



MARCOS AURELIO BOMFIM DA SILVA

“Influência de bebidas ácidas e alcoólicas sobre
as propriedades físicas e mecânicas de resinas
compostas”

PIRACICABA
2013



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

MARCOS AURELIO BOMFIM DA SILVA

**“Influência de bebidas ácidas e alcoólicas sobre
as propriedades físicas e mecânicas de resinas
compostas”**

Orientador: Prof. Dr. Rafael Leonardo Xediek Consani

TESE DE DOUTORADO APRESENTADA À
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA,
DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS,
PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE DOUTOR EM
MATERIAIS DENTÁRIOS.

Este exemplar corresponde à versão final da Tese
defendida pelo aluno Marcos Aurélio Bomfim da Silva
orientada pelo Prof. Dr. Rafael Leonardo Xediek Consani.

PIRACICABA
2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
JOSIDELMA F COSTA DE SOUZA – CRB8/5894 - BIBLIOTECA DA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA DA UNICAMP

Si38i Silva, Marcos Aurelio Bomfim da, 1983-
Influência de bebidas ácidas e alcoólicas sobre as
propriedades físicas e mecânicas de resinas compostas / Marcos
Aurelio Bomfim da Silva. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2013.

Orientador: Rafael Leonardo Xediek Consani.
Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas,
Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Materiais dentários. 2. Rugosidade. 3. Dureza. I. Consani,
Rafael Leonardo Xediek, 1974- II. Universidade Estadual de
Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Informações para a Biblioteca Digital

Título em Inglês: Influence of acidic and alcoholic beverages on the physical
and mechanical properties of composite resins

Palavras-chave em Inglês:

Dental materials

Roughness

Microhardness

Área de concentração: Materiais Dentários

Titulação: Doutor em Materiais Dentários

Banca examinadora:

Rafael Leonardo Xediek Consani [Orientador]

José Maurício dos Santos Nunes Reis

Andréia Bolzan de Paula

Mateus Bertolini Fernandes dos Santos

Murilo Baena Lopes

Data da defesa: 17-01-2013

Programa de Pós-Graduação: Materiais Dentários



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Odontologia de Piracicaba



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de Doutorado, em sessão pública realizada em 17 de Janeiro de 2013, considerou o candidato MARCOS AURELIO BOMFIM DA SILVA aprovado.

Prof. Dr. RAFAEL LEONARDO XEDIEK CONSANI

Prof. Dr. JOSÉ MAURÍCIO DOS SANTOS NUNES REIS

Profa. Dra. ANDRÉIA BOLZAN DE PAULA

Prof. Dr. MATEUS BERTOLINI FERNANDES DOS SANTOS

Prof. Dr. MURILO BAENA LOPES

DEDICO ESTE TRABALHO

A **Deus**, por guiar meus passos, me ajudar a superar cada obstáculo dessa caminhada e ainda com minhas falhas, me ajudar a chegar até aqui.

Aos meus pais **Aurélio e Maria**, que desde o meu nascimento empenharam-se na minha educação e me mostraram o caminho certo. A vocês devo a vida e a minha formação moral. Meu reconhecimento e eterna gratidão pela paciência, compreensão e apoio constante. Vocês são os meus verdadeiros mestres!

À minha irmã **Alyne**, pela torcida, apoio e carinho.

À minha esposa **Taciane**, pelo carinho, apoio e principalmente pela confiança depositada em mim durante esta fase da minha vida.

Ao meu filho **Pedro**, fonte de felicidade, amor e energia.

À minha família, pelo amor e apoio incondicional.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao **Prof. Dr. Rafael Leonardo Xediek Consani**, Adjunto da Área Prótese Total do Departamento de Prótese e Periodontia, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas, pela competente orientação deste trabalho e ótimo convívio. Agradeço, ainda, ao incentivo à paciência durante esta jornada.

Ao **Prof. Dr. Simonides Consani**, Titular da Área de Materiais Dentários do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas, pelo exemplo de mestre e pelos ensinamentos transmitidos.

Ao **Prof. Dr. Mário Alexandre Coelho Sinhoretti**, Titular da Área de Materiais Dentários do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas, pelos ensinamentos transmitidos durante o período de estágio docência (PED) e pelo convívio e amizade.

AGRADECIMENTOS

À direção da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas, na pessoa do seu diretor Prof. **Dr. Jacks Jorge Junior** e do diretor associado **Prof. Dr. Alexandre Augusto Zaia**.

À Profa. **Dra. Renata Cunha Matheus Rodrigues Garcia**, Coordenadora Geral dos Cursos de Pós-Graduação e **Prof. Dr. Marcelo Giannini**, Coordenador do Programa de Pós-Graduação da Área de Materiais Dentários.

Ao **Prof. Dr. Lourenço Correr Sobrinho**, Titular da área de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas, pelos ensinamentos.

Ao **Prof. Dr. Mario Fernando de Goes**, Titular da Área de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas, pelos conhecimentos científicos transmitidos.

Ao **Prof Dr. Américo Correr Bortolazzo**, pelos ensinamentos passados durante esta jornada.

Ao **Prof. Dr. José Ivo Limeira dos Reis** e à **Prof. Dra. Lucineide de Melo Santos**, Adjuntos da Área de Dentística do Departamento de Odontologia Restauradora, da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Alagoas, pela inestimável ajuda e apoio no auxílio do meu crescimento humano e acadêmico desde a minha graduação até hoje.

Ao **Prof. Dr. José Ginaldo da Silva Júnior**, Professor do Instituto Federal de Alagoas, pelo grande incentivo para entrada na área acadêmica e **Prof. Dr. Josealdo Tonholo**, Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal de Alagoas.

Aos meus irmãos **Guilherme, Lucas e João**, pela grande amizade e momentos de alegria em Araraquara.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)**, pelo suporte financeiro na concessão da bolsa de estudo.

Ao Engenheiro **Marcos Blanco Cangiani e Sra. Selma Aparecida Barbosa Segalla**, pela presteza, colaboração nos momentos difíceis e descontração.

Aos meus amigos **Aloísio, Vitti, Guilherme, Mateus, Ataís, Ceará e Ailla**, pela agradável convivência.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Materiais Dentários, **Ana Paula, Ariene, Karla, Luciano, Renata, Gislaine, Giovana, Isadora, Ravana, Tatiane, Roberta, Andreia, Fabiana, César e Carlos**, pela amizade e cordial convívio.

Ao **Gledson**, aluno no curso de graduação em Química da Universidade Federal de Alagoas pela ajuda na execução deste trabalho.

As demais pessoas que de alguma forma contribuíram para que este trabalho fosse realidade.

Meu sincera reconhecimento.

Os objetivos nesta tese, composta por 2 capítulos, foram: (1) avaliar a rugosidade de superfície, microdureza e microinfiltração marginal de uma resina composta nanoparticulada quando submetida à degradação em soluções ácidas e (2) avaliar a influência de soluções alcoólicas sobre a rugosidade e dureza de superfície de resinas compostas microparticulada, microhíbrida e nanoparticulada. No capítulo 1, foram preparadas 60 cavidades na face vestibular de incisivos bovinos, restauradas com resina de nanopartículas Filtek Z350 XT (3M/ESPE). Os dentes foram separados em três grupos de tratamento (n = 20): A (controle) - imersão em saliva artificial durante 30 dias; B - Imersão em café por 15 min (3x/dia), durante 30 dias, e C - imersão em Coca-cola[®] por 15 min (3x/dia), durante 30 dias. Após os períodos de imersão, os espécimes foram analisados quanto à microdureza em microdurômetro com edentador tipo Knoop, rugosidade de superfície em microscópio de força atômica e microinfiltração marginal com penetração de corantes quando submetidos à ciclagem térmica e mecânica. A rugosidade de superfície e microdureza foram submetidas à análise de variância (ANOVA) seguida pelo teste- t com nível de significância de 5% e a microinfiltração marginal ao teste de Mann-Whitney, em nível de significância de 5%. O Grupo A apresentou a menor rugosidade de superfície e a maior média de microdureza quando imerso em saliva artificial. O Grupo C apresentou maiores índices de microinfiltração e redução da microdureza quando imerso em Coca-cola[®]. Concluiu-se que a imersão em café e Coca-cola[®] alterou a rugosidade da superfície e aumentou a infiltração nas restaurações. No capítulo 2, foram selecionadas três resinas compostas (Durafill/Kulzer, Z250 (3M/ESPE) e Z350 XT (3M/ESPE). Foram confeccionados 120 espécimes de cada material com 6 mm de

diâmetro por 2 mm de espessura. Os espécimes foram analisados quanto à microdureza e rugosidade de superfície semelhante ao descrito no Capítulo 1. Os espécimes foram separados aleatoriamente em quatro grupos (n= 30) de acordo com as soluções ensaiadas: G1- Saliva artificial; G2 – Cerveja/Heineken; G3 – Vodka/Absolut; G4 – Whisky/Johnnie Walker Red Label. As ciclagens de imersão ocorriam por 15 min (3x/dia), durante 30 dias. O teste de rugosidade de superfície e microdureza foram repetidos aos 30 dias de imersão. Os valores obtidos de rugosidade e microdureza foram submetidos ao teste paramétrico de ANOVA complementado pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$). Os resultados de rugosidade de superfície revelaram que as resinas compostas apresentaram aumento de rugosidade após 30 dias de imersão em cerveja, vodka e whisky. Houve redução significativa na microdureza das resinas compostas após a imersão nas soluções alcoólicas no período de 30 dias, sendo maior para a resina composta Durafill. Com base nos resultados obtidos pôde-se concluir que as soluções ácidas e alcoólicas exerceram influência negativa sobre a rugosidade e microdureza de superfície das resinas compostas.

Palavras-chaves: Microdureza, rugosidade de superfície, microinfiltração, bebidas alcoólicas, bebida ácidas.

