneer	Água	36,2+2,69	34,39+3,61	32,89+3,68	27,89+3,89
	Coca	29,7+3,45	28,45+4,70	24,35+3,79	16,02+5,72
	Vinho	28,1+4,63	27,31+2,94	26,89+2,44	18,9+4,12
	Suco	30,7+4,32	29,49+5,03	28,99+1,35	20,66+4,51
	Whisky	27,4+3,86	26,37+4,92	23,75+4,93	16,32+5,38
	Energético	30,9+5,67	27,02+2,34	25,32+0,89	19,13+4,27

TABELA 3 – Valores das médias e desvio padrão para a variável microdureza levando-se em conta os fatores: meio de armazenagem, material e tempo.

Os maiores valores de microdureza foram obtidos no baseline, seguido de 7, 14 e 90 dias. Apenas não houve diferença estatisticamente significante entre os tempos de 24 horas, 7 e 14 dias ($p>0,05$). Para os valores de 90 dias, ocorreu uma queda acentuada dos valores para a microdureza. Quando observados os espécimes submersos em água, notasse alteração no armazenamento de 90 dias, mas sem diferença estatística.

No Gráfico 1 observa-se a representação das médias e desvio padrão dos valores de microdureza segundo o tipo de cimento, o tempo e o meio de armazenagem.

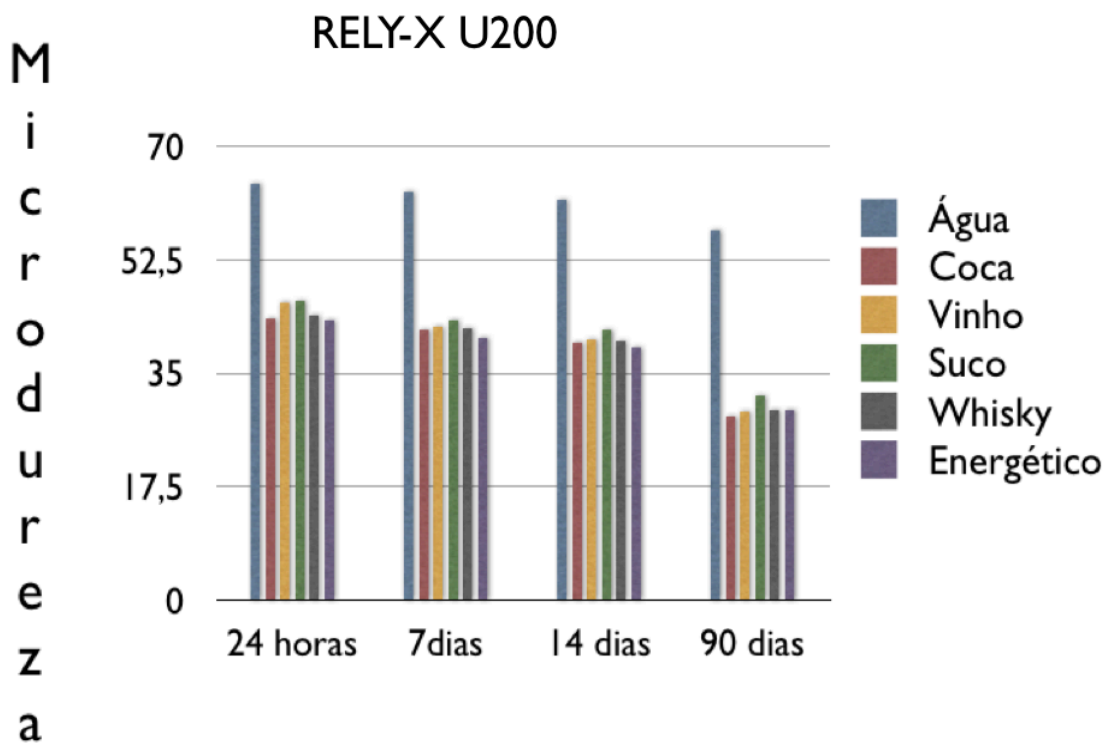


GRÁFICO 1 – Médias da alteração da microdureza, do cimento resinoso Rely-X Veneer, imersa em diferentes substâncias, nos quatros período avaliados

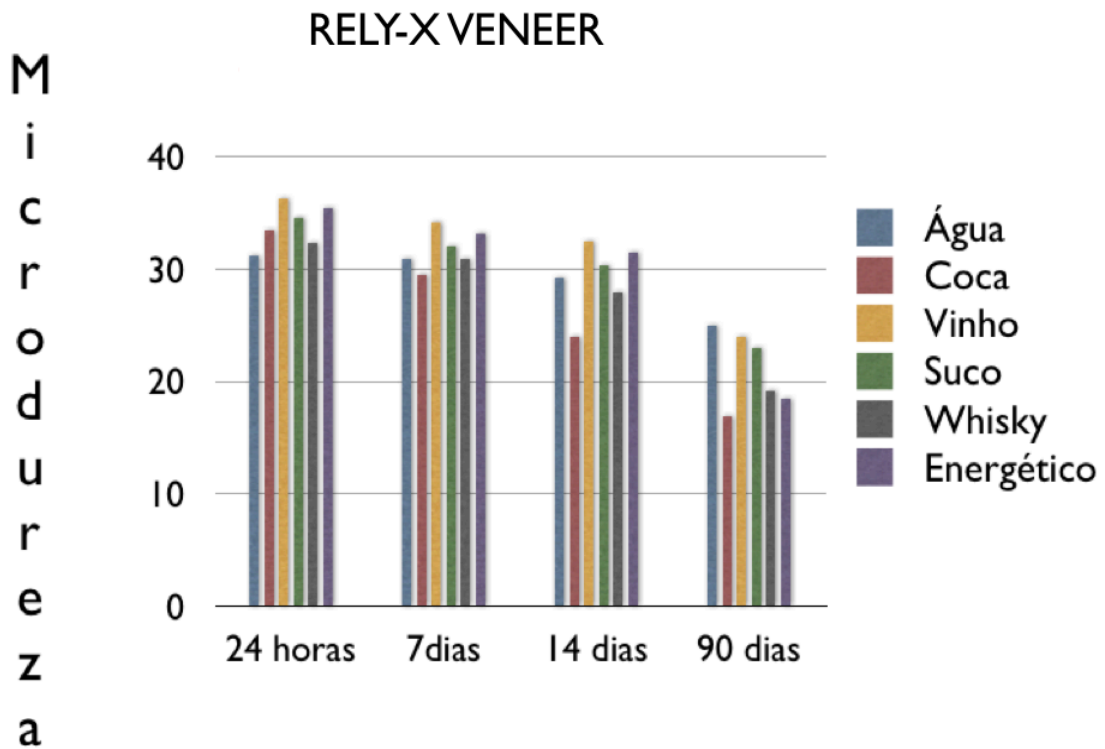


GRÁFICO 2 – Médias da alteração da microdureza, do cimento resinoso Rely-X Veneer, imersa em diferentes substâncias, nos quatro período avaliados.

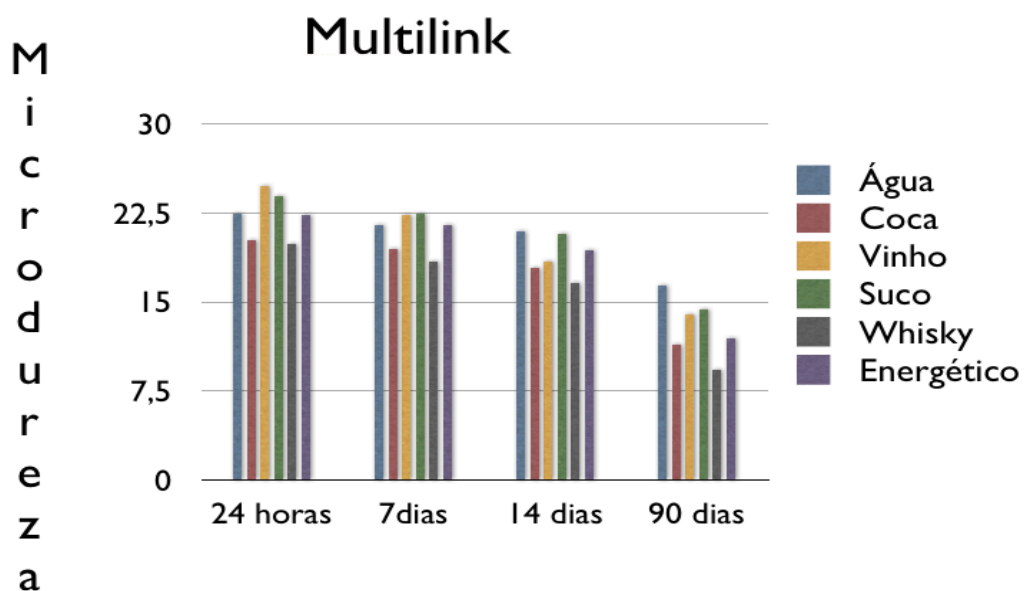


GRÁFICO 3 – Médias da alteração da microdureza, do cimento resinoso Multilink, imersa em diferentes substâncias, nos quatro período avaliados

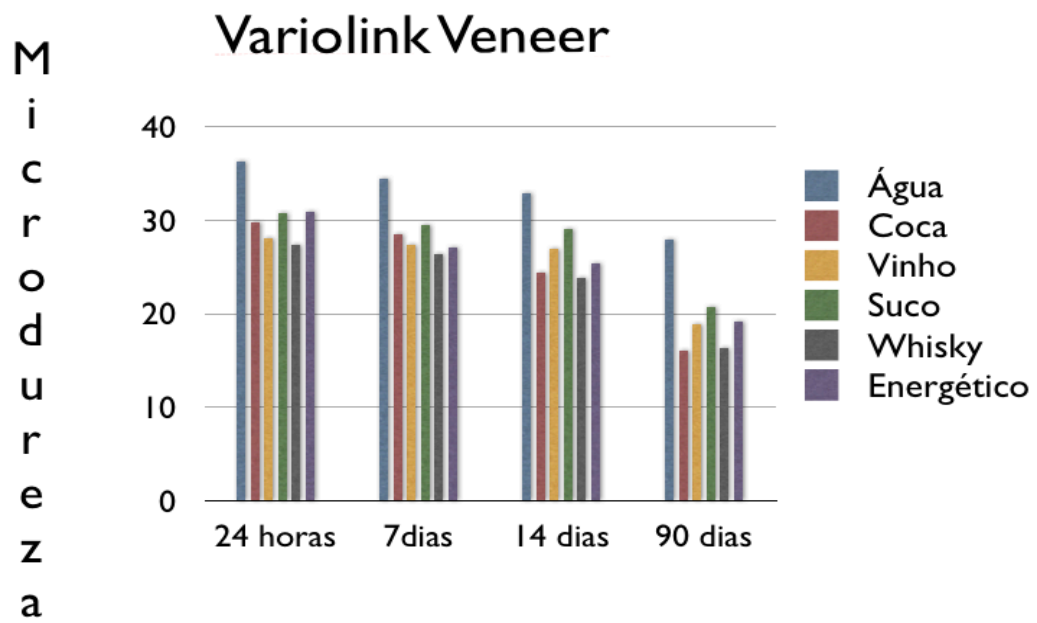


GRÁFICO 4 – Médias da alteração da microdureza, do cimento resinoso Variolink Veneer, imersa em diferentes substâncias, nos quatros período avaliados

4- DISCUSSÃO

As propriedades físicas dos materiais dentários em relação à dureza superficial, são definidas como a resistência oferecida pelos sólidos à penetração de uma ponta fornecendo parâmetros indiretos da resistência do material ao desgaste, abrasão e aos esforços mastigatórios na cavidade oral.^{8,10} Os resultados deste trabalho demonstraram, que a microdureza superficial inicial, 24 horas e 7 dias, de todos os corpos de prova foi maior, apresentando diferença estatisticamente significativa, quando comparada a microdureza dos mesmos, após os 90 dias.

A redução da microdureza dos cimentos resinosos imersos em substâncias ácidas (whisky, coca-cola, energético e suco cítrico) foi maior que nos espécimes armazenados em água destilada. A justificativa de tal acontecimento pode ter sido oriunda de uma ação corrosiva e deletéria das substâncias ácidas atuando e degradando as matrizes resinosas dos cimentos e expondo as cargas inorgânicas.^{8,9,10,14} Esta ação só ocorre pela interação solvente-polímero. Quando entram em contato com o polímero, alteram as ligações secundárias entre as macromoléculas (pontes de hidrogênio) e enfraquecendo a união e a estabilidade entre elas, coibindo as molécula de polímero de interagirem, gerando a diminuição da dureza do cimento.^{26, 3}

A leve diminuição da microdureza nos grupos submetidos a imersão em apenas água destilada, é acarretada pelos polímeros dos cimentos resinosos terem uma maior susceptividade, à absorção de solventes, em especial a água.⁷ As moléculas de solvente empurram as cadeias poliméricas e com isso ocorre a ruptura, se degradando por hidrolize.²⁸ A água destilada penetra na rede polimérica dos cimentos resinosos, gerando a ruptura da adesão entre carga e a matriz.^{26,14}

As partículas químicas das matrizes orgânicas podem promover a degradação dos cimentos resinosos.^{14,18,26,28} Os cimentos resinosos que apresentam Uretano Dimetacrilato (UDMA) associado ou não a outros componentes químicos, tornando os cimentos resinosos mais propícios aos solventes simuladores da alimentação do que o Bisfenol Glicidil Metacrilato (Bis-GMA), pois o mesmo UDMA apresenta um agrupamento polar, denominado

uretano, onde ocorre um aumento da hidrofilia, promovendo uma sorção de água aumentada.²⁸

A diminuição da microdureza superficial dos cimentos resinosos promove uma colonização bacteriana (Willershausen et al. 1999) onde microrganismos (*S. mutans*, *S. oralis* e *A. Naeslundii*) aderem firmemente as margens expostas dos cimentos resinosos, promovendo infiltração, manchamento, cárie recorrente, propiciando a falha da restauração.²⁵

O cimento Multilink, apresentou os valores mais baixos, dos cimentos testados, os espécimes de 90 dias imersos em whisky, obtiveram os piores resultados. Já para o cimento resinoso Rely-X U200, os melhores resultados foram obtidos entre os cimentos, apresentando diferença estatística apenas no período de 90 dias, onde houve uma redução da microdureza, e o controle se manteve estável, todo o período. O cimento Rely-X Veneer se apresentou estável nos períodos de 24 horas, 7 dias e 14 dias exceto para os espécimes imersos em coca-cola, apresentando baixos valores que se agravou no período de 90 dias. O grupo do cimento Variolink Veneer apresentou resultados com diferença estatística no período de 90 dias, onde o subgrupo composto pela coca-cola teve os valores mais baixos.