ABSTRACT

The objectives of this study were to: (1) evaluate the surface roughness, hardness and microleakage of nanoparticle composite resin when subjected to degradation in acidic solutions and (2) evaluate the influence of alcoholic solutions on the roughness and surface hardness of microparticulate, microhybrid and nanoparticulate composite resin. In chapter 1, sixty cavities were prepared on the buccal surface of bovine incisors restored with composite resin Filtek Z350 XT (3M/ESPE). The teeth were divided into three treatment groups (n = 20): A (control) - immersion in artificial saliva for 30 days; B - immersion in coffee for 15 min (3 times daily) for 30 days, and C - immersion in Coca-cola ® for 15 min (3 times daily) for 30 days. After the periods of immersion, the specimens were analyzed for Knoop microhardness, surface roughness by atomic force microscope and microleakage with dye penetration when subjected to thermal and mechanical cycling. The surface roughness and microhardness were subjected to analysis of variance (ANOVA) followed by t-test with a significance level of 5%. The data of microleakage was evaluated by Mann-Whitney test at a significance level of 5%. Group A showed a lower surface roughness and higher average microhardness. Group C had higher rates of reduction of microleakage and microhardness. It was concluded that immersion in coffee and coca-cola ® altered surface roughness and increased infiltration in restorations. In Chapter 2, we selected three composites (Durafill/Kulzer, Z250 (3M/ESPE) Z350 XT (3M/ESPE). 120 specimens were prepared for each material with 6 mm diameter by 2 mm thick. The specimens were analyzed for hardness and surface roughness similar to that described in Chapter 1. The specimens were randomly divided into four groups (n = 30) according to the tested solutions: Artificial Saliva-G1, G2 - Beer / Heineken; G3 - Vodka / Absolut; G4 - Whisky / Johnnie Walker Red Label. The solutions were changed by 3x daily for 30 days. The test of surface roughness and microhardness

were repeated at 30 days of immersion. The values of roughness and hardness were tested using parametric ANOVA complemented by Tukey test (5%). The results of surface roughness showed that the composites showed an increase in roughness was statistically significant after 30 days for beer and whiskey. The results showed that the surface microhardness decreased significantly for the composites after immersion in alcoholic solutions within 30 days, being higher for the composite Durafill. Based on the obtained results it can be concluded that the acid solutions and alcoholic exerted negative influence on the roughness and surface microhardness of composite resins.

Keywords: Microhardness, surface roughness, microleakage, alcoholic beverages, acid beverages.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	01
CAPÍTULO 1: Influence of different solutions on the microleakage, surface roughness and microharness of dental composite.....	05
CAPÍTULO 2: Efeito da imersão em diferentes bebidas alcoólicas sobre rugosidade e microdureza de resinas compostas.....	24
CONCLUSÃO GERAL	42
REFERÊNCIAS.....	43
APÊNDICE.....	45
ANEXOS.....	52

INTRODUÇÃO

A estética sempre foi uma das preocupações da odontologia restauradora. As restaurações, com passar do tempo, tendem a sofrer alterações. Sabe-se que a longevidade das restaurações depende da durabilidade dos materiais e da manutenção de suas propriedades, tais como resistência ao desgaste, integridade da interface dente/restauração, dureza e rugosidade de superfície (Moszner *et al.*, 2006).

A maioria das resinas compostas comercialmente disponíveis está baseada na combinação do bisfenol A glicidil dimetacrilato (Bis-GMA) com o trietileno glicol dimetacrilato (TEGDMA). A presença dos grupamentos OH na molécula de Bis-GMA é a principal responsável pela característica de absorção de água e conseqüentemente solubilidade das resinas compostas. A absorção da água por meio da hidroxila produz amolecimento do polímero e conseqüente redução das propriedades químicas e mecânicas. (Moszner *et al.*, 2006; Soares *et al.*, 2007). A substituição dos grupos hidroxilas (OH-) por grupos metílicos (CH₃ Bis-GMA) para produzir uma molécula (Bis-EMA) com maior peso molecular e menor viscosidade em relação ao monômero Bis-GMA, tem sido sugerida para produzir resinas compostas com menor degradação aos solventes, reduzida absorção de água, menor contração de polimerização e maior durabilidade clínica (Palin *et al.*, 2005; Ferracane, 2006).

As partículas inorgânicas compõem a maior parte da resina composta e podem ser de quartzo, sílica coloidal, vidros de bário ou estrôncio e zircônia/sílica. As partículas inorgânicas conferem à resina composta aumento das propriedades físicas e mecânicas. Com relação ao tamanho das partículas de carga, as resinas compostas são classificadas como microparticuladas (tipicamente sílica, <0,1 µm), híbridas ou microhíbridas (combinação de partículas com tamanho médio de 1 µm

e outras menores que 0,1 μm) e as nanoparticuladas medindo de 20 a 75 nm. (Rueggeberg, 2002; Puckett *et al.*, 2007).

Muitos trabalhos têm sido realizados para responder as perguntas que surgem na clínica odontológica, tanto por parte dos pacientes quanto pelos cirurgiões dentistas. Dentre elas, o efeito da dieta sobre as restaurações de resina composta (Bagheri *et al.*, 2005, da Silva *et al.*, 2011). Qualquer que seja o efeito da dieta, a composição da resina composta e seu grau de conversão devem garantir resistência ao material restaurador à ação de solventes no meio bucal. Porém, o efeito da dieta pode afetar as condições da superfície, tais como microdureza, resistência ao desgaste, alteração de cor, sorção de água e, em longo prazo, também pode interferir na resistência à fratura do material, comprometendo, a durabilidade da restauração (Ferracane, 1996; Ferracane, 2006). Por outro lado, a textura superficial, brilho e cor estão entre os fatores mais importantes que determinam o efeito estético das restaurações de resina composta (Silikas *et al.*, 2005; Kakaboura *et al.*, 2007). Nesse sentido, o pH do meio bucal e o tempo de contato com a solução têm alta influência no princípio e nível de degradação da superfície da restauração.

Mesmo com o desenvolvimento tecnológico e considerável melhora das propriedades das resinas compostas, a degradação do material ainda preocupa os profissionais, particularmente em relação ao desgaste em áreas de grande tensão funcional (Prakki *et al.*, 2005). Assim, bebidas ácidas como refrigerantes e sucos ou bebidas alcoólicas podem produzir erosão da superfície de resinas compostas (Kakaboura *et al.*, 2007). Portanto, a degradação da superfície desses materiais está relacionada com o conteúdo e distribuição das cargas, tipo de matriz orgânica da resina e presença do silano na superfície das cargas (Lee *et al.*, 1994).

Segundo Rodrigues (2010), o Brasil é o terceiro maior mercado da Coca-cola® do mundo e estima-se que o consumo anual seja de 12 milhões de litros. Os componentes mais comum dessa bebida são carbonatos de cola, ácido fosfórico em conjunto com ácido de frutas, predominantemente o ácido cítrico e maléico

(Kakaboura *et al.*, 2007). Outra bebida bastante consumida no Brasil e no mundo é o café com pH ácido.

Segundo o último relatório da Organização Mundial da Saúde (OMS) sobre álcool, o Brasil está entre os países com aumento na ingestão de bebida alcoólica. Segundo a OMS seria considerado um consumidor moderado aquele homem que ingere menos que 21 unidades de álcool por semana e a mulher com menos de 14 unidades. As bebidas alcoólicas são classificadas em: fermentadas, destiladas e compostas. A cerveja é a bebida mais consumida pelos brasileiros, seguida por destilados e vinhos.

A alteração da lisura de superfície dos materiais resinosos pode ser justificada pela ação erosiva e deletéria de substâncias reativas e do pH ácido, que degradam a matriz resinosa e expõem as partículas inorgânicas (Souza *et al.*, 2005). Além disso, a presença de rugosidade na superfície dos materiais restauradores favorece a adesão bacteriana, assim como estagnação e colonização (Yamamoto *et al.*, 1996; Bollen *et al.*, 1997). Em Odontologia, o desgaste corrosivo está relacionado às reações químicas ocorridas na superfície das restaurações, tornando-as mais susceptíveis ao desgaste mecânico pelo atrito com o dente antagonista (Yip *et al.*, 2004).

Dessa forma o pH, teor alcoólico, tipo e concentração dos ácidos são fatores determinantes na capacidade erosiva das bebidas frente à crescente demanda de consumo. Assim, seria oportuno e necessário o estudo da ação dessas soluções sobre as propriedades de resinas compostas microparticuladas, microhíbridas e nanoparticuladas.

Os objetivos nesta tese¹, composta por dois capítulos, foram: 1- Avaliar o efeito de bebidas ácidas sobre a alteração de superfície, microdureza e microinfiltração marginal de uma resina composta nanoparticulada; 2- Avaliar o efeito das bebidas alcoólicas sobre a rugosidade, microdureza de superfície de diferentes tipos de resina composta.

¹ Esta tese foi apresentada no formato alternativo, de acordo com as normas estabelecidas pela Deliberação 002/06 da Comissão Central de Pós-Graduação da Universidade Estadual de Campinas.

CAPÍTULO 1

Influence of different solutions on the microleakage, surface roughness and microhardness of dental composite

The manuscript was submitted to publication in the Journal of Microscopy and Microanalysis.

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the effect of different solutions (Cola soft drink-CSD and coffee) on the superficial roughness, microhardness and microleakage of composite resin restorations. Sixty cavities were prepared on the vestibular surface of bovine incisors and restored with Filtek Z350 XT (3M/ESPE) nanoparticulate resin composite. The teeth were divided into three treatment groups ($n=20$): **A (control)** – Immersion in artificial saliva (AS) during 30 days; **B** – Immersion in coffee for 15 min (3x/day) during 30 days; and **C**– Immersion in CSD for 15 min (3x/day) during 30 days. After the periods of immersion, the specimens

were analyzed for surface roughness, microhardness and microleakage. The surface roughness and hardness data were subjected to analysis of variance (one-way ANOVA) followed by *t*-test with a 5% significance level and the microleakage data was submitted to Mann-Whitney test with a 5% significance level. Group A (roughness-GA_R) presented the lowest surface roughness mean. Group A (control) presented the highest microhardness mean and Group C (microleakage-GC_M) presented the highest microleakage mean. It was concluded that the immersion in CSD and Coffee alters the surface roughness and increase the microleakage of restorations. The CSD decrease the microhardness of restorations.