O líquido que promoveu a maior queda da microdureza no período de 90 dias, foi a coca-cola, exceto para o cimento Multilink, onde o whisky foi o menor. A água destilada (controle), foi a substância mais estável, onde o cimento resinoso Rely-X U200, não apresentou diferença estatística nos períodos de tempo.

5- CONCLUSÃO

Dentro dos limites deste estudo “in vitro” e, com base nos resultados obtidos, é possível concluir que, as substâncias, nas quais os cimentos resinosos foram imersos, apresentaram influência na microdureza superficial para todas os cimentos testados, provando que as substâncias ácidas alteram a estrutura morfológica dos cimentos diminuindo a sua longevidade, em períodos mais longos.

Referências

- [1]. Lee IB, Son HH, Um CM. Rheologic properties of flowable, conventional hybrid, and condensable composite resins. *Dent Mater* 2003; 19: 298-307.
- [2]. Baroudi K, Saleh AM, Silikas N, Watts DC. Shrinkage behavior of flowable resin-composites related to conversion and filler-fraction. *J Dent* 2007; 26: 651-655.
- [3]. Wongkhantee S, Patanapiradej V, Maneenut C, Tantbirojn D. Effect of acidic food and drinks on surface hardness of enamel, dentine, and tooth-colored filling materials. *J Dent* 2006; 34: 214-220.
- [4]. Geurtsen W. Substances released from dental resin composites and glass ionomer cements. *Eur J Oral Sci* 1998; 106: 687-695.
- [5]. Crisp S, Lewis BG, Wilson AD. Characterization of glass-ionomer cements. 6. A study of erosion and water absorption in both neutral and acidic media. *J Dent* 1980; 8: 68-74.
- [6]. International Organization for Standardization. Specification for Dental water-based dental cements, ISO 9917, 1991.
- [7]. Beech DR, Bandyopadhyay S. A new laboratory method for evaluating the relative solubility and erosion of dental cements. *J Oral Rehabil* 1983; 10: 57-63.
- [8]. Neamat AB, Han L, Okamoto A, Iwaku M. Effect of alcoholic and low pH soft drinks on fluoride release from compomer. *J Esthet Dent* 2000; 12: 97-104.
- [9]. Assmussen E. Softening of BISGMA-based polymers by ethanol and by organic acids of plaque. *Scand J Dent Res* 1984; 92: 257-261.
- [10]. Lee SY, Greener EH, Mueller HJ, Chiu CH. Effect of food and oral simulating fluids on dentine bond and composite strength. *J Dent* 1994; 22: 352-359.
- [11]. International Standard No. 4049-1978 E.
- [12]. Ferracane JL, Moser JB, Greener EH. Rheology of composite restoratives. *J Dent Res* 1981; 60: 1678-1685.
- [13]. Bayne SC, Thompson JY, Swift EJ Jr, Stamatiades P, Wilkerson M. A characterization of first generation flowable composites. *J Am Dent Assoc* 1998; 129: 567-577.
- [14]. Kitchens M, Owens BM. Effect of carbonated beverages, coffee, sports and high energy drinks, and bottled water on the in vitro erosion characteristics of dental enamel. *J Clin Pediatr Dent* 2007; 31: 153- 159.
- [15]. Neamat AB, Han L, Okamoto A, Iwaku M. Changes in the mechanical properties and surface texture of compomer immersed in various media. *J Prosth Dent* 2000; 84: 444-452.

- [16]. Neamat AB, Han L, Okamoto A, Iwaku M. Color stability of compomer after immersion in various media. *J Esthet Dent* 2000; 12: 258-263.
- [17]. Han L, Okamoto A, Fukushima M, Okiji Takashi. Resin-enamel and dentin interface/fluoride uptake of self-adhesive resin cement. *J J Conserv Dent* 2007; 50: 63, Spring Issue.
- [18]. Jaarda MJ, Wang RF, Lang BR. A regression analysis of filler particle content to predict composite wear. *J Prosthet Dent* 1997; 77: 57-67.
- [19]. Condon JR, Ferracane JL. In vitro wear of composite with varied cure, filler level, and filler treatment. *J Dent Res* 1997; 76: 1405-1411.
- [20]. Lovell LG, Lu H, Elliott JE, Stansbury JW, Bowman CN. The effect of cure rate on the mechanical properties of dental resins. *Dent Mater* 2001; 17: 504-511.
- [21]. 3M ESPE, 3M: Filtek Z250 Universal Restorative System Technical Product Profile, 1998 3M, 70-2009- 2057-7.
- [22]. Soderholm KJ, Shang SW. Molecular orientation of silane at the surface of colloidal silica. *J Dent Res* 1993; 72: 1050-1054.
- [23]. Lim BS, Ferracane JL, Condon JR, Adey JD. Effect of filler fraction and filler surface treatment on wear of microfilled composites. *Dent Mater* 2002; 18: 1- 11.
- [24]. Han L, Okamoto A, Fukushima M, Okiji T. Evaluation of Flowable Resin Composite Surfaces Eroded by Acidic and Alcoholic Drinks. *Dental Materials Journal* 2008; 27(3): 455-465.
- [25]. Willershausen B, Callaway A, Ernst CP, Stender E. The influence of oral bacteria on the surface of resin-based restorative materials: an in vitro study. *Int Dent. J* 2004;49(4):231-9.
- [26]. BAGHERI, R.; BURROW, M. F.; TYAS, M. Influence of food- simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *Journal of Dentistry*, v. 33, n. 5, p. 389- 398, Maio 2005.
- [27]. Browning WD, Dennison JB. A survey of failure modes in composite resin restorations. *Oper Dent* 1996;21(4):160-6.
- [28]. Carvalho JC, Torres CR, Araújo RM, Carvalho JPB, Araújo MAM. Influência do ácido láctico sobre a microdureza de resinas compostas. *RGO* 2005;53(1):7-11.



ARTIGO 2

Este artigo será submetido para publicação no Journal of Dental Research. Esta é uma das principais revistas internacional de odontologia restauradora, tendo seu fator de impacto de 3.2. O artigo investigado em laboratório está escrito nas versões português e inglês. Os requisitos para submissão foram seguidos durante a escrita deste artigo e estão disponíveis para consulta no seguinte website:

<http://www.elsevier.com/journals/journal-of-dentistry/0300-5712/guide-for-authors>

5- Artigo 2

Avaliação da cor de cimentos resinosos inseridos em diferentes substâncias e pH

Cássio dos Santos Neto^{1*}, Luiz Clovis Cardoso Viera¹, Élio Araujo¹

¹ Departamento de Odontologia, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

*** Para correspondência:**

Cássio Santos Neto, DDS, MS

Universidade Federal de Santa Catarina

Centro de Ciências da Saúde, Campus Universitário Departamento de Odontologia, Disciplina de Dentística
Florianópolis, Brasil

Tel./Fax.: +55 48 3721 9880

e-mail: cassiosantosneto@gmail.com

5- Artigo 2

Avaliação da cor de cimentos resinosos inseridos em diferentes substâncias e pH

Resumo

Objetivo: Avaliar se existe a alteração de cor em quatro cimentos resinosos com diferentes marcas e composições, onde foram imersos, em seis diferentes substâncias com diferentes níveis de pH.

Método: Foram selecionados cimentos resinosos com diferentes composições (Rely - X Veneer, Rely-X U200, Multilink e o Variolink Veneer) tendo sido confeccionados 60 discos (6 x 2 mm) de cada material, polidos com ponta de borracha de passo único (Optrapol, Ivoclar Vivadent) por 30 s, imersos em água destilada por 24 h e divididos em 6 subgrupos (n=10), de acordo com a solução de imersão: água destilada, refrigerante de cola, vinho tinto, suco de laranja, whisky e energético, a 37^o C. As mensurações da cor, foram realizadas após a confecção e polimento dos espécimes pelos períodos de 24 hrs e 7, 14 e 90 dias de imersão nas substâncias. A avaliação foi realizada com um espectrofotômetro (Easyshade – Vita). A alteração da cor de cada amostra foi obtida pelo cálculo do ΔE , segundo a fórmula: $\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$ sendo $\Delta L = L_{final} - L_{inicial}$; $\Delta a = a_{final} - a_{inicial}$ e $\Delta b = b_{final} - b_{inicial}$. A média dos valores obtidos foi utilizada para análise estatística. Para a análise estatística dos dados, foram utilizados os testes ANOVA, e o teste de comparação múltipla (Bonferroni), para identificar quais grupos diferem entre si.

Resultados: O líquido que promoveu o maior índice de alteração de cor foi o vinho. Esses dados prevaleceu em todos os cimentos testados, a partir do 7 dia de armazenamento. O ΔE , não foi alterado para grupos, que foram imersos em água. Em líquidos como suco, refrigerante, whisky e energético tiveram alteração significativa aos 90 dias de armazenamento. O grupo que apresentou a menor variação após os 14 dias foi o cimento resinoso Rely-X Veneer, porém sem diferença estatística.

Conclusão: Os cimentos resinosos foram influenciados na alteração de cor, devido: a composição, pelas substâncias imersas e o tempo de contato com as mesmas. O vinho foi a principal substância causadora da alteração de cor de todos os líquidos e a água foi a que se portou de forma mais estável independente do cimento e do período de armazenagem.

Palavras-chave: Cimento Resinoso. Cor. Substância Ácida.

INTRODUÇÃO

O manchamento superficial da interface das restaurações cerâmicas, devido a presença de agentes cimentantes está relacionado com a penetração de corantes contidos nos alimentos.²⁸ A higiene oral é um fator importante na estabilidade de cor, visto que a presença de placa bacteriana e de seus produtos provoca a degradação do cimento resinoso, facilitando a sua pigmentação com isso, afetando a expectativa do paciente.²⁹

A descoloração de materiais resinosos é causada por agentes intrínsecos e extrínsecos. Os fatores intrínsecos são a descoloração do próprio material, e a alteração da matriz resinosa e a interface matriz e carga. Os cimentos resinosos à base de bis-GMA, contribuiu para a melhoria dos cimentos resinosos à base de metacrilato. A evolução química trouxe melhorias na contração de polimerização, resistência mecânica e estabilidade química.^{13,15,19} As matrizes orgânicas com superioridade química (TEG-DMA), as melhorias nas propriedades de manipulação, o uso de partículas de carga mais macias, menores e os sistemas de adesão aos tecidos dentários vieram estabilizar os cimentos resinosos como agente cimentante estético.^{4,6,7,10}

Apesar dessas melhorias, existem ainda falhas com a degradação e a instabilidade da cor. Essas modificações da cor dos cimentos pode ser agravada pela rugosidade, microdureza superficial e os fatores extrínsecos.^{8,9,11} A intensidade da pigmentação varia com a solução de imersão, seu pH, frequência de ingestão e o tempo em contato com o material. Sendo esta influenciada pela composição orgânica e inorgânica do material, técnica de cimentação e acabamento/polimento das margens expostas do cimento^{1,2,3,5,8}

O objetivo do presente estudo é a avaliação da cor de quatro cimentos resinosos quando submetidas a imersão controlada em seis diferentes substâncias com pH e períodos de tempo diferentes.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os corpos de prova foram confeccionados utilizando-se matrizes metálicas com 6 mm de diâmetro interno e 2 mm de espessura. As matrizes foram colocadas sobre tira de poliéster e placa de vidro de 20 mm de espessura. Logo após a manipulação, os cimentos foram colocados no interior das matrizes e sobre o conjunto foi colocada outra matriz de poliéster e uma lâmina de vidro, sendo realizada pressão de modo a extravasar o excesso de material e permitir a obtenção de uma superfície plana. Os espécimes foram fotoativados pelo tempo determinado pelo fabricante com aparelho fotopolimerizador LED (Translux® Power Blue®, Heraeus Kulzer, Hanau, Alemanha), com irradiância de 800 mW/cm², aferida por radiômetro RD-7 (Ecel, Ribeirão Preto, Brasil). Os corpos-de-prova foram acabados e polidos com um sistema de polimento em forma de taça, de um passo (Optrapol, Ivoclar Vivadent), por 30 segundos, sob refrigeração. Esta manobra permitiu que a camada superficial de material não polimerizado fosse removida antes da mensuração. Após as 24 horas de imersão em água destilada a 37^oC os espécimes foram imediatamente mensurados para a avaliação da cor. Em seguida inseridos em seis substâncias, com diferentes pH (Tabela 1), pelos períodos de 24 horas e 7, 14 e 90 dias. A coleta dos dados foi realizada através de um espectrofotômetro (Easysshade - Vita), nos quatro cimentos resinosos (Tabela 2)

Tabela 1

Substância	Marca/País	pH
Água destilada		7,0
Refrigerante de cola	Coca-Cola, Brasil	2,31
Vinho tinto	Carbnet Sauvignon, Santon Classic, Brasil	3,52
Suco de Laranja	Laranja Caseira Del Valle +, Brasil	3,49
Whisky	Johnni Walker Red Label, Escóci	3,94
Energético	Red Bull, Áustria	3,30

Tabela 1- Substâncias utilizadas no estudo e respectivos pH.

Tabela 2

CR	Cor	Composição	% Vol.	Tamanho	Polimerização
Relay - X Veneer	A2	BisGMA – TEGDMA. Zircônia/silica	67,5%	+/- 1,5 µm	40s
Relay-X U200	A2	BisGMA – TEGDMA.	56,7%	+/- 1,5 µm	40s
Multilink	A1	BisGMA – Bis-Hema - etoxilado, UDMA e HEMA	61,2%	+/- 2,0 µm	20s
Variolink Veneer	A1	BisGMA – TEGDMA e HEMA	57,9%	+/- 1,8 µm	20s

Tabela 2- Cimentos utilizados e sua composição.