KEYWORDS: Composite Resin, Microleakage, Surface Roughness, Atomic Force Microscopy, Acid Beverages.

1. INTRODUCTION

Recently, there was an increase in consumption of artificially sweetened soft drinks, sports drinks, high-energy beverages and coffee products.(Colluci et al., 2009). Special attention has been given to the role of these drinks in the diet and in the etiology of resin composite degradation (Yesilyurt et al., 2009). Dental materials constantly subjected to chemical, thermal and mechanical interferences result in a constant process of intra-oral degradation (Schneider et al., 2008).

One of the most important properties to determine the durability of restorative materials in the mouth is the resistance to dissolution or disintegration (Nomoto and McCabe, 2001). The critical oral environment conditions, i.e., pH changes and humidity, may increase resin composite biodegradation over time (Söderholm *et al.*, 1984). It has been known for a long time that acidic food and drinks may soften dental hard tissues. This process may also deteriorate the mechanical properties of the material, and reduce the longevity of composite resin

restorations (Kakaboura et al., 2007).

Dental erosion is a result of mineral loss from the tooth surface due to a chemical process of acidic dissolution not involving acids of bacterial plaque origin. Dental erosion does not only affect the dental enamel. When reaching dentine it can cause hypersensitivity, or in severe cases, pulp exposure and even tooth fracture (Lussi *et al.*, 2004). Studies reported that acidic condition degraded glass ionomer cements, polyacid modified resin composites, and restorative composite (Nicholson *et al.* 1999).

There has always been a keen interest in the adaptation of dental restorative materials to the walls of cavities and the retentive ability of the material to seal the cavity against the ingress of oral fluids and microorganisms. Microleakage around dental restorative materials is a problem in clinical dentistry. Composite may exhibit reduced properties along time, which increases their susceptibility to wear and marginal microleakage when they are in contact with acid beverages (Yap *et al.*, 2000).

Therefore, the purpose of this study was to evaluate the influence of cola soft drinks and coffee on the microhardness surface roughness and marginal microleakage of nanoparticulate composite resin restorations.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 Selection and Preparation of the specimens

A total of sixty bovine incisors were used, free of stains, cracks and other defects visible under a magnifier at 4X magnification. The teeth were cleaned and stored in physiological saline solution at 37°C until the moment the cavities were prepared. The teeth were then sectioned 3 mm from the amelo-cement junction

using an IsoMet 1000 precision saw (Buehler, Lake Bluff, IL, USA).

To standardize the cavity preparations, the cavities were executed on the medial third of the vestibular surface of the incisors, using a high-speed, air-driven, water-cooled dental drill (Dabi Atlante, Ribeirao Preto, SP, Brazil) equipped with a diamond bur (KG Sorensen 1090, Barueri, SP, Brazil). A silicon cursor (Angelus, Londrina, PR, Brazil) was positioned 2 mm from the end of the bur's active tip to standardize the depth of the cavities. After the preparation, the cavities exhibited a rectangular shape measuring 6 mm in the medial-distal direction, 3 mm in the cervical-incisal direction, 2 mm in depth, and the cavosurface angle at enamel.

After preparing the cavities, the teeth were cut into blocks measuring approximately 1 cm². The lower surfaces of the blocks were sandpapered (600, 1200 grit) to render them parallel. The cavities were then cleaned using pumice stone/water and ultrasound.

The cavities were restored using 37% Super Etch phosphoric acid (SDI, Sao Paulo, SP, Brazil), Adper Single Bond 2 adhesive (3M/ESPE) and Filtek Z350 XT A3E (Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, TEGDMA, ZrO₂/SiO₂, nanoclusters 0.6–1.4 µm, SiO₂ nanomers, 5–20 nm filler size, N-248065BR batch number - 3M/ESPE St. Paul, MN, USA), according to the manufacturer's instructions. The composite resin was inserted into the cavity in a single increment and photoactivated for 40 seconds with a light-emitting diode-LED (Radii Plus, SDI, Victoria, Australia). The material was polymerized by applying the active tip of the curing unit directly on the restoration. The light output was constantly monitored by a radiometer with an average of 1200 mW/cm² (Demetron, Kerr Corp).

The specimens were then polished with Diamond PRO (2–4 µm) polishing discs (FGM, Joinville, SC, Brazil) and with polishing pads soaked in diamond paste (0.03 µm) and water, similar to clinical practice. Lastly, the specimens were cleaned in an ultrasonic vessel and dried at absorbent paper.

2.2 Cycling of the specimens

After preparing, the specimens were divided into 3 groups ($n = 20$). Each group was subjected to a 30-days treatment cycle, as described on the Table 1.

Table 1 - Treatment cycle of dental composite

Groups	Treatment cycle
GA	Immersion in artificial saliva during 30 days (Control group)
GB	immersion in coffee during 30 days, for 15 min, three times a day (morning, afternoon and night);
GC	Immersion in CSD during 30 days, for 15 min, three times a day (morning, afternoon and night).

The specimens were cleaned by sonication and dried with absorbent paper after the cycles in the solutions. This experiment used fourteen 600 mL bottles of cola soft drink (Coca-Cola) and a coffee solution (Pilão) prepared with 60 grams of powder to 600 ml of boiling water, whose composition is listed in Table 2. Before and after treatment immersion, each specimen was stored individually at 37°C in artificial saliva prepared by a manipulation pharmacy (Farmaceutico), as showed in Table 2. After the immersion procedures in the respective solutions, the roughness, microhardness and microleakage of the specimens were analyzed.

Table 2 – Chemical composition of the beverages

Solutions	Manufacturer	Composition	pH	Batch number
Artificial saliva	Pharmaceutico [®] , Maceió, AL, Brazil	CMC, potassium chloride, dibasic potassium phosphate, sodium chloride, anhydrous calcium chloride, magnesium chloride and aspartame.	7.1	2357/12
Coffee	Pilão [®] , Jundiaí, SP, Brazil	Caffeine, amino acids, lipids, sugars and B-complex vitamins.	6.8	3673910
(CSD) Coca-Cola	Coca-Cola [®] , Maceio, AL, Brazil	Carbonated water, sugar, vegetable extracts, flavorizers, acidulant, caffeine, phosphoric acid and caramel food coloring.	2.7	120530/12

2.3 Evaluation of roughness by atomic force microscopy (AFM)

Thirty samples ($n = 10$) were used for roughness and microhardness analysis and been divided into 3 groups (GA_R , GB_R , GC_R). Roughness was analyzed in an atomic force microscope (AFM) (SPM-9500J3 Shimadzu[®], Japan). The microscope scanner allows scans of up to 125 μm on the horizontal directions (x and y axis) and up to 8 μm in the orthogonal direction (direction z). All the images were recorded in contact mode. The mapping procedure used was 50 x 50 μm imaging. The specimens were analyzed before and after the treatment period.

The value of roughness (Ra) and the surface topography of the specimens were evaluated. This value is the arithmetic mean of roughness determined as the average deviation of a section profile of the median line calculated by equation (1), where L is the length of the section and $f(x)$ is the displacement function:

$$(1) \quad Ra = \frac{1}{L} \int_0^L |f(x)| dx.$$

2.4 Evaluation of Microhardness

Microhardness was analyzed in the surface region of the restoration under a load of 50 g applied for 15 seconds by a microhardness tester (HNV-2000 Shimadzu, Tokyo, Japan), using a Knoop indenter. A total of three indentations were accomplished per restoration, which were analyzed in line (close to the tooth-restoration interface, in the center of the restoration and at the lower interface). The specimens were analyzed before and after the treatment period.

2.5 Evaluation of Microleakage

For the analysis of microleakage, thirty samples ($n = 10$) were used for microleakage evaluation (GA, GB, GC). The groups were submitted to aging thermal tests cycling for 1000 times ($5 \pm 2^{\circ}\text{C}$ and $55 \pm 2^{\circ}\text{C}$) with a dwell time of 15 seconds at each temperature, and transfer interval of 5 seconds. After these procedures the samples were submitted to the mechanical cycling. The samples were coupled to the mechanical cycling machine (ERIOS International, Sao Paulo, SP, Brazil) and submitted to 100 thousand load cycles, frequency of 1 cycle/second to receive an intermittent vertical load of 50 N on the restoration. During the test, the samples were maintained in distilled water at 37°C . All external surfaces were isolated with two layers of nail varnish, except 1 mm around the restoration. The specimens were stored in water at room temperature for 24 hours before they were immersed in 2% methylene blue for 48 hours. The specimens were rinsed under tap water and dried. Teeth were sectioned in 3 portions with a low speed saw (IsoMet 1000 Buehler, Lake Bluff, IL, USA). Sections were assessed for dye penetration with a stereomicroscope (Nikon Eclips E600, Tokyo, Japan) at 20x magnification at the occlusal and cervical margins. Two investigators

blindly scored all interfaces and the mean score was recorded. Approximately 60 scores for enamel margins were recorded from three sections of each group. Some sections were missed during the cutting process and they were recorded as missing value. Dye penetration at the composite/ tooth interface was scored for both enamel margins on a nonparametric scale from 0 to 3 as: 0= no microleakage; 1= dye penetration less than $\frac{1}{2}$ of enamel wall; 2= dye penetration more than $\frac{1}{2}$ of enamel wall; 3= dye penetration spreading along the axial wall.

2.6 Statistical Analysis

After recording the data, a comparison was made of the experimental and control groups. The surface roughness and microhardness was subjected to a one-way analysis of variance (one-way ANOVA) followed by a *t*-test with a 5% significance level. The microleakage was subjected to Mann-Whitney test with a 5% significance level.

3. RESULTS

AFM evaluation revealed that the results of surface roughness for GC_R presented the highest roughness (625.198 nm), while GA_R exhibited lowest values of roughness (420.308 nm) after immersion. Figure 1 presents the mean values of surface roughness (*R_a*) in nanometers (nm), as measured in the different experimental groups.

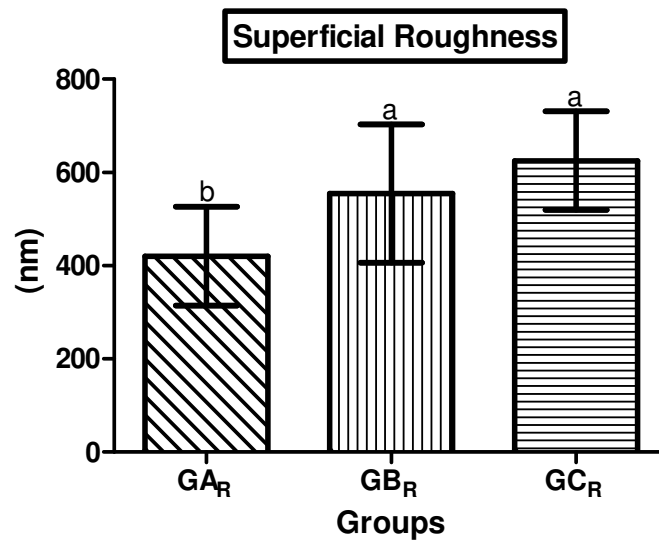


Figure 1 - Mean and standard deviation (vertical lines) of surface roughness (nm) for the experimental groups.

The t-test presented a statistically significant difference between GA_R and GB_R, and also for GA_R and GC_R ($p < 0.05$).

Figures 2 and 4 depict the images concerning to surface roughness of the experimental groups as captured by AFM in the contact mode.

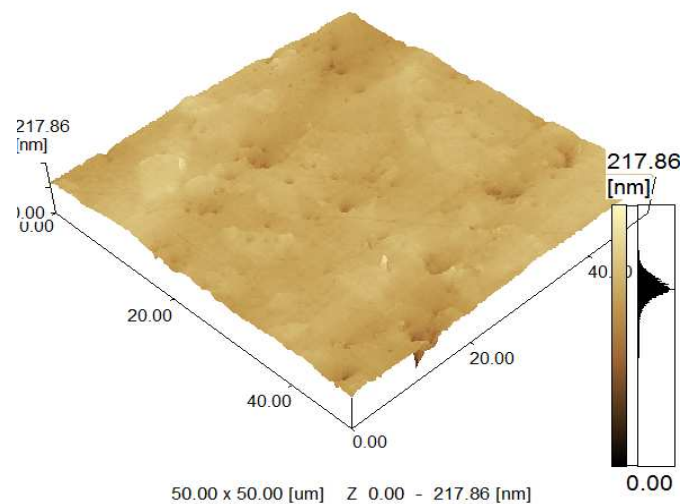


Figure 2- AFM image of the tooth surface for GA_R specimens

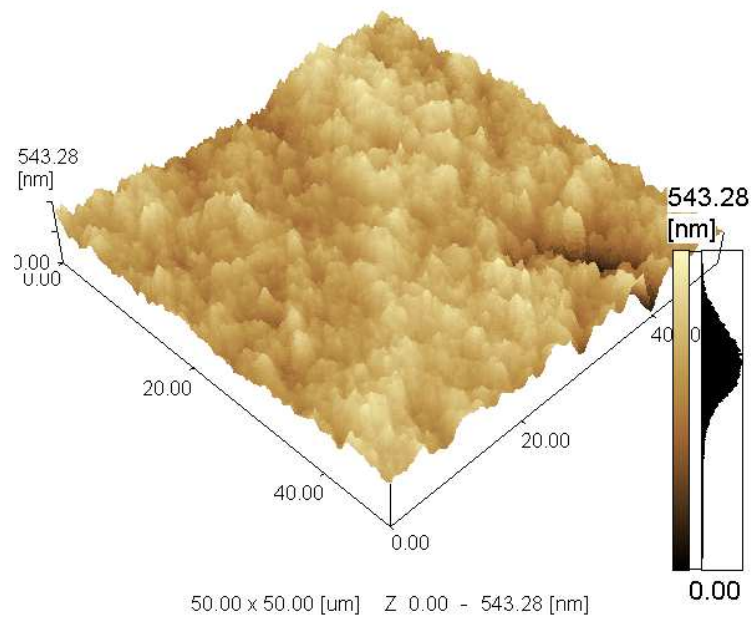


Figure 3- AFM image of the tooth surface for GB_R specimens.

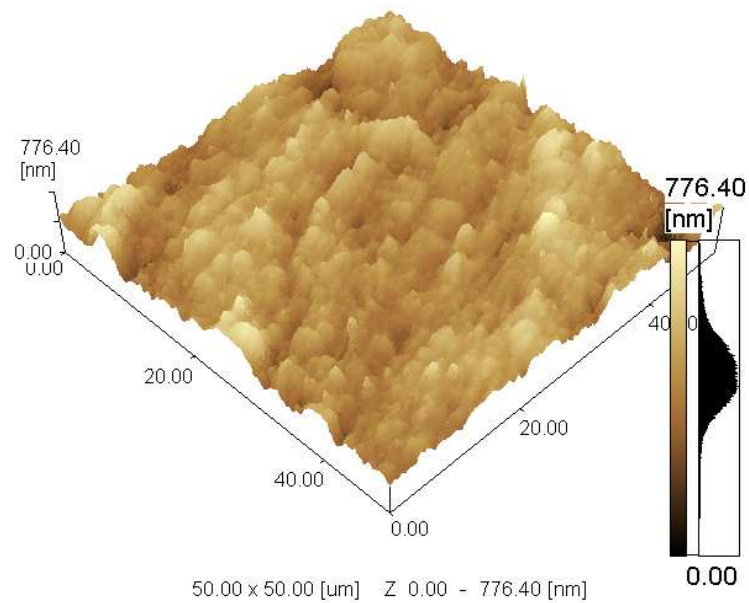


Figure 4 - AFM image of the tooth surface for GC_R specimens.

Results of surface microhardness obtained after cycling revealed that the GA_D presented similar to GB_D and higher than surface microhardness (106.38 KHN), while the GC_D exhibited significantly reduced microhardness (68.54 KHN). Figure 5 displays the mean values and standard deviation of the *Knoop* microhardness mean obtained for the experimental groups.

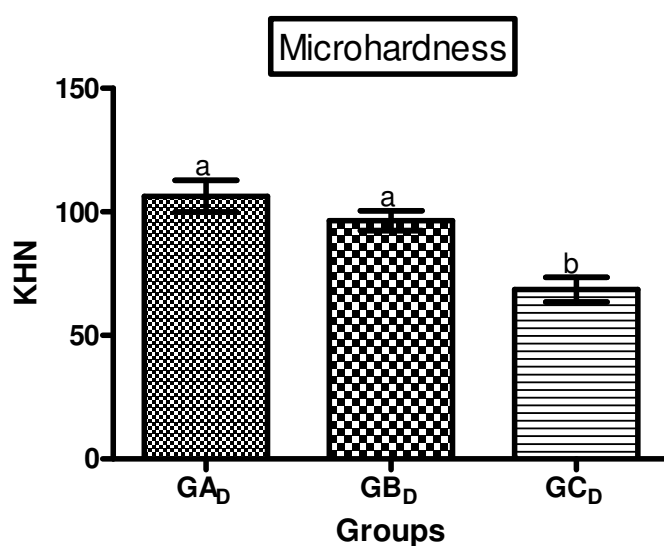


Figure 5 – Mean and standard deviation (vertical lines) of *Knoop* microhardness for the experimental groups.

The *t*-test indicated a statistically significant difference between GA_D and GC_D and also for GB_D and GC_D ($p < 0.05$). No significant difference ($p > 0.05$) was detected between the GA_D and GB_D .

The frequency and significant differences of the microleakage scores obtained from groups are present in Table 3. The results of dye penetration for GC_M presented the highest mean for marginal microleakage of the restorations.

Table 3. Frequency of the microleakage scores for the groups.

Groups	Enamel Margins (Scores)				Value p
	0	1	2	3	
GA_M	10	6	4	0	<0.001 a
GB_M	5	9	5	1	<0.001 a
GC_M	0	6	12	4	>0.210 b

Means followed by different small letters differ statistically by Mann-Whitney test (5%).

No significant differences was found between groups GA_M and GB_M ($P>0.05$). The Mann-Whitney test, presented a statistically significant difference between GA_M and GC_M, and also for GB_M and GC_M ($p<0.05$).

4. DISCUSSION

The erosion potential with the consumption of acidic beverages is an important consideration for nutritionists, dentists and physicians. Prolonged contact time between the beverage and enamel or composite surface increases the opportunity to occur the erosion (Johansson et al., 2002; Coombes JS, 2005). In this study, to avoid interferences of the differences between the resin's chemical composition on the beverages, only one type of restorative material was used.

Thus, assuming that Cola soft drink and coffee are consumed three times a day and that a person takes around 15 minutes to consume one drink, the specimens were placed in the drinks for 15 minutes. After this time, the samples were immersed in artificial saliva. This procedure was repeated three times a day. The teeth were kept in saliva between the immersions in drinks in order to reproduce normal oral environment conditions (Oncag et al., 2005)

The GB_R and GC_R did not presented significant differences, but showed

higher surface roughness when compared to the GA_R. According to Zero (1996), pH is the important factor in determining the erosive potential of a solution. When immersed in artificial saliva resin Z350 XT showed lower roughness values. This can be explained by the neutral pH of saliva used. This result disagree with the study of Kitchens and Owens (2007), who found that roughness did not increase when the composite was immersed in coffee for the same period used in this study. However, the results of this study are consistent with the results reported by Dos Santos et al. (2010), who found significant degradation of the resin matrix upon immersion in coffee at a high temperature. This high temperature could accelerate the erosion process, although in this study different temperature were not considered. AFM analysis showed that areas with an intense matrix loss on the specimens surfaces (GB_R), compatible with the areas visibly stained. Another factor that can increase the roughness occurred because coffee contains yellow colorants with high polarity that penetrates into the organic phase of the material due of its compatibility with the polymer phase (Bagheri et al., 2005; Fujita et al., 2006).