Com o espectrofotômetro foram registrados os valores de L*, a* e b* da escala CIELab, para cada espécime; L* indica a coordenada acromática ou a luminosidade do objeto com valores de 0 (preto absoluto) a 100 (branco absoluto). Os eixos a* e b* indicam as coordenadas cromáticas, o eixo a* representa a quantidade de vermelho (a* positivo) ou verde (a* negativo). O eixo b* representa a quantidade de amarelo (b* positivo) ou azul (b* negativo).

Para padronizar o local de mensuração da cor e para que a luz ambiente não interferisse na medição da cor, foi confeccionado um guia de silicone envolvendo o espécime, apresentando nicho circular de 6 mm de diâmetro, compatível com a ponta do espectrofotômetro e o tamanho do espécime.

A alteração da cor de cada amostra foi obtida pelo cálculo do ΔE , segundo a fórmula: $\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$ sendo $\Delta L = L_{\text{final}} - L_{\text{inicial}}$; $\Delta a = a_{\text{final}} - a_{\text{inicial}}$ e $\Delta b = b_{\text{final}} - b_{\text{inicial}}$. A média dos valores obtidos foi utilizada para análise estatística. A comparação dos valores de ΔE é mais significativa do que os valores individuais de L*, a*, b*.

RESULTADOS

A análise da alteração da cor foi constituída por valores dos eixos cromáticos L*, a* e b* dos cimentos resinosos (Rely - X Veneer, Rely-X U200, Multilink e o Variolink Veneer) armazenadas em 6 substâncias (água destilada, refrigerante de cola, vinho tinto, suco laranja, whisky, energético) e avaliadas em 4 períodos (24 horas, 7, 14 e 90 dias da imersão nas substâncias). Os valores dos eixos cromáticos foram utilizados para calcular o ΔE por meio da fórmula, $\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$. Os valores de ΔE foram utilizados para avaliar a alteração da cor dos cimentos.

A Análise de Variância para medidas repetidas mostrou que há diferença estatística significativa na comparação entre os momentos avaliados. O teste de ANOVA, com dois critérios, indicou que há diferença estatística entre os cimentos resinosos e as substâncias. Como há diferença estatística no teste principal, foi necessário aplicar o teste de comparação múltipla (Bonferroni), para identificar quais grupos diferem entre si. A Tabela 1 apresenta a análise descritiva dos dados da alteração da cor.

Tabela 3- Médias, desvios-padrão e resultados dos testes estatísticos para a alteração da cor (ΔE), de todos os grupos avaliados.

Cimento Resinoso	Substâncias	Períodos Avaliados			
		24 horas	7 dias	14 dias	90 dias
Rely-X U200	Água	2,93±0,47 Aa	3,04±0,84 Aa	4,71±1,08 Ab	8,97±2,47 Ba
	Coca	2,81±1,20 Aa	3,62±0,71 Aa	7,71±0,89 Ab	21,22±1,43CDa
	Vinho	4,58±0,94 ABa	6,16±0,83 Aa	15,18±2,2 Aa	48,1±4,01CDa
	Suco	2,98±0,87 Aa	3,21±0,28 Aa	3,76±0,81 Ab	14,48±1,33 Ba
	Whisky	3,71±0,51 ABa	3,84±0,81 Aa	3,92±0,90 Ab	16,31±0,99 Ba
	Energético	3,82±0,46 Ba	3,49±0,84 Bb	4,30±0,83 Aa	18,75±1,21ABa
Rely-X Veneer	Água	2,43±0,88 Aa	2,86±0,51 ^{ACab}	3,21±0,51 Ab	8,93±1,33ACa
	Coca	1,98±0,64 Ba	2,44±1,19 ^{ACab}	4,02±1,19ACb	15,93±1,87ACb
	Vinho	2,95±0,41 ABa	12,08±1,53 ^{Bb}	28,44±2,24Aa	73,93±4,39CDa
	Suco	1,29±0,54 Ba	3,02±1,24 Ab	4,35±0,77Aab	16,93±1,01ACb
	Whisky	1,57±0,76 Ba	2,93±0,78 Aa	7,91±0,84Aab	14,2±0,93 Aab
	Energético	1,09±0,44 Ba	3,09±0,62 Ab	4,38±0,68 ^{ACa}	15,4±0,97 ACa
Multilink	Água	1,32±0,47 Aa	1,45±0,81 Aa	1,94±0,69 ^{CDa}	6,42±0,49ACb
	Coca	1,19±0,65 Aa	3,44±1,03 ^{Aab}	5,87±1,20 Aa	15,35±1,34ACb
	Vinho	1,84±0,91 ABa	17,34±1,89 Bb	48,4±2,29 Cc	74,9±4,47 CDa
	Suco	1,46±0,83 ABa	2,74±1,45 ^{CDa}	4,73±1,95ACb	21,34±1,85ACa
	Whisky	1,39±0,57 Aa	2,38±1,34 Ba	5,54±2,09 Cc	20,32±1,73ACb
	Energético	1,45±0,78 Ba	3,49±1,65 Ba	4,35±2,30 ^{Aab}	15,89±1,44ACa
Variolink Veneer	Água	2,31±0,69 ABa	2,39±0,61 Aa	1,89±0,68 ^{ACa}	6,89±0,89ACa
	Coca	1,98±0,98 Aa	3,45±0,70 Aa	4,35±0,79 ^{Aab}	17,02±1,72ACb
	Vinho	1,35±1,63 Ba	7,31±1,94 ^{Aab}	26,89±2,44 ^{Aab}	55,9±4,12 CDa
	Suco	2,19±0,94 ^{ACa}	2,49±1,03 Aa	2,99±1,35 Aa	12,66±1,51ACa
	Whisky	1,87±0,86 Aa	2,37±0,92 ^{Aab}	3,75±0,93 ^{Aab}	16,32±1,38ACa
	Energético	1,39±1,84 Ba	3,02±1,34 Aa	5,32±0,89 Aa	15,13±1,27 ACa

TABELA 3 - Médias seguidas por letras MAIÚSCULAS sobrescritas iguais, nas colunas (para as substâncias), não diferem estatisticamente pelo teste Bonferroni ($p > 0.05$), comparando entre o mesmo cimento. Médias seguidas por letras MINÚSCULAS sobrescritas iguais, nas linhas (para os momentos), não diferem estatisticamente pelo teste Bonferroni ($p > 0.05$).

Observa-se que, a partir de 7 dias de imersão, ocorreu uma diferença estatística nos grupos Rely-X Veneer, Multilink e Variolink Veneer, no grupo imergidos em vinho. E esses dados prevaleceram também para os períodos de 14 e 90 dias de imersão para todos os cimentos. O vinho foi a substância que promoveu maior alteração da cor nos cimentos resinosos. A imersão em água não promoveu aumento no ΔE nos cimentos resinosos, apenas após os 90 dias. Já no grupo dos 90 dias de imersão o ΔE , obteve diferença estatística para todos os cimentos principalmente quando imerso em vinho. (Gráfico 1).

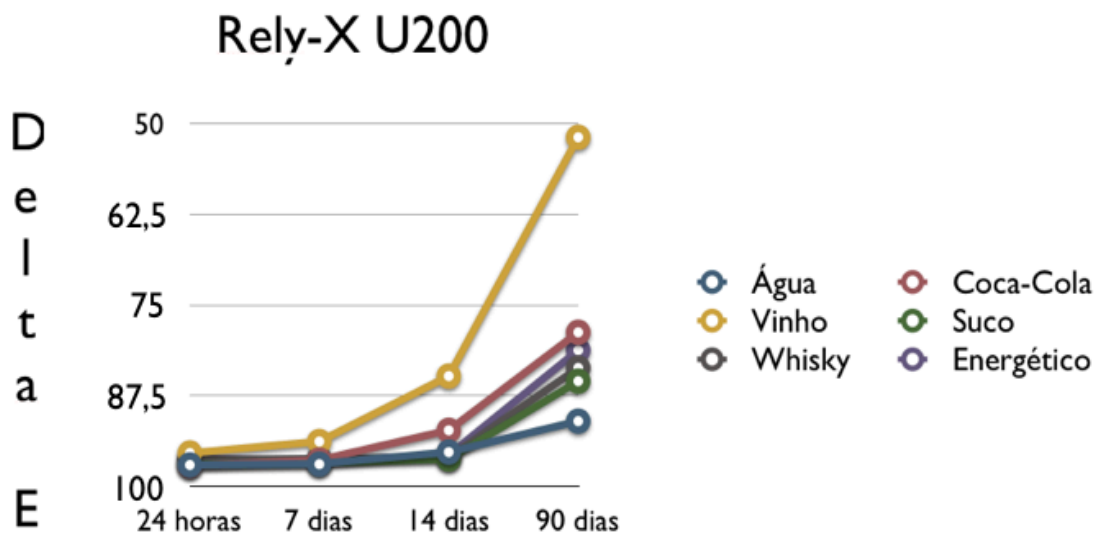


Gráfico 1- Médias da alteração da cor, do cimento resinoso Rely-X U200, imerso em diferentes substâncias, nos quatro período avaliados.

Foram observadas diferenças estatísticas, na alteração da cor entre os períodos de tempo para todos os grupos testados. Percebe-se ainda, no cimento resinoso Rely-X Veneer, que houve um aumento no valor do ΔE do período 14 dias aos 90 dias, sem diferença estatística, exceto para o grupo armazenado em vinho, que se manteve instável desde o sétimo dia de armazenamento (Gráfico 2).

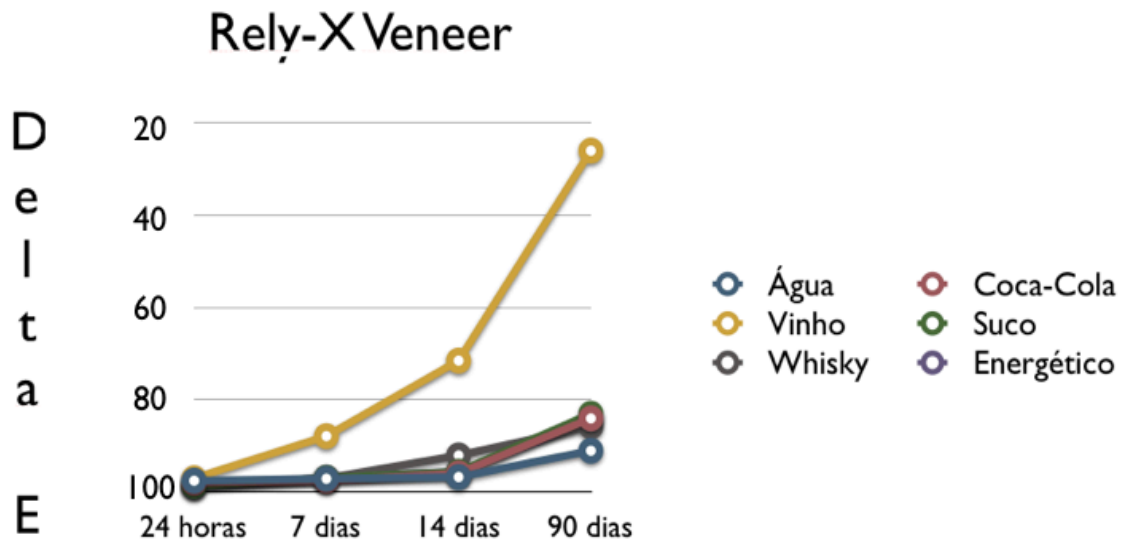


Gráfico 2- Médias da alteração da cor, do cimento resinoso Rely-X Veneer, imerso em diferentes substâncias, nos quatro período avaliados.

No cimento resinoso Multilink, nota-se, que houve um aumento no ΔE com o passar do tempo, exceto para o grupo armazenado em água, o qual se manteve estável com o aumento do tempo de armazenamento e o vinho, a maior alteração da cor ao longo deste tempo. Sendo considerada, o cimento resinoso com maior alteração da cor, neste estudo (Gráfico 3).

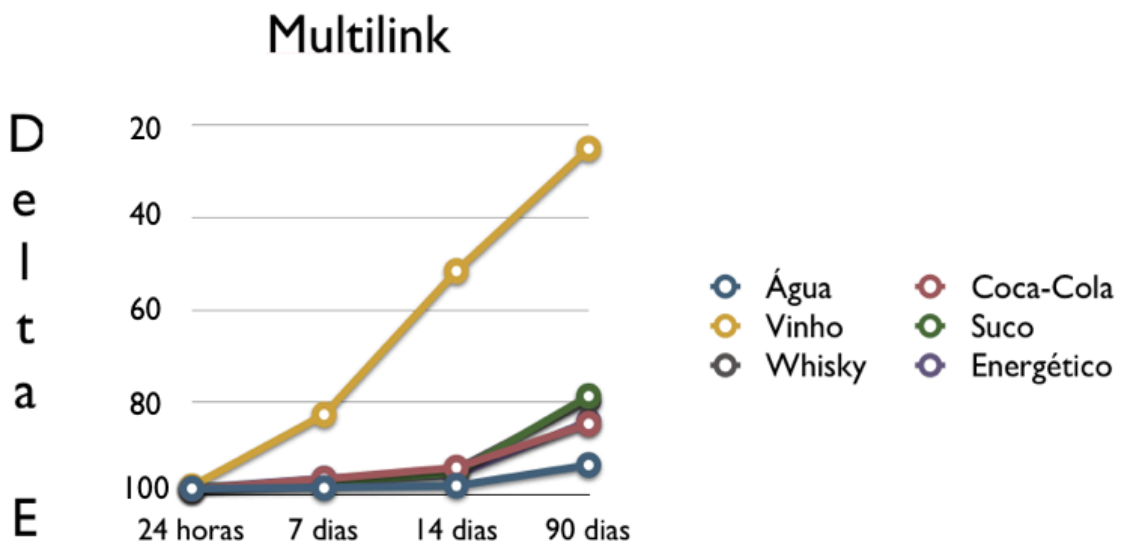


Gráfico 3- Médias da alteração da cor, do cimento resinoso Multilink, imerso em diferentes substâncias, nos quatro período avaliados.

No Variolink Veneer, houve um aumento no ΔE ao longo do tempo, exceto para os períodos de armazenados em água, suco de laranja, whisky, energético e coca os quais se mantiveram estáveis até o período de 14 dias. (Gráfico 4).