The restorations subjected to GB_R and GC_R presented higher values of surface roughness when compared with GA_R, which corroborates with results of previous studies (Wongkhantee et al., 2006). This result may be explained by the presence of inorganic acids such as phosphoric acid used to neutralize the sweetness of the soft drink, which promotes the surface erosion of the resin.

The results indicated significant reduction ($p < 0.05$) in the microhardness of the specimens submitted to CSD (Group C) in relation to the other groups. This may be explained by the fact that beverages with low pH and phosphoric acid in the composition, as in the case of CSD, may cause surface erosion and dissolution of the composite matrix, thereby affecting the hardness of the resin (Aliping-Mckenzie *et al.*, 2004).

Although the period of time used in these experiments was short (30 days), it was sufficient to produce significant differences. Group A presented the highest level of microhardness, results consistent with previous studies showed in the

literature (Diaz-Arnald *et al.*, 1995; Aliping-Mckenzie *et al.*, 2004; Kitchens and Owens, 2007; Yanikoglu *et al.*, 2009). Comparison between the groups immersed in coffee solution and the control group did not reveal any significant differences. Although the pH of the coffee solution is acidic, the fact that it contains amino acids and sugars can prevent changes at any significant extent on the surface microhardness of the restorative material. The difference in the hardness of the restorative material tested after immersion in different beverages may be attributed to chemical composition and interaction of liquids of different chemical compositions (Abu-Bakr *et al.*, 2000).

Marginal microleakage is an important factor for the clinical action of restoring materials and it has been used in laboratory studies as an indicator of the maintenance of this materials. The clinical effects of the marginal microleakage are the penetration of bacteria and their sub-products in the interface tooth/restoration, contributing to the formation of secondary caries and postoperative sensibility (Taylor and Lynch, 1992).

Thermal and mechanical load cycling increased significantly the microleakage for GB_M and GC_M. Thermal cycling induces stress and degradation in the interface tooth/restoration due to the differences between tooth structures and restorative materials (Asaka *et al.*, 2007). Mechanical load cycling produces stress in the composite resin. This stress is transmitted to the bonding interface. Interfaces less affected by microleakage before the aging test were more susceptible to thermal and load cycling (Aggarwal *et al.*, 2008).

In low-pH drinks, the resin present a high solubility and it causes surface and interface erosion and dissolution, affecting negatively the wear, hardness, roughness and surface integrity (Aliping-McKenzie *et al.*, 2004; Catelan *et al.*, 2010; Da Silva *et al.*, 2011). The deterioration of the resin physical property and changes in the morphology could be due to a hydrolytic breakdown of the bond between silane and the filler particles, filler-matrix debonding or even hydrolytic degradation of the fillers (Hengtrakool *et al.*, 2011). The long-term maintenance of the surface quality of materials is fundamental to improve the longevity of esthetic

restorations. The increase of microleakage in specimens immersed in cola soft drink also can be explain by degradation of adhesive bonding by phosphoric acid present in Coke. These results are consistent with the study of Navarro et al. (2011).

The carbonated beverages and coffee have a low pH and can be sweetened with highly refined carbohydrates, which are metabolized by microorganisms of the dental biofilm forming organic acids that can contribute to the erosive potential of the hard dental tissues as well as of the restorative material (Lussi et al. 2004; von Fraunhofer et al., 2004). Therefore, further research in intra-oral environment are need to confirm the results of the *in vitro* studies.

5. CONCLUSIONS

Thus, it can be concluded:

- The beverages produced an increase on the surface roughness and microleakage.
- The surface roughness and microhardness of the composite resin was significantly change after immersion in CSD and coffee.
- The immersion in CSD increases significantly the microleakage in the margin of the restorations.

6. ACKNOWLEDGMENTS

The authors gratefully acknowledge to the Chemical Institute and Biotechnology of the Federal University of Alagoas for the practical support.

7. REFERENCES

1. Aggarwal V, Logani A, Jain V, Shah N. 2008. Effect of cyclic loading on marginal adaptation and bond strength in direct vs. indirect class II MO composite restorations. *Oper Dent* 33:587-592.
2. Aliping-Mckenzie M, Linden RWA, Nicholson JW. 2004. The effect of Coca-Cola and fruit juices on the surface hardness of glass-ionomers and 'compomers'. *Journal of Oral Rehabilitation* 31:1046–1052.
3. Asaka Y, Amano S, Rikuta A, Kurokawa H, Miyazaki M, Platt JA, Moore BK. 2007. Influence of thermal cycling on dentin bond strengths of single-step self-etch adhesive systems. *Oper Dent* 32:73-78
4. Bagheri R, Burrow MF, Tyas M. 2005. Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *J Dent* 33:389–398.
5. Catelan A, Briso AL, Sundfeld R, Dos Santos PH. 2010. Effect of artificial aging on the roughness and microhardness of sealed composites. *J Esthet Rest Dent* 22:324–330.
6. Colucci V, Dos Santos CD, Do Amaral FL, Corona AS, Catirse AB. 2009. Influence of NaHCO₃ powder on translucency of microfilled composite resin immersed in different mouthrinses. *J Esthet Rest Dent* 21:242–250.

7. Coombes JS. 2005. Sports drinks and dental erosion- Review. *Am J Dent* 18:101-104.
8. da Silva MA, Fardin AB, de Vasconcellos RC, Santos L de M, Tonholo J, da Silva JG Jr, dos Reis JI. 2011. Analysis of roughness and surface hardness of a dental composite using atomic force microscopy and microhardness testing. *Microsc Microanal* 17:446-451.
9. Diaz-Arnold, A.M., Holmes, D.C., Wistron, D.W., Swift-Junior, E.J. 1995. Short-term Fluoride Release/Uptake of Glass Ionomer Restoratives. *Dent Mater* 11,96-101.
10. Dos Santos PA, Garcia PP, De Oliveira AL, Chinelatti MA, Palma-Dibb RG. 2010. Chemical and morphological features of dental composite resin: influence of light curing units and immersion media. *Microsc Res Tech* 73:176-181.
11. Fujita M, Kawakami S, Noda M, Sano I. 2006. Color change of newly developed esthetic restorative material immersed in food-simulating solutions. *Dent Mater J* 25:352–359.
12. Hengtrakool, C., Kukiattrakoon, B. & Kedjarune-Leggat, U. 2011. Effect of naturally acidic agents on microhardness and surface micromorphology of restorative materials. *Eur J Dent* 5: 89–100.
13. Johansson AK, Lingström P, Birkhed D. 2002. Comparison of factors potentially related to the occurrence of dental erosion in high-and lowerosion groups. *Eur J Oral Sci* 110:204-211.
14. Kakaboura A, Fragouli M, Rahiotis C, Silikas N. 2007. Evaluation of Surface Characteristics of Dental Composites Using Profilometry, Scanning Electron, Atomic Force Microscopy and Gloss-Meter. *J Mater Sci Mater Med* 18:155-163.
15. Kitchens M, Owens B.M. 2007. 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* 31:153-159.

16. Lussi A, Jaeggi T, Zero D. 2004. The Role of Diet in the Aetiology of Dental Erosion. *Caries Res* 38:34-44.
17. Navarro R, Vicente A, Ortiz AJ, Bravo LA. 2011. The effects of two soft drinks on bond strength, bracket microleakage, and adhesive remnant on intact and sealed enamel. *Eur J Orthod*. 33:60-5.
18. Nicholson JW, Millar BJ, Czarnecka B, Limanowska-Shaw H. 1999. Storage of polyacid-modified resin composites ("compomers") in lactic acid solution. *Dent Mater* 15:413–416.
19. Nomoto R, McCabe JF. 2001. A simple acid erosion test for dental water-based cements. *Dent Mater* 17:53–59.
20. O'Brien WJ, Yee JJ. 1980. Microstructure of Posterior Restorations of Composite Resin After Clinical Wear. *Oper Dent* 5:90-94.
21. Oncag G, Tuncer A V, Tosun YS. 2005. Acidic soft drinks effects on the shear bond strength of orthodontic brackets and a scanning electron microscopy evaluation of the enamel. *Angle Orthodontist* 75: 243–249
22. Schneider LF, Moraes RR, Cavalcante LM, Sinhoreti MAC, Correr-Sobrinho L, Consani S. 2008. Cross-link density evaluation through softening tests: Effect of ethanol concentration. *Dent Mater* 24:199-203.
23. Söderholm KJ, Zigan M, Ragan M, Fischlschweiger W, Bergman M 1984. Hydrolytic degradation of dental composites. *J Dent Res* 63:1248-1254..
24. Taylor MJ, Lynch E. 1992. Microleakage. *Journal of Dentistry* 20:3-10.
25. von Fraunhofer JA, Rogers MW. 2004. Dissolution of dental enamel in soft drinks. *Gen Dent* 29:308-312.
26. Yanikoglu, N., Duymus, Y.Z., Yilmaz, B. 2009. Effects of different solutions on the surface hardness of composite resin materials. *Dent Mater J* 28: 344–351.
27. Yap AU, Lye KW, Sau CW. 1997. Surface characteristics of tooth-colored restoratives polished utilizing different polishing systems. *Oper Dent* 22: 260-265.

28. Yap AU, Tan DTT, Goh BKC, Kuah HG, Goh M. 2000. Effect of food-simulating liquids on the flexural strength of composite and polyacid-modified composite restoratives. *Oper Dent* 25:202-208.
29. Yesilyurt C, Yoldas O, Altintas SH, Kusgoz A. 2009. Effects of food-simulating liquids on the mechanical properties of a siloranebased dental composite. *Dent Mater J* 28:362–367.
30. Wongkhantee S, Patanapiradej V, Maneenut C, Tantbirojn D. 2006. Effect of Acidic Food and Drinks on Surface Hardness of Enamel, Dentine, and Tooth-Coloured Filling Materials. *J Dent* 34: 214-220.
31. Zero DT. Etiology of dental erosion--extrinsic factors 1996. *Eur J Oral Sci.*;104:162-77.

CAPÍTULO 2

Efeito da imersão em diferentes bebidas alcoólicas sobre rugosidade e microdureza de resinas compostas

Resumo

O objetivo neste estudo foi avaliar *in vitro* a microdureza e rugosidade de superfície de resinas compostas submetidas à ciclagem de 30 dias em soluções alcoólicas. Três resinas compostas foram selecionadas para este estudo (Durafill/Kulzer, Z250/3M ESPE e Z350 XT/3M ESPE). Foram confeccionadas 120 amostras (6 mm de diâmetro por 2 mm de espessura) de cada material, com auxílio de matriz de silicone. Após a fotoativação por 40 segundos (Radii Plus/SDI), as amostras foram armazenadas em umidade relativa de 100% por 24 h a 37⁰C para posterior realização do polimento de superfície com discos Soft Lex (3M/ESPE) na granulação fina e extrafina. Em seguida, as amostras foram secas com papel absorvente e a rugosidade de superfície foi mensurada com microscópio de força atômica seguida da análise de microdureza inicial em microdurômetro. As amostras foram separadas aleatoriamente em quatro grupos (n= 30) de acordo com as soluções estudadas: G1- Saliva artificial; G2 – Cerveja/ Heineken; G3 – Vodka/ Absolut; G4 – Whisky/ Red Label. As imersões eram realizadas 3X ao dia durante 15 minutos durante 30 dias. O teste de rugosidade e microdureza de superfície foram repetidos após 30 dias de imersão. Os valores obtidos de rugosidade e microdureza foram submetidos ao teste paramétrico de ANOVA, complementado pelo teste de Tukey em nível de significância de 5%. Os

resultados de rugosidade de superfície revelaram que todas as resinas compostas analisadas apresentaram aumento de rugosidade estatisticamente significativo após 30 dias de imersão em cerveja e whisky. Os resultados mostraram que houve redução significativa na microdureza de superfície das resinas analisadas, após a imersão nas soluções alcoólicas pelo período de 30 dias, sendo mais significativo para resina composta Durafill. Com base nos resultados obtidos pôde-se observar que a degradação superficial das resinas compostas depende da composição, tempo de imersão, teor alcoólico e pH das soluções.

Keywords: Microdureza, rugosidade de superfície, resina composta, bebida alcoólica.

1. INTRODUÇÃO

A longevidade das restaurações depende do tipo de material restaurador e de suas propriedades, como resistência ao desgaste, resistência de união, integridade da interface dente/restauração, dureza e rugosidade de superfície (Rios *et al.*, 2008). A erosão dental é um fator de risco para a saúde bucal, sendo introduzida pelo paciente de acordo com o estilo de vida e hábitos alimentares.

A erosão apresenta etiologia extrínseca ou intrínseca (Gregory-Head *et al.*, 2000). Os fatores extrínsecos incluem na maioria dos casos o consumo de alimentos ácidos, refrigerantes, bebidas energéticas e substâncias alcoólicas (Ablal *et al.*, 2009). Os fatores intrínsecos englobam distúrbios gastrointestinais crônicos, anorexia e a bulimia, nas quais a regurgitação e o ato frequente de vomitar são comuns reduzindo pH no ambiente oral (Bartlett *et al.*, 1996). Os efeitos provocados por esses fatores nos materiais restauradores são amolecimento, aumento da rugosidade sobre a superfície da restauração e erosão da estrutura dentária, tornando-os, mais susceptíveis ao desgaste (Yap *et al.*, 2000; Sarka, 2000; Turssi *et al.*, 2002; Lussi *et al.*, 2004).

Mesmo com o desenvolvimento tecnológico e a considerável melhora das propriedades das resinas compostas, a degradação do material ainda preocupa os profissionais, particularmente em relação ao desgaste em áreas de grande tensão funcional (Prakki *et al.*, 2005). Assim, bebidas alcoólicas podem promover erosão da superfície de resinas compostas (Kakaboura *et al.*, 2007). O álcool presente na bebida se difunde na resina plastificando a matriz polimérica reduzindo as propriedades mecânicas como a dureza superficial, resistência ao desgaste e lisura, agindo diretamente na interface partícula/ matriz (Ablal *et al.*, 2009).

A rugosidade das estruturas dentárias e dos materiais restauradores provocados pela erosão tem influência na retenção de microorganismos. Assim, a superfície mais rugosa permite a colonização mais rápida e maturação do biofilme, aumentando o risco de desenvolvimento de cárie e doença periodontal, como também aumentar a susceptibilidade ao manchamento da restauração. (Fuller and Johnson, 1997; Bollen *et al.*, 1997; Bagheri *et al.*, 2005).

Diante dessas considerações, o objetivo neste estudo foi analisar a influência de bebidas alcoólicas sobre a microdureza e rugosidade de superfície de resinas compostas nanoparticulada, microhíbrida e microparticulada.

2. MATERIAL E MÉTODO

2.1 Preparo das amostras

Três resinas compostas indicadas para restaurações de dentes anteriores e posteriores foram utilizadas neste estudo. A composição básica, fabricante e lote estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Descrição das resinas compostas utilizadas no estudo.

Material	Composição	Tamanho e tipo de partícula	Fabricante e lote
Durafill	UDMA, BisGMA, TEGDMA, fotoiniciador	Partículas: Dióxido de silício (0,02-0,07µm), partículas pré-polimerizadas (10-20µm) tamanho médio 0,04µm; (40% em volume)	HERAUS/KULZER South Bend, IN, USA 010215
Z250	BisGMA, BisEMA e UDMA, fotoiniciador	Sílica/zircônia, 0,6 µm (66% em volume)	3M/ESPE St. Paul, MN, USA N287540BR
Z350 XT	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, e Bis-EMA., fotoiniciador	Sílica, zircônia. Tamanho Primário 5 a 20nm e nanoclusters 0,6µm a 1,4µm (63,3% em volume)	3M/ESPE St. Paul, MN, USA N248065BR

Foram confeccionadas 120 amostras, sendo 30 de cada resina para cada solução, utilizando matriz de silicone polimerizada por condensação com dimensões de 6 mm de diâmetro por 2 mm de profundidade. As resinas compostas foram inseridas na matriz em incremento único. Em seguida, uma tira de poliéster (Quimidrol Ltda.) foi colocada sobre a resina composta e o material pressionado com auxílio de uma placa de vidro. O material foi fotoativado por 40 segundos através da tira de poliéster com unidade fotoativadora (Radii Plus, SDI, Victoria, Australia) com irradiância de 1200 mW/cm², aferida por radiômetro Demetron ((Kerr/Sybron Dental, EUA).

Após polimerização, as amostras foram armazenadas por 24 horas a 37⁰C para posterior acabamento e polimento. Para acabamento e polimento foram utilizados discos de lixa Soft Lex (3M/ESPE) e pasta Diamond PRO com disco de feltro (FGM, Joinville, Brasil).

2.2 Ciclagem das amostras

As amostras de cada resina composta foram aleatoriamente separadas em quatro grupos: Grupo 1 – Saliva artificial; Grupo 2 – Cerveja; Grupo 3- Vodka e Grupo 4 – Whisky. A composição das soluções utilizadas está descrita na Tabela 2. O experimento foi realizado no esquema de ciclagens permanecendo 15 minutos em cada solução, três vezes ao dia, durante 30 dias. Cada amostra foi armazenada individualmente em *ependorf* com capacidade de 1,5 mL contendo saliva artificial enquanto não estavam imersos nas respectivas soluções alcoólicas durante as ciclagens. Os valores do pH de cada uma das soluções foram determinados usando um pHmetro (Orion Modelo 420). Em cada recipiente de vidro com uma amostra foi adicionado 10 mL da bebida correspondente, de acordo com a norma ISO 4049 (2009), que recomenda 10 mL do líquido por amostra.

Tabela 2. Descrição das soluções utilizadas.

Solução	Composição	% de Álcool (GL)	pH	Fabricante
Saliva Artificial	Carboximetilcelulose , cloreto de potássio, fosfato de potássio dibásico, cloreto de sódio, cloreto de cálcio anidro, cloreto de magnésio e aspartame	0,0	7.1	Pharmacêutico®, Maceió, AL, Brazil
Whisky Red Label	Destilado alcoólico de malte envelhecido e destilado alcoólico de cereais não maltados	40,0	3.76	Johnnie Walker ,Red Label, Diageo, SP, Brazil
Vodka Absolut	Água e álcool etílico.	40,0	7,0	Absolut Company, Sweden
Cerveja Heineken	Água, cereais não maltados, malte e lúpulo	5,0	4.1	Heneiken, Araraquara, SP, Brasil

2.3 Avaliação da rugosidade em AFM

A análise da rugosidade foi realizada em Microscópio de Força Atômica (SPM-9500J3, Shimadzu[®], Japão), acoplado a um microscópio óptico com zoom de 0,8-5x com fonte de luz (Kyowa Optical, Kanagawa, Japão) e um monitor de vídeo Victor TM-A14s. O *scanner* do microscópio permite varreduras até 125 μm nas direções horizontais (eixos x e y) e até 8 μm na direção ortogonal (direção z). Todas as imagens apresentadas foram obtidas no modo contato. Foram utilizadas pontas de Si₃N₄ da Olympus com comprimento de 200 micras, constante de força de 0,15 Nm⁻¹ e frequência de ressonância de 1 Hz. O procedimento de mapeamento utilizado foi de imagens com 50 x 50 μm.

Para definir a topografia da superfície da amostra, o valor da rugosidade (Ra) foi determinado. Esse valor é a média aritmética da rugosidade determinada como o desvio médio de um perfil de seção da linha média pela aplicação da equação (1), Onde L é o comprimento da seção e f (x) é a função de deslocamento:

$$(1) \quad Ra = \frac{1}{L} \int_0^L |f(x)| dx.$$

2.4 Avaliação da Microdureza

A análise da microdureza foi realizada na região de superfície da resina composta com carga de 50 g, durante 15 segundos com microdurômetro (HNV-2000 Shimadzu, Japão), com penetrador tipo Knoop. Foram realizadas três endentações por restauração, analisadas em linha (próximo extremidade, no centro da amostra e na extremidade oposta).