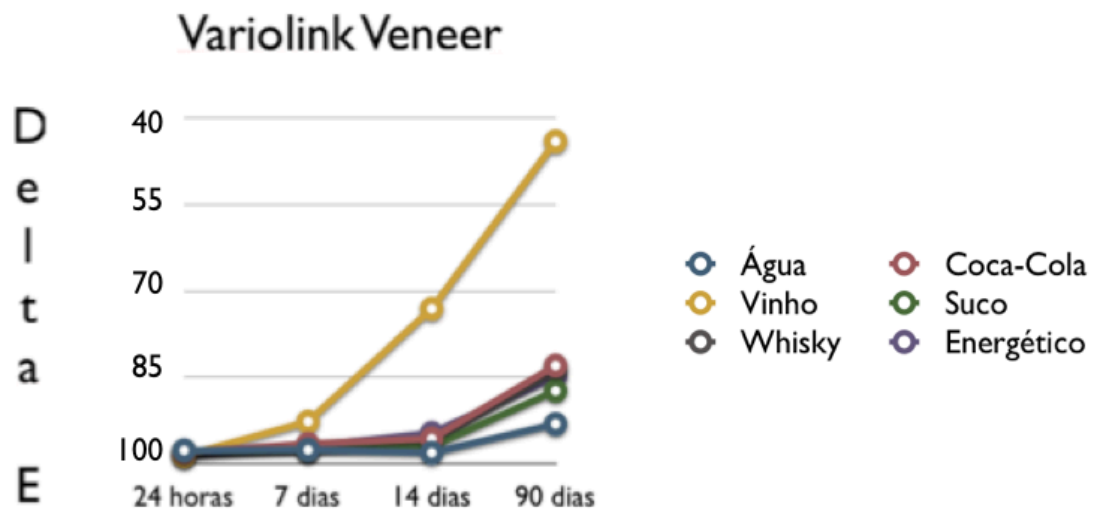


Gráfico 4- Médias da alteração da cor, do cimento resinoso Variolink Veneer, imersa em diferentes substâncias, nos quatro período avaliados.

DISCUSSÃO

Os agentes cimentantes tiveram nos últimos tempos, uma melhoria nas propriedades mecânicas, físicas e principalmente nas suas propriedades ópticas, podendo ser utilizadas em uma gama de situações no cotidiano clínico¹. Apesar de apresentarem todas estas propriedades, existem falhas e limitações, tendo como fator principal a alteração da cor.^{1,26}

O fator de maior relevância nesta alteração de cor dos cimentos resinosos, se dá no grau de conversão, que está diretamente ligada a efetividade do processo de cura dos cimentos.^{5,13,16,19} Podendo gerar uma falha no grau de conversão do polímero, oxidando os componentes não reagidos, gerando uma maior absorção de água alterando a cor original.^{5,22,25}

A imersão em água altera os valores de Lab* e ΔE . Mas podemos analisar no presente estudo que esta alteração não ocorreu, e quando ocorreu não foi perceptível ao olho humano. O seres humanos observam a luminosidade (L^*) mais claramente, pois os bastonetes (células responsáveis pela visão), conseguem enxergar em preto e branco com muito mais eficiência, do que quando comparados aos cones (células responsáveis pela visão colorida). Sendo que com qualquer perda de intensidade de luz a estabilidade da cor fica alterada.^{7,23,30}

Na primeira semana de imersão dos espécimes nas substâncias, notou-se uma alteração mais intensa, que foi crescente para os 14 dias e extrapoladas nos 90 dias. Isso ocorreu devido ao ganho de massa molecular a partir de 7 dias de imersão.²²

A alteração da cor de resina compostas e cimentos, imersos em café por um período de 24 horas, corresponderia ao consumo de +/-3,2 xícaras por dia, durante 30 dias. Sendo que 15 dias de imersão *in vitro*, corresponde a aproximadamente 12 meses e 90 dias a 6 anos *in vivo*.⁵

A alteração de cor se dá na matriz resinosa pela absorção de água^{5,8,9}. Esta alteração só ocorre na interface entre a matriz e a carga, pois apresenta alta sensibilidade à absorção de água^{5,7}. Esta degradação por hidrólise altera a refração da luz alterando a cor, devido ao envelhecimento da interface matriz e a carga.^{22,24,25}

Os cimentos resinosos à base de dimetacrilato, absorve mais água devido a presença de TEGMA, quando comparado com sistemas que apresentam UDMA. As partículas de UDMA, tem uma maior estabilidade de cor, quando comparado a de cimentos que apresenta na sua formulação BISGMA, pois promove a diminuição de absorção de água, limitando a entrada de pigmento. A explicação para tal fato é que o BISEMA, gerado a partir da etoxilação, torna o monômero mais hidrofóbico que o BISGMA, isso ocorre pois se remove, 2 Hidroxilas da composição^{13,16,19}. A presença de

TEGDMA pode ser responsável pela alta absorção de água , portanto uma alteração mais elevada da cor.^{22,23,30}

Os cimentos que contém na sua formulação, monômeros BISGMA e UDMA, tiveram maiores índices de alteração de cor. Isto ocorre devido a presença de Dimetacrilato cicloalifático e Bisfenol-A dimetacrilato proxilado, que são os intermediadores da alteração da cor. Estas alterações foram mais severas a partir do sétimo dia de armazenamento. Isto se explica devido a interação entre os líquidos e os cimentos resinosos, promovendo uma maior penetração. Esta penetração dos pigmentos dos líquidos se deve ao pH, frequência de ingestão e permanência em contato.^{22,25,27,29}

Todos os cimentos resinosos (Rely-X U200, Variolink Veneer, Multilink e Rely-X Veneer) se mantiveram estáveis até os 14^o dia de imersão, exceto para o vinho onde a partir do 7^o dia já se mostrou com alteração de cor. Os demais líquidos tiveram alterações a partir do 14^o dia, mostrando-se instáveis em longo período de armazenagem com substâncias ácidas (90 dias). O líquido que promoveu a menor alteração de cor de todos os cimentos resinosos, ao longo do período de armazenagem foi a água destilada.^{16, 17,18,21}

De acordo com os resultados, o vinho foi o que mais obteve alteração da cor nos cimentos resinosos. Isso se deve a presença de tanino em vinhos tintos, apresentando forte índice de manchamento. Os pigmentos da uva juntamente com a presença de álcool, fazem com que promovam um amolecimento da superfície ajudando na penetração do líquido.^{16,25,28,29}

As alterações *in vivo*, são mais lentas de ocorrerem, devido a diluição com saliva, a temperatura dos líquidos, bolo alimentar, quantidade de ingestão e pela ação de polimento gerado pela escovação diária.¹⁷

CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos neste estudo *in vitro*, pode-se concluir que, os cimentos resinosos foram influenciados na alteração de cor, devido: a composição, pelas substâncias imersas e o tempo de contato com as mesmas.

O vinho foi a principal substância causadora da alteração de cor de todos os líquidos e a água foi a que se portou de forma mais estável independente do cimento e do período de armazenagem.

REFERÊNCIAS

- 1) ARDU, S.; BRAUT, V.; GUTEMBERG, D. *et al.* A long-term laboratory test on staining susceptibility of esthetic composite resin materials. *Quintessence International*, v. 41, n. 8, p. 695-702, Set 2010.
- 2) FUJITA, M.; KAWAKAMI, S.; NODA, M.; SANO, H. Color change of newly developed esthetic restorative material immersed in food- simulating solutions. *Dental Materials Journal*, v. 25, n. 2, p. 352-359, Jun 2006.
- 3) Wongkhantee S, Patanapiradej V, Maneenut C, Tantbiroj D. Effect of acidic food and drinks on surface hardness of enamel, dentine, and tooth-colored filling materials. *J Dent* 2006; 34: 214-220.
- 4) NASIM, I.; NEELAKANTAN, P.; SUJEER, R.; SUBBARAO, C. V. Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins--an in vitro study. *Journal of Dentistry*, v. 38 Suppl 2, p. e137-142, Mai 2010.
- 5) AGUIAR, F. H. B.; GEORGETTO, M. H.; SOARES, G. P. *et al.* Effect of different light-curing modes on degree of conversion, staining susceptibility and stain's retention using different beverages in a nanofilled composite resin. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, v. 23, n. 2, p. 106-114, Abr 2011.
- 6) RUYTER, I. E.; NILNER, K.; MOLLER, B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dental Materials*, v. 3, n. 5, p. 246-251, Out 1987.
- 7) SAMRA, A. P. B.; PEREIRA, S. K.; DELGADO, L. C.; BORGES, C. P. Color stability evaluation of aesthetic restorative materials. *Brazilian Oral Research*, v. 22, n. 3, p. 205-210, Set 2008.
- 8) Neamat AB, Han L, Okamoto A, Iwaku M. Effect of alcoholic and low pH soft drinks on fluoride release from compomer. *J Esthet Dent* 2000; 12: 97-104.
- 9) RUTTERMANN, STEFAN; SUYOUN, K.; RAAB, W. H.-M.; JANDA, R. Effect of exposure time on the color stability of resin-based restorative materials when polymerized with quartz-tungsten halogen and LED light. *Clinical Oral Investigations*, v. 14, n. 5, p. 599-605, Out 2010.
- 10) Lim BS, Ferracane JL, Condon JR, Adey JD. Effect of filler fraction and filler surface treatment on wear of microfilled composites. *Dent Mater* 2002; 18: 1- 11.
- 11) Han L, Okamoto A, Fukushima M, Okiji T. Evaluation of Flowable Resin Composite Surfaces Eroded by Acidic and Alcoholic Drinks. *Dental Materials Journal* 2008; 27(3): 455-465.
- 12) Guardal P, Akdeniz BG, Hakan Sen B. The effects of mouthrinses on microhardness and colour stability of aesthetic restorative materials. *J Oral Rehabil.* 2002 p;29(9):895-901.
- 13) Pereira SK, Muller AA, Boratto AC, Veiga PM. Avaliação da alteração de cor de resinas compostas em contato com soluções potencialmente corantes. *UEPG Biol Health Sci.* 2003;9(1):13-9.
- 14) ERTAS, E.; GULER, A. U.; YUCEL, A. C.; KOPRULU, H.; GULER, E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dental Materials Journal*, v. 25, n. 2, p. 371-376, Jun 2006.
- 15) BAGHERI, R.; BURROW, M. F.; TYAS, M. Influence of food- simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *Journal of Dentistry*, v. 33, n. 5, p. 389- 398, Maio 2005.

- 16) BETSY, L. K. M.; AMBONI, R. D. M. ; PRATES, L. H. M.; BERTOLINO, J. R.; PIRES, A. T. . Influence of drinks on resin composite: Evaluation of degree of cure and color change parameter. *Polymer testing*, v. 26, n. 4, p. 438-444, Jun 2007.
- 17) CATELAN, A.; BRISO, ANDRÉ LUIZ FRAGA; SUNDFELD, RENATO HERMANN; GOIATO, M. C.; SANTOS, PAULO HENRIQUE DOS. Color stability of sealed composite resin restorative materials after ultraviolet artificial aging and immersion in staining solutions. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, v. 105, n. 4, p. 236- 241, Abr 2011.
- 18) ARDU, S.; BRAUT, V.; GUTEMBERG, D. *et al.* A long-term laboratory test on staining susceptibility of esthetic composite resin materials. *Quintessence International*, v. 41, n. 8, p. 695-702, Set 2010.
- 19) NASIM, I.; NEELAKANTAN, P.; SUJEER, R.; SUBBARAO, C. V. Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins--an in vitro study. *Journal of Dentistry*, v. 38 Suppl 2, p. e137-142, Mai 2010.
- 20) AGUIAR, F. H. B.; GEORGETTO, M. H.; SOARES, G. P. *et al.* Effect of different light-curing modes on degree of conversion, staining susceptibility and stain's retention using different beverages in a nanofilled composite resin. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, v. 23, n. 2, p. 106-114, Abr 2011.
- 21) SAMRA, A. P. B.; PEREIRA, S. K.; DELGADO, L. C.; BORGES, C. P. Color stability evaluation of aesthetic restorative materials. *Brazilian Oral Research*, v. 22, n. 3, p. 205-210, Set 2008.
- 22) RUYTER, I. E.; NILNER, K.; MOLLER, B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dental Materials*, v. 3, n. 5, p. 246-251, Out 1987.
- 23) VICHI, A.; FERRARI, M.; DAVIDSON, C. L. Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water aging. *Dental Materials*, v. 20, n. 6, p. 530-534, Jul 2004.
- 24) TOPCU, F. T.; SAHINKESEN, G.; YAMANEL, K. *et al.* Influence of different drinks on the colour stability of dental resin composites. *European Journal of Dentistry*, v. 3, n. 1, p. 50-56, Jan 2009.
- 25) BAGHERI, R.; BURROW, M. F.; TYAS, M. Influence of food- simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *Journal of Dentistry*, v. 33, n. 5, p. 389- 398, Maio 2005.
- 26) Furukawa K, Inai N, Tagami J. The effects of luting resin Bond to dentin on the strength of dentin supporte by inidirect resin composite. *Dent Mater*, 2002; 18: 136-142.
- 27) YANNIKAKIS, S. A.; ZISSIS, A. J.; POLYZOIS, G. L.; CARONI, C. Color stability of provisional resin restorative materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, v. 80, n. 5, p. 533-539, Nov 1998.
- 28) DOMINGOS, P. A. DOS S.; GARCIA, P. P. N. S.; OLIVEIRA, A. L. B. M. DE; PALMA-DIBB, R. G. Composite resin color stability: influence of light sources and immersion media. *Journal of Applied Oral Science*, v. 19, n. 3, p. 204-211, Jun 2011.
- 29) BARATIERI, L. N.; RITTER, A. V.; ANDRADA, M. A. C. Como melhorar o desempenho das restaurações? In: FELLER, C.; BOTTINO, M. A. *Atualização na Clínica Odontológica: a práica da clínica geral*. 16. ed. São Paulo: Artes Médicas, 1994. p.33-60.
- 30) GULER, A. U.; GULER, E.; YUCEL, A. C.; ERTAŞ , E. Effects of polishing procedures on color stability of composite resins. *Journal of Applied Oral Science*, v. 17, n. 2, p. 108-112, Abr 2009.