2.5 Análise Estatística

O teste de normalidade de Shapiro-Wilk foi utilizado para analisar se os dados se distribuíam de acordo com o teorema da distribuição central. Como os dados de microdureza e rugosidade estavam de acordo com a normalidade ($p > 0.05$), testes paramétricos foram aplicados para estatística inferencial. Para as análises comparativas dos fatores rugosidade e microdureza foi utilizado o teste paramétrico (ANOVA) dois fatores complementado pelo teste de Tukey. Todos os testes utilizados foram aplicados com nível de significância de 5% ($\alpha = 0.05$).

3. Resultados

3.1 Análise de microdureza das superfícies das resinas compostas

Foi verificado na Tabela 3 que antes do tratamento com diferentes substâncias as resinas Z350 XT e Z250 apresentaram maiores valores de microdureza que a resina composta Durafill ($p < 0.05$). Após 30 dias de imersão nas substâncias alcoólicas, as resinas compostas Z350 XT e Z250 continuaram apresentando maior microdureza que a resina composta Durafill ($p < 0.05$). Adicionalmente foi verificado que após a imersão em whisky, a resina composta Z350 XT apresentou maior microdureza que a resina composta Z250 ($p < 0.05$).

Após as imersões com as diferentes substâncias, todas as resinas compostas apresentaram redução na microdureza qualquer que fosse a substância utilizada ($p < 0.05$).

Tabela 3: Médias e desvio-padrão da microdureza (KHN) das resinas antes e após

o tratamento com as bebidas alcoólicas.

Resinas x Soluções		Saliva		Cerveja		Vodka		Whisky	
		Inicial	30 dias	Inicial	30 dias	Inicial	30 dias	Inicial	30 dias
Z350 XT		118.40±	101.40±	114.40±	102.39±	112.00±	93.44±	119.60±	91.22±
		9.94 aA	6.88 aB	5.92 aA	5.43 aB	7.25 aA	6.32 aC	10.11 aA	3.66 aC
Z250		123.70±	98.77±	117.60±	101.47±	121.10±	87.68±	112.83±	79.87±
		11.60 aA	10.03 aB	4.94 aA	8.79 aB	10.11 aA	8.09 aC	7.81 aA	2.76 bC
Durafill		39.45±	32.02±	37.72±	24.55±	36.03±	22.59±	37.01±	18.79±
		4.94 bA	3.56 bB	2.55 bA	3.06 bC	2.76 bA	1.99 bC	2.85 aA	1.48 cD

Médias seguidas por letras distintas (minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre si ($p \leq 0,05$).

Antes das imersões não foi observado diferenças entre os grupos para as resinas compostas no período inicial ($p > 0,05$). Foi verificado nas resinas compostas Z350XT e Z250 que a vodka e o whisky produziram maior redução da microdureza em relação a saliva artificial e a cerveja ($p < 0,05$). Após 30 dias de imersão em whisky observou-se que a resina composta Durafill apresentou menor microdureza em relação às outras substâncias ($p < 0,05$). Todas as bebidas alcoólicas reduziram a microdureza em relação à saliva artificial ($p < 0,05$). Não foi verificada diferença entre cerveja e vodka na microdureza para resina composta Durafill ($p > 0,05$).

3.2 Análise topográfica das superfícies das resinas compostas

A Tabela 4 mostra que a rugosidade de superfície no período inicial não mostrou diferença significativa entre as resinas compostas em nenhuma das soluções avaliadas. Após o período de 30 dias foi verificado aumento na

rugosidade de superfície de todas as resinas quando imersas em cerveja e whisky ($p<0.05$), com exceção para as resinas Z250 e Durafill após imersão em Vodka. Após o período de 30 dias em whisky, a resina composta Durafill apresentou-se mais rugosa que as resinas compostas Z350 XT e Z250 ($p<0.05$).

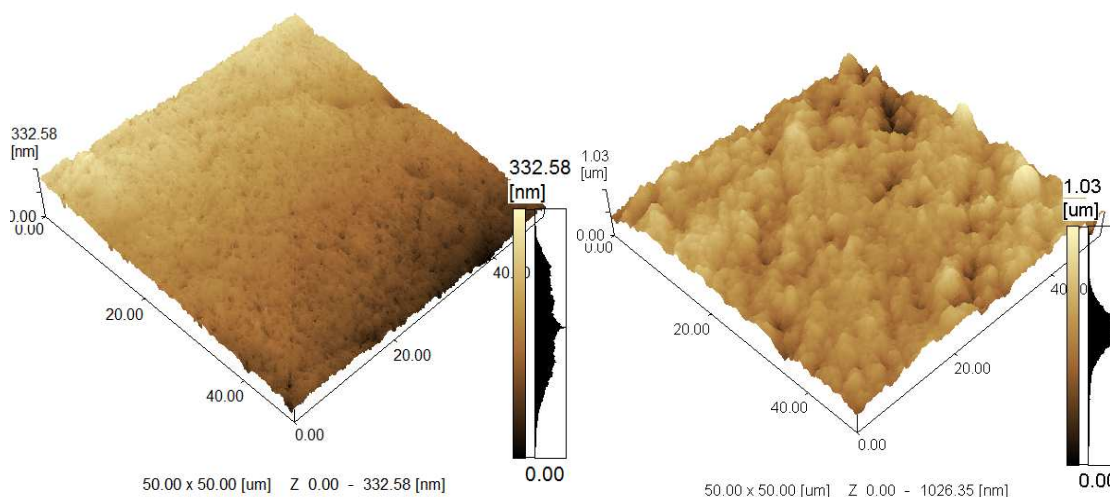
Tabela 4: Médias e desvio padrão dos valores de rugosidade de superfície (nm) das resinas no período inicial e após 30 dias de imersão em bebidas alcoólicas.

Resinas x Substâncias		Saliva		Cerveja		Vodka		Whisky	
		Inicial	30 dias	Inicial	30 dias	Inicial	30 dias	Inicial	30 dias
Z350 XT		402.27±	462.47±	419.80±	644.23±	505.10±	585.65±	409.50±	664.17±
		184.26	175.77	89.38	89.09	135.36	158.43	135.93	184.59
		aA	aA	aA	aC	aA	aB	aA	aC
Z250		411.35±	493.04±	527.93±	645.45±	472.29±	538.59±	359.60±	614.01±
		74.30	79.42	173.20	202.13	182.48	168.17	76.79	140.26
		aA	aA	aA	aB	aA	aA	aA	aB
Durafill		375.34±	424.54±	428.60±	731.43±	406.35±	465.79±	349.41±	830.10±
		106.91	117.39	122.21	134.27	129.49	158.81	106.02	148.86
		aA	aA	aA	aB	aA	aA	aA	bB

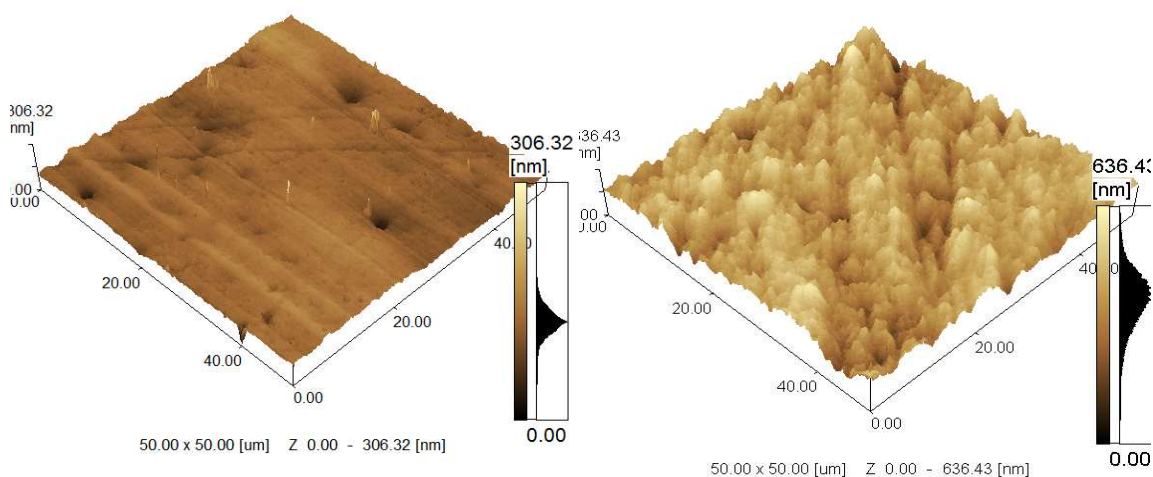
Médias seguidas por letras distintas (minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas para cada solução) diferem entre si ($p\leq 0,05$).

As imagens das resinas compostas Z350 XT, Z250 e Durafill imersas em whisky, vodka e cerveja obtidas no microscópio de força atômica nos diferentes períodos de avaliação estão dispostas nas Figuras de 1 a 8. No período inicial é possível visualizar a presença da matriz resinosa cobrindo as partículas de carga na superfície de todas as resinas compostas avaliadas. Em 30 dias nota-se perda da matriz orgânica com concentração de partículas de carga expostas ou espaços

vazios para as resinas compostas imersas em whisky, cerveja e vodka, com exceção da vodka que não proporcionou diferença na rugosidade das resinas compostas Z250 e Durafill após imersão.