PAPER 1

PAPER 1

Evaluation of microhardness of resin cements inserted at different pH and substance

ABSTRACT

Objective: Assess whether there is a change in color in four marks with different resin compositions and cements, which were immersed in six different substances with different pH levels.

Methods: - 60 discs (6 x 2 mm) were made of each material, polished tip of tread rubber sole (with different resin compositions (X ARC, Rely-X U200, Multilink and Variolink Veneer Rely) cements were selected Optrapol, Ivoclar Vivadent) for 30 s, immersed in distilled water for 24 h and divided into 6 subgroups (n = 10), according to the soaking solution: distilled water, cola, red wine, orange juice, whiskey and energy, at 370 C. the measurements for the microhardness test, were performed after polishing and insertion for 24 hours in distilled water, 7, 14 and 90 days of immersion in substances. The evaluation was performed with a microhardness (RP-100, Instrutherm). Statistical analysis of microhardness data were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) to a fixed criterion, with a significance level of 5%, with 3.0 BioEstat program

Results: All specimens had changes in microhardness values tested in periods of 90 days of immersion, where a decrease in the microhardness values of resistance occurred independently evaluated the solution where the specimens stored in water undergoes a decrease but without statistical difference. The microhardness did not increase with immersion in the tested substances.

Conclusion: The substances in which the resin cements were immersed, have any influence on the microhardness for all the cements tested, proving that acidic substances alter the morphological structure of cements decreasing its longevity over longer periods.

Keywords: Resin Cement. Micro hardness. Acidic substance.

INTRODUCTION

The interface surface staining of ceramic restorations because of the presence of cements is related to the penetration of dyes contained in alimentos.²⁸ Oral hygiene is an important factor in the color stability, since the presence of plaque and its products causes degradation of the resin cement, facilitating their pigmentation thereby affecting the expectation of paciente.²⁹

Discoloration of resin materials is caused by intrinsic and extrinsic agents. Intrinsic factors are discoloration of the material itself, and the change of the resin matrix and the matrix interface and load. Resin-based bis-GMA cement, contributed to the improvement of methacrylate resin-based sealers. The development has improved the chemical polymerization shrinkage, strength and stability química.^{13, 15.19} organic matrices with superior chemical (TEG-DMA), improvements in handling properties, the use of softer particle load, lower and systems to adhere to dental tissues came to stabilize the resin cements as luting agent estético.^{4, 6,7,10}

Despite these improvements, there are still shortcomings with the degradation and color instability, changes the color of these cements can be aggravated by the roughness, microhardness and extrínsecos.⁸ factors pigimentação ^{9.11} The intensity varies with the immersion solution , its pH, frequency of intake and time in contact with the material. This being influenced by organic and inorganic cementation technique and finishing / polishing of exposed edges of the cement ^{1,2,3,5,8} material composition,

The aim of this study was the evaluation of the four-color resin cements when submitted to immersion in six different controlled substances with pH and different time periods.

Materials and Methods

The specimens were fabricated using metallic molds with 6 mm inner diameter and 2 mm thick. The arrays were placed on a strip of polyester and glass plate 20 mm thick. Immediately after the manipulation, the cements were placed into the arrays and the assembly was placed another polyester matrix and a glass slide, pressure being such as to vent the excess material and allow to obtain a flat surface. The specimens were photo-activated given time by the manufacturer with LED curing light (Translux ® Power Blue ®, Heraeus Kulzer, Hanau, Germany), with irradiance of 800 mW/cm², measured by radiometer RD-7 (Ecel, Ribeirão Preto, Brazil). The specimens were finished and polished with a polishing system in cup shape, one step (Optrapol, Ivoclar Vivadent) for 30 seconds, under refrigeration. This maneuver allowed the surface layer of uncured material was removed before measurement, and the specimens were divided into 4 quadrants and each quadrant 4 measurements (Figure-1) was performed. After the 24 hour immersion in distilled water at 37°C the specimen were measured to evaluate the micro Knoop hardness. Figure – 1

Then inserted into six substances with different pH (Table 1), for periods of 24 hours and 7, 14 and 90 days. The mechanical testing was performed using the microhardness microhardness tester (HMV 2, Shimadzu, Japan) in four resin cements selected (Table 2).

In microhardness indentations were made by four specimen using load of 50gf and 30 seconds time. After we determined the average value for each specimen. Formation of groups and preparation of the specimens were in a total of 240 specimens being 60 for each resin cement.

The data obtained on the microhardness measurements were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) to a fixed criterion, with a significance level of 5%, with BioEstat 3.0.

Results

Application of Multifactorial analysis of variance showed no statistically significant differences in the culture medium, material and time, as well as the interaction between these factors.

The resin cement Rely X-U200 (3M-ESPE), showed the highest microhardness values. Since the resin cement Multilink (Ivoclar Vivadent-) showed the lowest values. The application of the Tukey test showed that the means of storage in distilled water resulted in higher values of microhardness. And the lowest values were the means for Coca-Cola ® and Whisky. Followed by wine, juice and energy.

The highest microhardness values were obtained at baseline, followed by 7, 14 and 90 days. As there was no statistically significant difference between the times of 24 hours, 7 and 14 days ($p > 0.05$). For values of 90 days, there was a sharp decline in values for microhardness. Observed when the specimens submerged in water, noticing changes in the storage of 90 days, but no statistical difference.

Discussion

The physical properties of dental materials regarding the surface hardness are defined as the resistance to penetration by a solid tip providing indirect parameters of the material to wear resistance, abrasion and masticatory forces in the cavity oral.^{8 10} The results of this study showed that the initial microhardness, 24 hours and 7 days, all specimens was higher, showing statistically significant difference when compared to the same hardness after 90 days.

Reducing the hardness of resin cements immersed in acidic substances (whiskey, coke, energy and citrus juice) was higher than in specimens stored in distilled water. The justificativa of such an event may have been coming from a corrosive and deleterious effects of acidic substances acting and degrading the resin matrix of cement and exposing the inorganic fillers. ^{8,9,10,14} This action only occurs by solvent-polymer interaction. When in contact with the polymer, alter the secondary bonds between the macromolecules (hydrogen bonds) and weakening the unity and stability among them, restraining the polymer molecule interact, and the decrease in hardness of cimento.^{26, 3}

The slight reduction in hardness in the groups just soaking in distilled water, is brought about by the polymers of resin cements have greater susceptibilidade, the absorption solvent, in particular água.⁷ solvent molecules pushes the polymer chains and thereby rupture occurs, degrading by hidrolize.²⁸ distilled water penetrates the polymer network of resin cements, causing the rupture of the bond between loading and matriz.^{26, 14}

The chemical particles of organic matrix can promote the degradation of resinosos.¹⁴ cements, ^{18,26,28} The resin cements presenting Urethane dimethacrylate (UDMA) associated or not with other chemical components, making them more amenable to resin cements simulators solvents feed than the Bisphenol Glycidyl Methacrylate (BIS-GMA), because it has a polar group UDMA called urethane where hydrophilicity is increased, providing a water sorption aumentada.²⁸

The decrease in microhardness of resin cements promotes bacterial colonization (Willershausen et al. 1999) where microorganisms (*S. mutans*, *S. oralis* and *A. naeslundii*) firmly adhere the exposed margins of resin cements, promoting infiltration, staining, recurrent caries , leading to failure of restauração.²⁵

The Multilink cement presented the lowest values of the cements tested, specimens 90 days immersed in whiskey, had the poorest results. As for the resin cement Rely X-U200, the best results were obtained between sealers, showing statistical difference in only 90 days, which represents a decrease of microhardness, and control remained stable throughout the period. The Rely-X cement Veneer appeared stable over periods of 24 hours, 7 days and 14 days except for the specimens immersed in cola, with low values that worsened within 90 days. The group Variolink Veneer

Cement presented results with statistical difference in 90 days, where the subgroup composed by Coca Cola had the lowest values.

The liquid in the greatest drop in hardness within 90 days, it was Coca Cola, except for Multilink cement, where the whiskey was the lowest. Distilled water (control), was the most stable substance, where the resin cement Rely-X U200, showed no statistical difference in the time of peroxides.

CONCLUSIONS

Within the limits of this study "in vitro" and, based on these results, we conclude that the substances in which the resin cements were immersed, have any influence on the microhardness for all the cements tested, proving that acidic substances alter the morphological structure of cements decreasing its longevity over longer periods.

TABLES

Table 1

Substance	Brand / Country	pH
Dentiled water		7,0
Coke	Coke, Brasil	2,31
Wine	Carbernet Sauvignon, Santon Classic, Brazil	3,52
Orange Juice	Laranja Caseira Del Valle +, Brazil	3,49
Whisky	Johnni Walker Red Label, Escóci	3,94
Energy Drink	Red Bull, Áustria	3,30

Table 1 - Substances used in the study and their pH.

Table 2

RC	Color	Composition	% Vol.	Weight	Cure
Rely - X Veneer	A1	BisGMA – TEGDMA. Zircônia/silica	67,5%	+/- 1,5 µm	20s
Rely-X U200	A2	BisGMA – TEGDMA.	56,7%	+/- 1,7 µm	20s
Multilink	A1	BisGMA – Bis-Hema - etoxilado, UDMA e HEMA	61,2%	+/- 2,0 µm	20s
Variolink Veneer	A1	BisGMA – TEGDMA e HEMA	57,9%	+/- 1,8 µm	20s

Table 2 - Cement used and its composition.

Resin Cement	Substance	Time			
		24 hours	7 days	14 days	90 days
Relv-X U200	Water	64,2±2,75	63,04±3,84	61,71±2,08	56,97±2,47
	Coke	43,5±1,78	41,62±2,71	39,71±5,89	28,22±1,43
	Wine	45,9±2,94	42,16±4,83	40,18±2,2	29,1±4,01
	Juice	46,1±4,07	43,21±3,28	41,76±4,81	31,48±1,33
	Whisky	43,9±2,67	41,84±5,81	39,92±5,90	29,31±4,99
	Energy	43,2±3,33	40,49±3,84	38,30±4,83	28,75±1,21
Relv-X Veneer	Water	31,2±4,75	30,86±3,51	29,21±2,51	24,93±3,33
	Coke	33,4±2,54	29,44±4,19	24,02±6,19	16,93±4,87
	Wine	36,2±3,43	34,08±2,53	32,44±2,24	23,93±4,39
	Juice	34,6±3,21	32,02±2,24	30,35±4,77	22,93±1,01
	Whisky	32,3±4,59	30,93±4,78	27,91±4,84	19,2±4,93
	Energy	35,4±4,31	33,09±5,62	31,38±4,68	18,4±3,97
Multilink	Water	22,4±3,93	21,45±2,81	20,94±4,69	16,42±4,49
	Coke	20,2±4,73	19,44±4,03	17,87±5,20	11,35±4,34
	Wine	24,8±3,48	22,34±3,89	18,4±2,29	13,9±4,47
	Juice	23,9±5,32	22,47±3,45	20,73±1,95	14,34±7,85
	Whisky	19,9±4,31	18,38±4,34	16,54±2,09	9,32±6,73
	Energy	22,3±5,23	21,49±3,65	19,35±2,30	11,89±4,44
Variolink Veneer	Water	36,2±2,69	34,39±3,61	32,89±3,68	27,89±3,89
	Coke	29,7±3,45	28,45±4,70	24,35±3,79	16,02±5,72
	Wine	28,1±4,63	27,31±2,94	26,89±2,44	18,9±4,12
	Juice	30,7±4,32	29,49±5,03	28,99±1,35	20,66±4,51
	Whisky	27,4±3,86	26,37±4,92	23,75±4,93	16,32±5,38
	Energy	30,9±5,67	27,02±2,34	25,32±0,89	19,13±4,27

TABLE 3 - Mean values and standard deviation for the microhardness variable taking into account the following factors: storage medium, material and time.

FIGURES

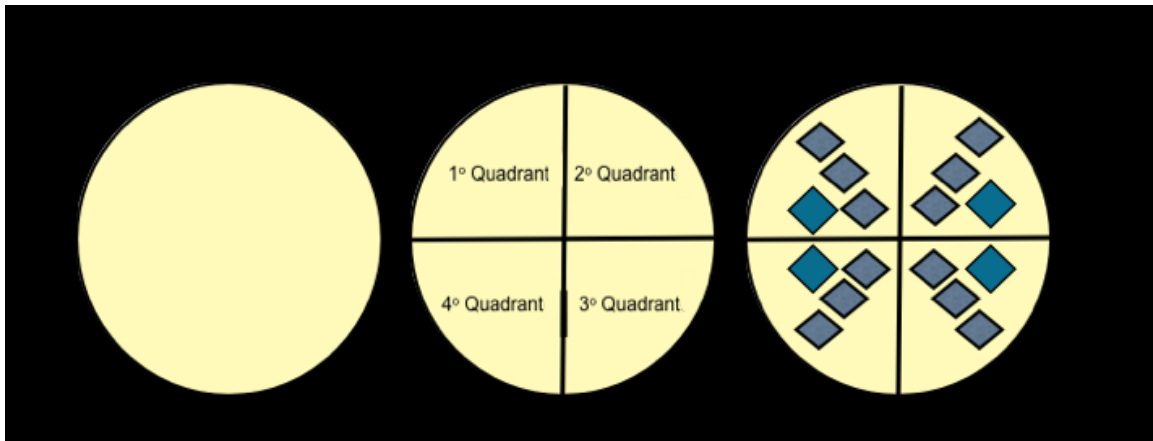


Figure 1 - Surface of the specimen divided into four quadrants, with their indentations.

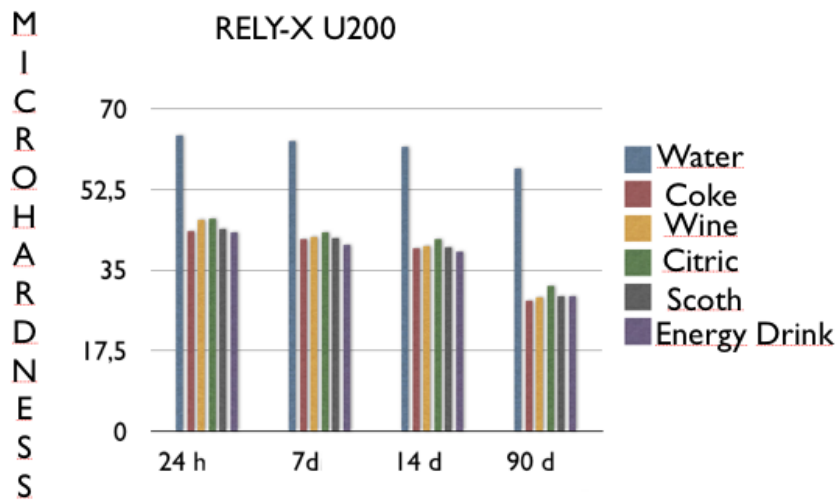


FIGURE 1 - Mean change in microhardness of resin cement Rely X U200-immersed in different substances, in the four period reviews

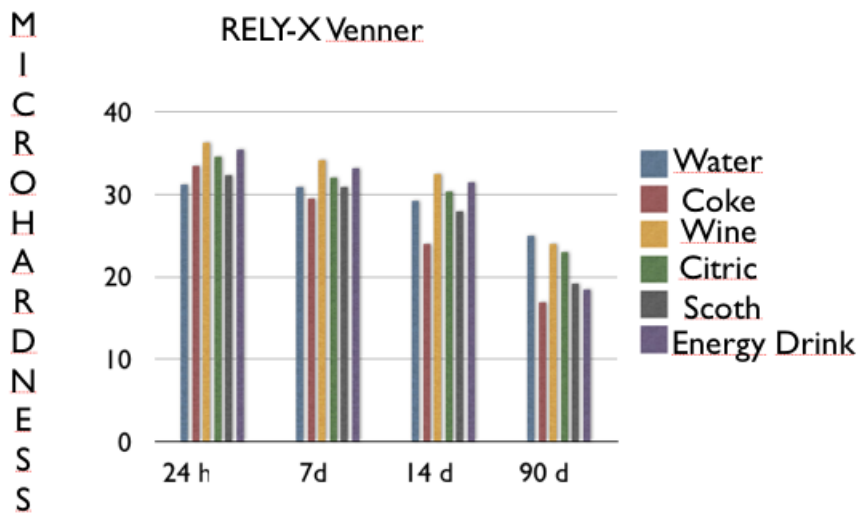


FIGURE 2 - Mean change in microhardness of resin cement Rely X Venner-immersed in different substances, in the four period reviews

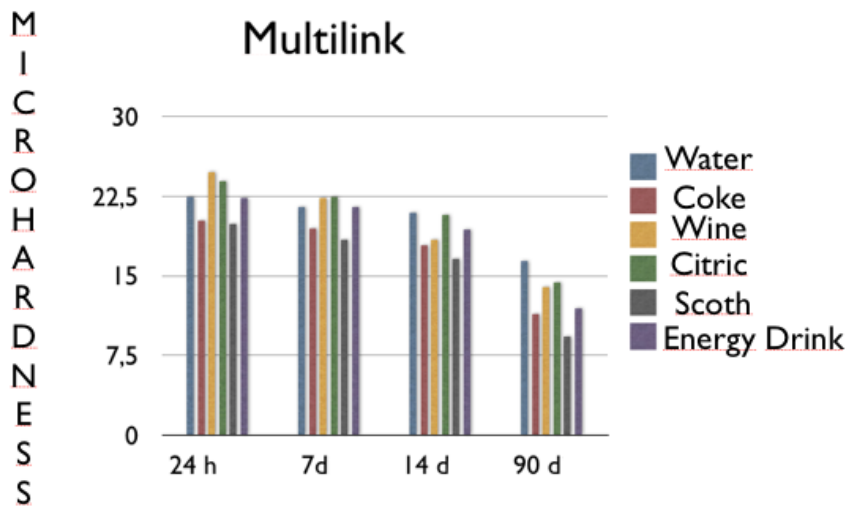


FIGURE 3 - Mean change in microhardness of resin cement Multilink-immersed in different substances, in the four period reviews

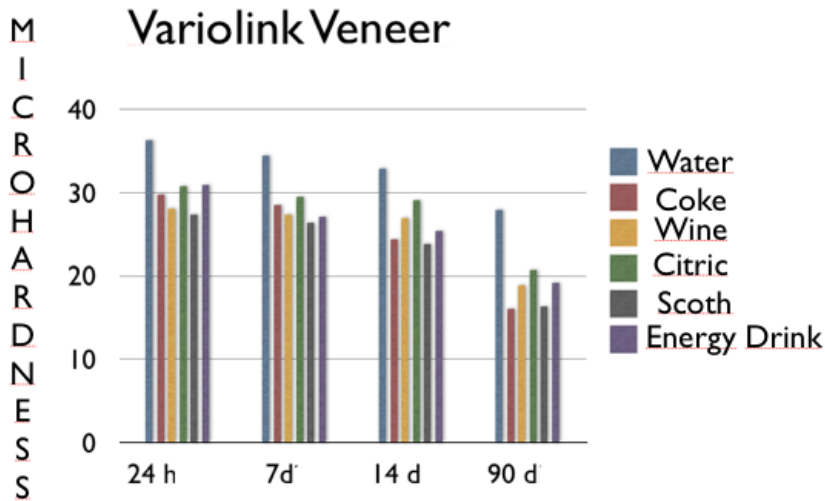


FIGURE 4 - Mean change in microhardness of resin cement Variolink Veneer-immersed in different substances, in the four period reviews

REFERENCES

- 1) Lee IB, Son HH, Um CM. Rheologic properties of flowable, conventional hybrid, and condensable composite resins. *Dent Mater* 2003; 19: 298-307.
- 2) Baroudi K, Saleh AM, Silikas N, Watts DC. Shrinkage behavior of flowable resin-composites related to conversion and filler-fraction. *J Dent* 2007; 26: 651-655.
- 3) Wongkhantee S, Patanapiradej V, Maneenut C, Tantbirojn D. Effect of acidic food and drinks on surface hardness of enamel, dentine, and tooth-colored filling materials. *J Dent* 2006; 34: 214-220.
- 4) Geurtsen W. Substances released from dental resin composites and glass ionomer cements. *Eur J Oral Sci* 1998; 106: 687-695.
- 8) Neamat AB, Han L, Okamoto A, Iwaku M. Effect of alcoholic and low pH soft drinks on fluoride release from compomer. *J Esthet Dent* 2000; 12: 97-104.
- 9) Assmussen E. Softening of BISGMA-based polymers by ethanol and by organic acids of plaque. *Scand J Dent Res* 1984; 92: 257-261.
- 10) Lee SY, Greener EH, Mueller HJ, Chiu CH. Effect of food and oral simulating fluids on dentine bond and composite strength. *J Dent* 1994; 22: 352-359.
- 16) Neamat AB, Han L, Okamoto A, Iwaku M. Color stability of compomer after immersion in various media. *J Esthet Dent* 2000; 12: 258-263.
- 17) Han L, Okamoto A, Fukushima M, Okiji Takashi. Resin-enamel and dentin interface/fluoride uptake of self-adhesive resin cement. *J J Conserv Dent* 2007; 50: 63, Spring Issue.
- 18) Jaarda MJ, Wang RF, Lang BR. A regression analysis of filler particle content to predict composite wear. *J Prosthet Dent* 1997; 77: 57-67.
- 19) Condon JR, Ferracane JL. In vitro wear of composite with varied cure, filler level, and filler treatment. *J Dent Res* 1997; 76: 1405-1411.
- 20) Lovell LG, Lu H, Elliott JE, Stansbury JW, Bowman CN. The effect of cure rate on the mechanical properties of dental resins. *Dent Mater* 2001; 17: 504-511.
- 21) 3M ESPE, 3M: Filtek Z250 Universal Restorative System Technical Product Profile, 1998 3M, 70-2009- 2057-7.
- 22) Soderholm KJ, Shang SW. Molecular orientation of silane at the surface of colloidal silica. *J Dent Res* 1993; 72: 1050-1054.
- 23) Lim BS, Ferracane JL, Condon JR, Adey JD. Effect of filler fraction and filler surface treatment on wear of microfilled composites. *Dent Mater* 2002; 18: 1- 11.
- 24) Han L, Okamoto A, Fukushima M, Okiji T. Evaluation of Flowable Resin Composite Surfaces Eroded by Acidic and Alcoholic Drinks. *Dental Materials Journal* 2008; 27(3): 455-465.
- 25) Gurdal P, Akdeniz BG, Hakan Sen B. The effects of mouthrinses on microhardness and colour stability of aesthetic restorative materials. *J Oral Rehabil.* 2002 p;29(9):895-901.
- 26) Pereira SK, Müller AA, Boratto AC, Veiga PM. Avaliação da alteração de cor de resinas compostas em contato com soluções potencialmente corantes. *UEPG Biol Health Sci.* 2003;9(1):13-9.

- 27) ERTAŞ , E.; GÜ LER, A. U.; YÜ CEL, A. C.; KÖ PRÜ LÜ , H.; GÜ LER, E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dental Materials Journal*, v. 25, n. 2, p. 371-376, Jun 2006.
- 28) BAGHERI, R.; BURROW, M. F.; TYAS, M. Influence of food- simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *Journal of Dentistry*, v. 33, n. 5, p. 389- 398, Maio 2005.
- 29) BETSY, L. K. M.; AMBONI, R. D. M. .; PRATES, L. H. M.; BERTOLINO, J. R.; PIRES, A. T. . Influence of drinks on resin composite: Evaluation of degree of cure and color change parameter. *Polymer testing*, v. 26, n. 4, p. 438-444, Jun 2007.
- 30) CATELAN, A.; BRISO, ANDRÉ LUIZ FRAGA; SUNDFELD, RENATO HERMANN; GOIATO, M. C.; SANTOS, PAULO HENRIQUE DOS. Color stability of sealed composite resin restorative materials after ultraviolet artificial aging and immersion in staining solutions. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, v. 105, n. 4, p. 236- 241, Abr 2011.
- 31) ARDU, S.; BRAUT, V.; GUTEMBERG, D. *et al.* A long-term laboratory test on staining susceptibility of esthetic composite resin materials. *Quintessence International*, v. 41, n. 8, p. 695-702, Set 2010.
- 32) NASIM, I.; NEELAKANTAN, P.; SUJEER, R.; SUBBARAO, C. V. Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins--an in vitro study. *Journal of Dentistry*, v. 38 Suppl 2, p. e137-142, Mai 2010.
- 33) AGUIAR, F. H. B.; GEORGETTO, M. H.; SOARES, G. P. *et al.* Effect of different light-curing modes on degree of conversion, staining susceptibility and stain's retention using different beverages in a nanofilled composite resin. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, v. 23, n. 2, p. 106-114, Abr 2011.
- 34) SAMRA, A. P. B.; PEREIRA, S. K.; DELGADO, L. C.; BORGES, C. P. Color stability evaluation of aesthetic restorative materials. *Brazilian Oral Research*, v. 22, n. 3, p. 205-210, Set 2008.
- 35) RUYTER, I. E.; NILNER, K.; MOLLER, B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dental Materials*, v. 3, n. 5, p. 246-251, Out 1987.
- 36) VICHI, A.; FERRARI, M.; DAVIDSON, C. L. Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water aging. *Dental Materials*, v. 20, n. 6, p. 530-534, Jul 2004.
- 37) TOPCU, F. T.; SAHINKESEN, G.; YAMANEL, K. *et al.* Influence of different drinks on the colour stability of dental resin composites. *European Journal of Dentistry*, v. 3, n. 1, p. 50-56, Jan 2009.
- 38) BAGHERI, R.; BURROW, M. F.; TYAS, M. Influence of food- simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *Journal of Dentistry*, v. 33, n. 5, p. 389- 398, Maio 2005.
- 39) Furukawa K, Inai N, Tagami J. The effects of luting resin Bond to dentin on the strength of dentin supporte by inidirect resin composite. *Dent Mater*, 2002; 18: 136-142.



PAPER 2

5 - Paper 2

Evaluation of color inserted resin cements in different substances and pH

ABSTRACT

Objective: To assess whether there is a color change in four resin with different brands and compositions, which were immersed cements in six different substances with different pH levels.

Method: resin with different compositions (Rely X - Veneer, Rely-X U200, Multilink and Variolink Veneer) cements were selected 60 disks (6 x 2 mm) were made of each material, polished tip of tread rubber sole (Optrapol, Ivoclar Vivadent) for 30 s, immersed in distilled water for 24 h and divided into 6 subgroups (n = 10), according to the soaking solution: distilled water, cola, red wine, orange juice, whiskey and energy, at 37°C. The measurements of color, were made after the making and polishing of specimens for periods of 24 hrs and 7, 14 and 90 days of immersion in substances. The evaluation was performed with a spectrophotometer (Easyshade - Vita). Changing the color of each sample was obtained by calculating the ΔE , according to the formula: $\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$ and $\Delta L = L_{final} - L_{initial}$; $\Delta a = a_{final} - a_{initial}$ and $\Delta b = b_{final} - b_{initial}$. The mean values were used for statistical analysis. For statistical analysis, the ANOVA and multiple comparison test (Bonferroni) were used to identify which groups differ.

Results: The liquid that promoted the highest rate of color change was the wine. These data prevailed in all cements tested, from the 7th day of storage. The ΔE , has not changed for groups, which were immersed in water. In liquids like juice, soda, whiskey and energy had significant after 90 days of storage change. The group that had the lowest variation after 14 days was the resin cement Rely X Veneer-but without statistical difference.

Conclusion: The resin cements were influenced in color change due to: the composition, the immersed substances and the contact time with them. The wine was the main substance causing the color change of all liquid and the water which behaved in a more stable manner regardless of the cement and the storage period.

Keywords: Resin Cement. Color Acidic substance.

INTRODUCTION

The interface surface staining of ceramic restorations because of the presence of cements is related to the penetration of dyes contained in food (Domingues et.al., 2001). Baratieri (1992) also considers oral hygiene a major factor in color stability, since the presence of plaque and its products causes degradation of the resin cement, facilitating their pigmentation thereby affecting the patient's expectation.

Discoloration of resin materials is caused by intrinsic and extrinsic agents. Intrinsic factors are discoloration of the material itself, and the change of the resin matrix and the matrix interface and load. Resin-based bis-GMA cement, contributed to the improvement of methacrylate resin-based sealers. The development has improved the chemical polymerization shrinkage, mechanical strength and chemical stability (Guardal et al. 2002). The organic matrix with superior chemistry (TEG-DMA), improvements in handling properties, the use of filler particles softer, smaller and adhesion systems to dental tissues came to establish the esthetic resin cements as luting agent (Villata et al. 2006).

Despite these improvements, there are still shortcomings with the degradation and color instability, changes the color of these cements can be aggravated by the roughness, microhardness and extrinsic factors (Pereira et al. 2003). The intensity of pigmentation varies with the immersion solution, its pH, frequency of intake and time in contact with the material. This being influenced by organic and inorganic material composition, cementation technique and finishing / polishing of exposed edges of the cement (CELIK, Cigdem et al, 2009;. REIS et al, 2003;. VILLALTA et al, 2006.).

The aim of this study was the evaluation of the four-color resin cements when submitted to immersion in six different controlled substances with pH and different time periods.

MATERIALS AND METHODS

The specimens were fabricated using metallic molds with 6 mm inner diameter and 2 mm thick. The arrays were placed on a strip of polyester and glass plate 20 mm thick. Immediately after the manipulation, the cements were placed into the arrays and the assembly was placed another polyester matrix and a glass slide, pressure being such as to vent the excess material and allow to obtain a flat surface. The specimens were photo-activated given time by the manufacturer with LED curing light (Translux ® Power Blue ®, Heraeus Kulzer, Hanau, Germany), with irradiance of 800 mW/cm², measured by radiometer RD-7 (Ecel, Ribeirão Preto, Brazil). The bodies-specimens were finished and polished with a polishing system in cup shape, one step (Optrapol, Ivoclar Vivadent) for 30 seconds, under refrigeration. This maneuver allowed the surface layer of uncured material were removed before measurement. After the 24 hour immersion in distilled water at 37°C the specimen were immediately measured for color evaluation. Then inserted into six substances with different pH (Table 1), for periods of 24 hours and 7, 14 and 90 days. Data collection was conducted through a spectrophotometer (Easyshade - Vita) in four resin cements (Table 2).

With the spectrophotometer values were recorded L *, a * and b * of the CIELab scale for each specimen; L * indicates the coordinated achromatic or brightness of the object with values from 0 (absolute black) to 100 (absolute white). The axes a * and b * indicate chromaticity coordinates, the a * axis represents the amount of red (positive a *) or green (negative a *). The b * axis represents the amount of yellow (positive b *) and blue (negative b *).

To standardize the measurement of local color and the ambient light does not interfere with the measurement of color, was made a guide silicone involving the specimen, showing circular 6 mm in diameter niche compatible with the tip of the spectrophotometer and the size of specimen.

Changing the color of each sample was obtained by calculating the ΔE , according to the formula: $\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$ and $\Delta L = L_{final} - L_{inicial}$; $\Delta a = a_{after} - a_{initial}$ and $\Delta b = b_{final} - b_{initial}$. The mean values were used for statistical analysis. Comparison of the values of E is more significant than the individual values of L *, a *, b * (YANNIKAKIS et al., 1998).

RESULTS

The analysis of the color change was constituted by values of the chromatic axes L^* , a^* and b^* of resin cements (Rely X - Veneer, Rely-X U200, Multilink and Variolink Veneer) stored in 6 substances (distilled water, soda cola, red wine, orange juice, whiskey, energy) and evaluated in 4 periods (24 hours of immersion in distilled water, 7, 14 and 90 days of immersion in substances). The values of the chromatic axes were used to calculate ΔE by formula $\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$. The ΔE values were used to evaluate the color change of the cements.

The analysis of variance for repeated measures showed that there are statistically significant differences when comparing the time points assessed. The ANOVA test, with two criteria, indicated that no statistical difference between resin cements and substances. Because there is a statistical difference in the main test, it was necessary to apply multiple comparison test (Bonferroni) to identify which groups differ. Table 1 presents the descriptive analysis of the color change.

Observe that, from seven days of immersion, there was a statistical difference between groups Rely-X Veneer, Multilink and Variolink Veneer, immersed in the wine group. And these data also prevailed for periods of 14 and 90 days of immersion for all cement. The wine was the substance that caused greater discoloration of resin-based cements. The immersion in water did not increase in ΔE in resin cements, only after 90 days. In the group of the 90 days of immersion the ΔE , obtained statistical difference for all cements especially when dipped in wine. (Chart 1).

Statistical differences were observed, the color change between the time periods for all groups tested. Yet it is perceived in the resin cement Rely X Veneer-that there was an increase in the value of ΔE for the period 14 days to 90 days, with no statistical difference, except for the group stored in wine, which has remained stable since the seventh day storage.

In Multilink resin cement, it is noted that there was an increase in ΔE with the passage of time, except water stored in the group, which remained stable with increasing storage time and wine, the greatest change color during this time. Being considered, the resin cement with greater color change, this study (Figure 3).

In Variolink Veneer, there was an increase in ΔE over time, except for the periods stored in water, orange juice, whiskey, coke and energy which remained stable up to 14 days. (Chart 4).

DISCUSSION

The cementing agents had in recent times, an improvement in the mechanical, physical and optical properties mainly in their properties and can be used in a range of situations in everyday clínico¹. Despite displaying all of these properties, there are flaws and limitations, the main factor changing the cor.^{1, 26}

The factor of greatest importance in this color change of resin cements, occurs in the degree of conversion, which is directly linked to the effectiveness of the healing process of cimentos.^{5, 13,16,19} It can generate a fault in the degree of conversion of polymer, the unreacted oxidizing components, generating a greater absorption of water by changing color original.^{5, 22.25}

Immersion in water changes the values of Lab * and ΔE . But we can analyze in this study that this change did not occur, and when it occurred was not noticeable to the human eye. The humans observe the lightness (L *) more clearly because the rods (cells responsible for vision), can see in black and white much more efficiently than when compared to cones (cells responsible for color vision). Since any loss of light intensity color stability is alterada.^{7, 23, 30}

In the first week of immersion of specimens in the substances, noticed a more intense alteration that was growing for 14 days and extrapolated within 90 days. This was due to the gain in molecular mass from 7 days imersão.²²

The color change of composite resin cement and immersed in coffee for a period of 24 hours, corresponds to the consumption of + / -3.2 cups per day for 30 days. And 15 days of immersion in vitro, corresponding to approximately 12 months and 90 days to 6 years in vivo.⁵

The color change occurs in the resin matrix by absorbing água^{5 8.9}. This change only occurs at the interface between the matrix and the filler, because of its high sensitivity absorption água^{5, 7}. This degradation by hydrolysis changes the refraction of light by changing color due to the aging of the interface matrix and carga.^{22, 24,25}

Resin based cements dimethacrylate, absorbs more water due to the presence of TEGMA compared to systems with UDMA. The particles UDMA has a greater color stability when compared to cement that has in its formulation BISGMA because it promotes the decrease in water absorption, limiting the entry of pigment. The explanation for this is that the BISEMA generated from the ethoxylation, becomes more hydrophobic monomer than BISGMA, this occurs because it removes 2 hydroxyls of composição^{13, 16:19}. The presence of TEGDMA may be responsible for the high water absorption therefore a higher color change. ^{22,23,30}

Cements containing in its formulation, and UDMA monomers BISGMA, had higher rates of color change. This is due to the presence of cycloaliphatic dimethacrylate and bisphenol A dimethacrylate proxilado, which are the intermediaries of the color change. These changes were

more severe from the seventh day of storage. This is explained by the interaction between the liquid and resin cements, promoting greater penetration. This penetration of the liquid pigments is due to pH, frequency of ingestion and remained in contact.22, 25,27,29

All resin cement (Rely-X U200, Variolink Veneer, Multilink and Rely-X Veneer) remained stable until the 14th day of immersion, except for wine where from the 7th day already shown with color change. Net other changes were from the 14th day, being unstable in long storage period with acidic substances (90 days). The liquid in the lowest color change from all resin cements, along the storage period was water destilada.16, 17,18,21

According to the results, the wine was what got more color change in resin cements. This is due to the presence of tannin in red wines, showing strong staining index. The pigments of grape along with the presence of alcohol, to promote cause softening of surface penetration assisting in líquido.16, 25,28,29

Changes in vivo, are slower to occur due to dilution with saliva, the temperature of liquids, food cake, amount of intake and the polishing action generated by brushing diária.17

CONCLUSIONS

From the results of this in vitro study, it can be concluded that the resin cements were influenced in color change due to: the composition, the immersed substances and the contact time with them.

The wine was the main substance causing the color change of all liquid and the water which behaved in a more stable manner regardless of the cement and the storage period.

TABLES

Table 1

Substance	Brand / Country	pH
Dentiled water		7,0
Coke	Coke, Brasil	2,31
Wine	Carbnet Sauvignon, Santon Classic, Brazil	3,52
Orange Juice	Laranja Caseira Del Valle +, Brazil	3,49
Whisky	Johnni Walker Red Label, Escóci	3,94
Energy Drink	Red Bull, Áustria	3,30

Table 1 - Substances used in the study and their pH.

Table 2

RC	Color	Composition	% Vol.	Weight	Cure
Rely - X Veneer	A1	BisGMA – TEGDMA. Zircônia/silica	67,5%	+/- 1,5 µm	20s
Rely-X U200	A2	BisGMA – TEGDMA.	56,7%	+/- 1,7 µm	20s
Multilink	A1	BisGMA – Bis-Hema - etoxilado, UDMA e HEMA	61,2%	+/- 2,0 µm	20s
Variolink Veneer	A1	BisGMA – TEGDMA e HEMA	57,9%	+/- 1,8 µm	20s

Table 2 - Cement used and its composition.

Resin Cement	Substance	Time			
		24 hours	7 days	14 days	90 days
Relv-X U200	Water	2,93±0,47 Aa	3,04±0,84 Aa	4,71±1,08 Ab	8,97±2,47 Ba
	Coke	2,81±1,20 Aa	3,62±0,71 Aa	7,71±0,89 Ab	21,22±1,43CDa
	Wine	4,58±0,94 ABa	6,16±0,83 Aa	15,18±2,2 Aa	48,1±4,01CDa
	Juice	2,98±0,87 Aa	3,21±0,28 Aa	3,76±0,81 Ab	14,48±1,33 Ba
	Whisky	3,71±0,51 ABa	3,84±0,81 Aa	3,92±0,90 Ab	16,31±0,99 Ba
	Energy	3,82±0,46 Ba	3,49±0,84 Bb	4,30±0,83 Aa	18,75±1,21ABa
Relv-X Veneer	Water	2,43±0,88 Aa	2,86±0,51 ACab	3,21±0,51 Ab	8,93±1,33ACa
	Coke	1,98±0,64 Ba	2,44±1,19 ACab	4,02±1,19 ACb	15,93±1,87 ACb
	Wine	2,95±0,41 ABa	12,08±1,53 Bb	28,44±2,24 Aa	73,93±4,39 CDa
	Juice	1,29±0,54 Ba	3,02±1,24 Ab	4,35±0,77 Aab	16,93±1,01 ACb
	Whisky	1,57±0,76 Ba	2,93±0,78 Aa	7,91±0,84 Aab	14,2±0,93 Aab
	Energy	1,09±0,44 Ba	3,09±0,62 Ab	4,38±0,68 ACa	15,4±0,97 ACa
Multilink	Water	1,32±0,47 Aa	1,45±0,81 Aa	1,94±0,69 CDa	6,42±0,49 ACb
	Coke	1,19±0,65 Aa	3,44±1,03 Aab	5,87±1,20 Aa	15,35±1,34 ACb
	Wine	1,84±0,91 ABa	17,34±1,89 Bb	48,4±2,29 Cc	74,9±4,47 CDa
	Juice	1,46±0,83 ABa	2,74±1,45 CDa	4,73±1,95 ACb	21,34±1,85 ACa
	Whisky	1,39±0,57 Aa	2,38±1,34 Ba	5,54±2,09 Cc	20,32±1,73 ACb
	Energy	1,45±0,78 Ba	3,49±1,65 Ba	4,35±2,30 Aab	15,89±1,44 ACa
Variolink Veneer	Water	2,31±0,69 ABa	2,39±0,61 Aa	1,89±0,68 ACa	6,89±0,89 ACa
	Coke	1,98±0,98 Aa	3,45±0,70 Aa	4,35±0,79 Aab	17,02±1,72 ACb
	Wine	1,35±1,63 Ba	7,31±1,94 Aab	26,89±2,44 Aab	55,9±4,12 CDa
	Juice	2,19±0,94 ACa	2,49±1,03 Aa	2,99±1,35 Aa	12,66±1,51 ACa
	Whisky	1,87±0,86 Aa	2,37±0,92 Aab	3,75±0,93 Aab	16,32±1,38 ACa
	Energy	1,39±1,84 Ba	3,02±1,34 Aa	5,32±0,89 Aa	15,13±1,27 ACa

FIGURES

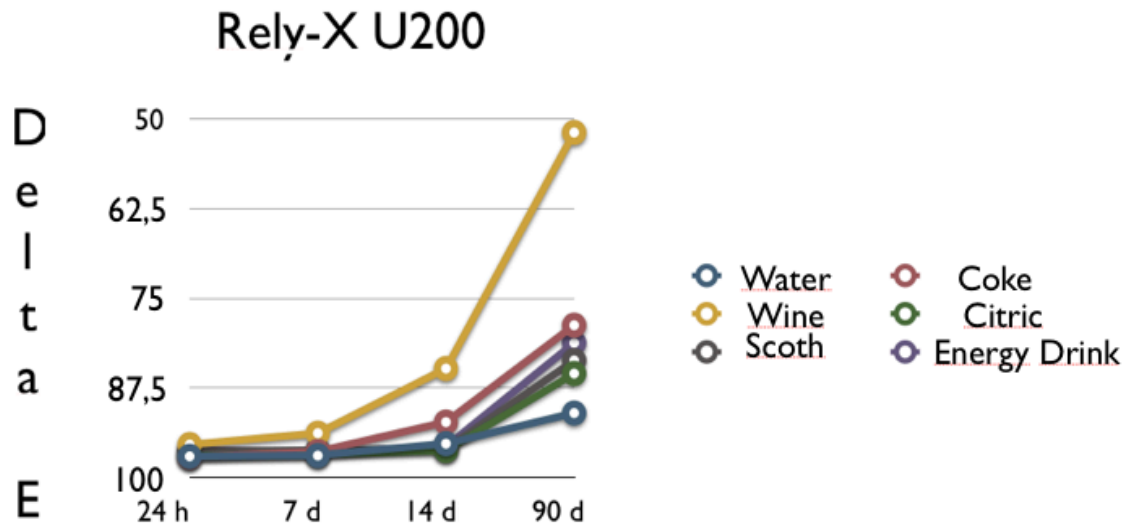


Figure 1 - Mean change in color of the resin cement Rely-X U200, immersed in different substances, in the four period evaluated.

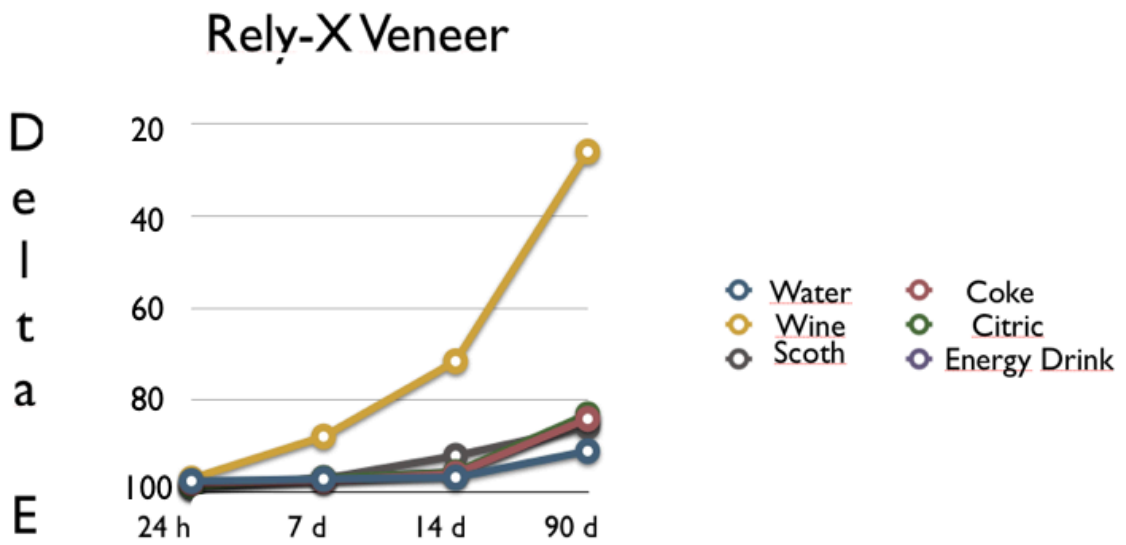


Figure 2 - Mean change in color of the resin cement Rely-X Veneer, immersed in different substances, in the four period evaluated.

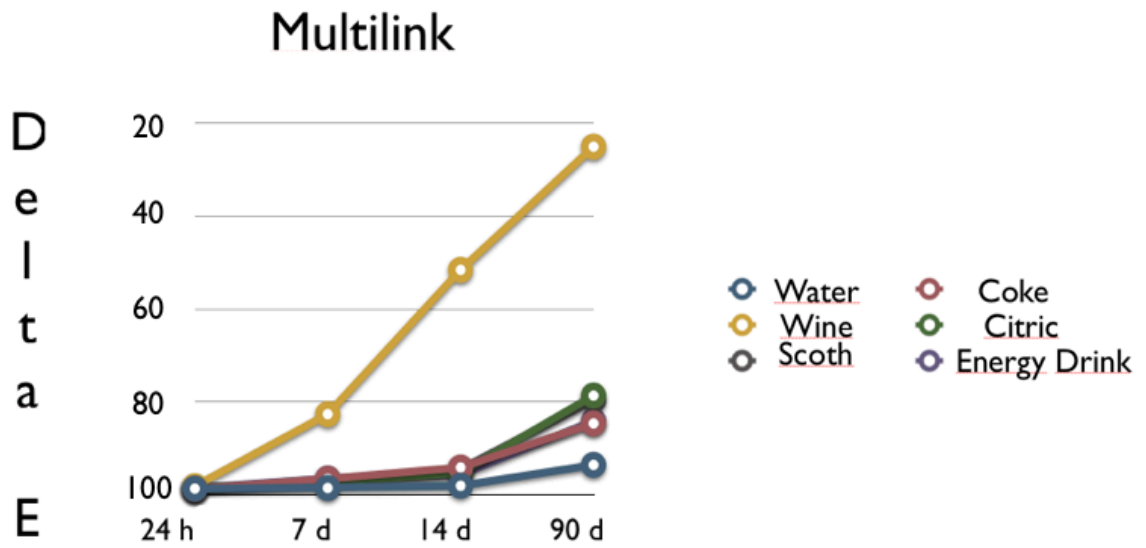


Figure 3 - Mean change in color of the resin cement Multilink, immersed in different substances, in the four period evaluated.

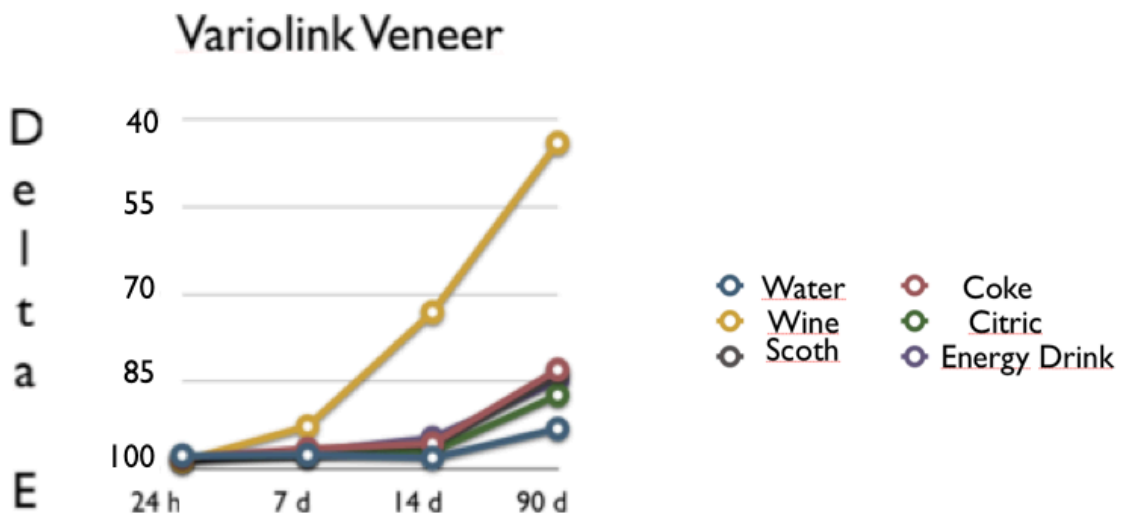


Figure 4 - Mean change in color of the resin cement Variolink Veneer, immersed in different substances, in the four period evaluated.

REFERENCES

- 1) ARDU, S.; BRAUT, V.; GUTEMBERG, D. *et al.* A long-term laboratory test on staining susceptibility of esthetic composite resin materials. *Quintessence International*, v. 41, n. 8, p. 695-702, Set 2010.
- 2) FUJITA, M.; KAWAKAMI, S.; NODA, M.; SANO, H. Color change of newly developed esthetic restorative material immersed in food- simulating solutions. *Dental Materials Journal*, v. 25, n. 2, p. 352-359, Jun 2006.
- 3) Wongkhantee S, Patanapiradej V, Maneenut C, Tantirojn D. Effect of acidic food and drinks on surface hardness of enamel, dentine, and tooth-colored filling materials. *J Dent* 2006; 34: 214-220.
- 4) NASIM, I.; NEELAKANTAN, P.; SUJEER, R.; SUBBARAO, C. V. Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins--an in vitro study. *Journal of Dentistry*, v. 38 Suppl 2, p. e137-142, Mai 2010.
- 5) AGUIAR, F. H. B.; GEORGETTO, M. H.; SOARES, G. P. *et al.* Effect of different light-curing modes on degree of conversion, staining susceptibility and stain's retention using different beverages in a nanofilled composite resin. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, v. 23, n. 2, p. 106-114, Abr 2011.
- 6) RUYTER, I. E.; NILNER, K.; MOLLER, B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dental Materials*, v. 3, n. 5, p. 246-251, Out 1987.
- 7) SAMRA, A. P. B.; PEREIRA, S. K.; DELGADO, L. C.; BORGES, C. P. Color stability evaluation of aesthetic restorative materials. *Brazilian Oral Research*, v. 22, n. 3, p. 205-210, Set 2008.
- 8) Neamat AB, Han L, Okamoto A, Iwaku M. Effect of alcoholic and low pH soft drinks on fluoride release from compomer. *J Esthet Dent* 2000; 12: 97-104.
- 9) RUTTERMANN, STEFAN; SUYOUN, K.; RAAB, W. H.-M.; JANDA, R. Effect of exposure time on the color stability of resin-based restorative materials when polymerized with quartz-tungsten halogen and LED light. *Clinical Oral Investigations*, v. 14, n. 5, p. 599-605, Out 2010.
- 10) Lim BS, Ferracane JL, Condon JR, Adey JD. Effect of filler fraction and filler surface treatment on wear of microfilled composites. *Dent Mater* 2002; 18: 1- 11.
- 11) Han L, Okamoto A, Fukushima M, Okiji T. Evaluation of Flowable Resin Composite Surfaces Eroded by Acidic and Alcoholic Drinks. *Dental Materials Journal* 2008; 27(3): 455-465.
- 12) Guardal P, Akdeniz BG, Hakan Sen B. The effects of mouthrinses on microhardness and colour stability of aesthetic restorative materials. *J Oral Rehabil.* 2002 p;29(9):895-901.
- 13) Pereira SK, Muller AA, Boratto AC, Veiga PM. Avaliação da alteração de cor de resinas compostas em contato com soluções potencialmente corantes. *UEPG Biol Health Sci.* 2003;9(1):13-9.
- 14) ERTAS, E.; GULER, A. U.; YUCEL, A. C.; KOPRULU, H.; GULER, E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dental Materials Journal*, v. 25, n. 2, p. 371-376, Jun 2006.
- 15) BAGHERI, R.; BURROW, M. F.; TYAS, M. Influence of food- simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *Journal of Dentistry*, v. 33, n. 5, p. 389- 398, Maio 2005.
- 16) BETSY, L. K. M.; AMBONI, R. D. M. .; PRATES, L. H. M.; BERTOLINO, J. R.; PIRES, A. T. . Influence of drinks on resin composite: Evaluation of degree of cure and color change parameter. *Polymer testing*, v. 26, n. 4, p. 438-444, Jun 2007.

- 17) CATELAN, A.; BRISO, ANDRÉ LUIZ FRAGA; SUNDFELD, RENATO HERMANN; GOIATO, M. C.; SANTOS, PAULO HENRIQUE DOS. Color stability of sealed composite resin restorative materials after ultraviolet artificial aging and immersion in staining solutions. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, v. 105, n. 4, p. 236-241, Abr 2011.
- 18) ARDU, S.; BRAUT, V.; GUTEMBERG, D. *et al.* A long-term laboratory test on staining susceptibility of esthetic composite resin materials. *Quintessence International*, v. 41, n. 8, p. 695-702, Set 2010.
- 19) NASIM, I.; NEELAKANTAN, P.; SUJEER, R.; SUBBARAO, C. V. Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins--an in vitro study. *Journal of Dentistry*, v. 38 Suppl 2, p. e137-142, Mai 2010.
- 20) AGUIAR, F. H. B.; GEORGETTO, M. H.; SOARES, G. P. *et al.* Effect of different light-curing modes on degree of conversion, staining susceptibility and stain's retention using different beverages in a nanofilled composite resin. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, v. 23, n. 2, p. 106-114, Abr 2011.
- 21) SAMRA, A. P. B.; PEREIRA, S. K.; DELGADO, L. C.; BORGES, C. P. Color stability evaluation of aesthetic restorative materials. *Brazilian Oral Research*, v. 22, n. 3, p. 205-210, Set 2008.
- 22) RUYTER, I. E.; NILNER, K.; MOLLER, B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dental Materials*, v. 3, n. 5, p. 246-251, Out 1987.
- 23) VICHI, A.; FERRARI, M.; DAVIDSON, C. L. Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water aging. *Dental Materials*, v. 20, n. 6, p. 530-534, Jul 2004.
- 24) TOPCU, F. T.; SAHINKESEN, G.; YAMANEL, K. *et al.* Influence of different drinks on the colour stability of dental resin composites. *European Journal of Dentistry*, v. 3, n. 1, p. 50-56, Jan 2009.
- 25) BAGHERI, R.; BURROW, M. F.; TYAS, M. Influence of food- simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *Journal of Dentistry*, v. 33, n. 5, p. 389-398, Maio 2005.
- 26) Furukawa K, Inai N, Tagami J. The effects of luting resin Bond to dentin on the strength of dentin supporte by inidirect resin composite. *Dent Mater*, 2002; 18: 136-142.
- 27) YANNIKAKIS, S. A.; ZISSIS, A. J.; POLYZOIS, G. L.; CARONI, C. Color stability of provisional resin restorative materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, v. 80, n. 5, p. 533-539, Nov 1998.
- 28) DOMINGOS, P. A. DOS S.; GARCIA, P. P. N. S.; OLIVEIRA, A. L. B. M. DE; PALMA-DIBB, R. G. Composite resin color stability: influence of light sources and immersion media. *Journal of Applied Oral Science*, v. 19, n. 3, p. 204-211, Jun 2011.
- 29) BARATIERI, L. N.; RITTER, A. V.; ANDRADA, M. A. C. Como melhorar o desempenho das restaurações? In: FELLER, C.; BOTTINO, M. A. *Atualização na Clínica Odontológica: a práica da clínica geral*. 16. ed. São Paulo: Artes Médicas, 1994. p.33-60.
- 30) GULER, A. U.; GULER, E.; YUCEL, A. C.; ERTAŞ , E. Effects of polishing procedures on color stability of composite resins. *Journal of Applied Oral Science*, v. 17, n. 2, p. 108-112, Abr 2009.