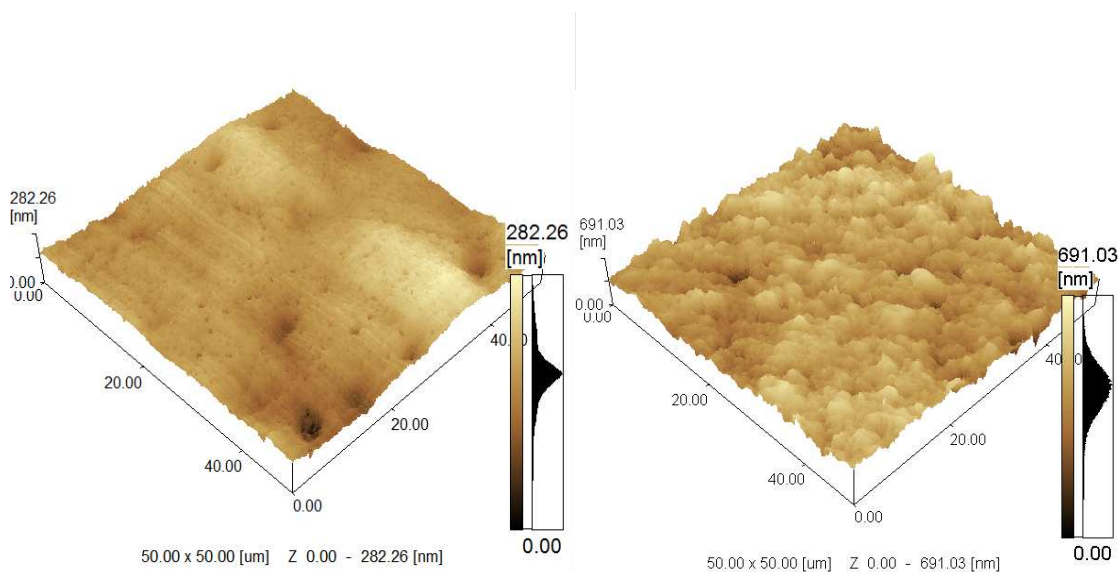


Figuras 1 e 2: Imagens no modo contato obtida pelo AFM inicial e após 30 dias em whisky com a resina Z350 XT.

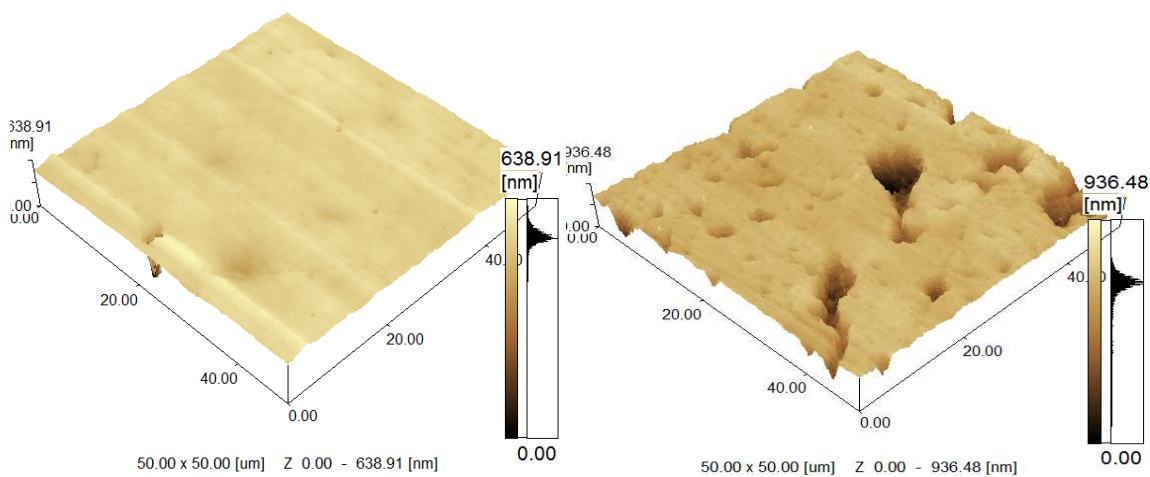


Figuras 3 e 4: Imagens no modo contato obtida pelo AFM inicial e após 30 dias em cerveja com a

resina Z250.



Figuras 5 e 6: Imagens no modo contato obtida pelo AFM inicial e após 30 dias em whisky com a resina Durafill.



Figuras 7 e 8: Imagens no modo contato obtida pelo AFM inicial e após 30 dias em vodka com a resina Z350XT I.

4. . DISCUSSÃO

A influência de fatores químicos e térmicos está intimamente ligada ao sucesso clínico das restaurações diretas de resina composta em longo prazo. Fatores químicos exercem papel fundamental no processo de degradação da superfície de materiais restauradores resinosos (Yap *et al.*, 2003). A influência da degradação química reflete-se na alteração da textura de superfície e microdureza de superfície (Lee *et al.*, 2005).

Os resultados encontrados neste estudo mostraram alterações na superfície das diferentes resinas compostas com redução da microdureza ao serem expostas durante 30 dias em substâncias alcoólicas que são ingeridas rotineiramente. Os resultados obtidos estão de acordo com os apresentados por McKinney and Wu, 1985 que relataram redução da dureza após imersão em soluções alcoólicas. No grupo controle imerso em saliva artificial, os resultados mostraram que as resinas compostas Z350 XT, Z250 e Durafill apresentaram redução significativa no valor da microdureza de superfície após o período de 30 dias.

Apesar do período de tempo dos experimentos relatados ser considerado curto (30 dias), os mesmos foram suficientes para produzir diferenças significantes na rugosidade. Os grupos imersos em soluções alcoólicas foram capazes de ocasionar degradação química no polímero em todas as resinas estudadas. Redução significativa da microdureza foi encontrada na resina composta Durafill após 30 dias de imersão em cerveja quando comparadas com a saliva artificial pelo mesmo período, o que não ocorreu com as resinas compostas Z250 e Z350XT quando comparadas com a imersão em saliva artificial após 30 dias. Estes achados estão de acordo com Sarret *et al.*, (2000), que não encontraram diferenças entre cerveja e água após 14 dias de imersão.

Apesar do pH 7,0 da vodka, a bebida reduziu os valores de microdureza de superfície das resinas compostas Z350 XT, Z250 e Durafill após 30 dias de imersão. Este resultado pode ser explicado pela graduação alcoólica da bebida

(40 graus GL), que ao penetrar na matriz orgânica e expandir os espaços entre as cadeias lineares dos polímeros, ocasiona o rompimento da união entre as partículas de carga e matriz orgânica. Segundo Yap *et al.*, (2003) este fato ocasiona efeito plastificante na matriz orgânica e conseqüente menor resistência à degradação.

A diferença de dureza das resinas compostas em diferentes bebidas também é atribuída à composição química e a diferente interação dos líquidos com diferentes composições químicas (Abu-Bakr *et al.*, 2000). A resina composta Z250 e Z350 XT apresentam matriz orgânica com base no BisEMA um monômero de alto peso molecular e mais resistente à degradação devido a exclusão dos terminais (OH) que são susceptíveis à absorção e solubilidade (Ferracane, 2006). A resina composta Durafill apresenta maior percentual de matriz orgânica, com base em UDMA, e menor percentual de carga inorgânica, o que explicaria a maior redução de microdureza de superfície em relação as resinas Z250 e Z350XT. Além disso, o UDMA, TEGDMA e BisGMA são altamente susceptíveis a absorção e solubilidade quando em contato com o álcool, ocasionando amolecimento da matriz orgânica e conseqüente menor resistência à degradação (Sarrett *et al.*, 2000; Yap *et al.*, 2003). O whisky com graduação alcoólica de 40 % e pH 3,76 foi o mais agressivo, proporcionando menor valor de dureza de superfície para a resina Durafill.

A análise da rugosidade de superfície foi realizada em microscópio de força atômica que tem sido sugerida como um método mais preciso para determinar a qualidade da superfície em resinas compostas (Kakaboura *et al.*, 2007; da Silva *et al.*, 2011).

A rugosidade de superfície das resinas compostas avaliadas (Z350 XT, Z250 e Durafill) apresentou aumento significativo entre o período inicial e após 30 dias para as amostras imersas em cerveja e whisky, exceto para a vodka nas resinas compostas Z250 e Durafill.

De acordo com Zero (1996), o pH é o fator de grande importância para determinar o potencial erosivo de uma solução. Quando imersos em saliva

artificial, todas as resinas avaliadas não apresentaram diferença entre o período inicial e após 30 dias. Os resultados do corrente estudo estão de acordo com Moraes *et al.* (2008) que relataram não haver diferença estatisticamente significativa entre os valores da rugosidade de superfície das resinas compostas entre os períodos de imersão inicial e após um período de 180 dias em água destilada. Apesar de a saliva apresentar pH 7,1 (neutro) semelhante ao da vodka, a resina Z350 XT apresentou aumento da rugosidade de superfície após imersão em vodka. Na análise de superfície com microscópio de força atômica verificou-se que a superfície da resina composta Z350 XT armazenada em vodka (Figuras 7 e 8) apresentava partículas de carga expostas e extruídas após o processo de degradação química e, em alguns casos, foram deslocadas deixando espaços vazios que tornaram a superfície da resina mais irregular.

A resina composta Z350 XT contém uma combinação de nanopartículas de zircônia (diâmetro: Nm 5-10) e nanopartículas de sílica (diâmetro nanopartícula: 75 nm). Além disso, essas partículas formam *nanoclusters* (0,6-1,4 µm) que são aglomerados de nanopartículas de zircônia/sílica. Esses *nanoclusters* agem como uma unidade única. Apesar do pH neutro, o elevado percentual de álcool pode ter se difundido pela matriz causando hidrólise da união entre o silano e a superfície da carga contida no compósito removendo esses *nanoclusters*. Segundo perfil técnico do fabricante (3M/ESPE) resina Z350 XT apresenta maior percentual de monômero diluente (TEGDMA). Este monômero apresenta baixa resistência em contato com álcool ou em soluções ácidas (Rahim *et al.*, 2012).

Já a resina composta Durafill foi a que apresentou os maiores aumentos de valores de rugosidade de superfície entre o período inicial e após 30 dias quando imersas em cerveja e whisky. Isto pode ser justificado devido a composição química com menor percentual de carga inorgânica sendo mais suscetível a degradação de superfície devido ao baixo pH e a presença do álcool na cerveja e whisky. A degradação química age também sobre a matriz orgânica das resinas compostas devido à heterogeneidade natural do processo de polimerização dos monômeros à base de metacrilato (de Moraes *et al.*, 2008).

Além disso, Shabanian e Richards (2002) relataram que quanto mais baixo for o pH de uma solução mais dano trará ao desempenho mecânico das resinas compostas. Neste estudo, as trocas das soluções alcoólicas ocorreram diariamente 3 vezes ao dia. Com isso, o pH das soluções foi mantido e também a potencialidade para promover degradação (Kitchens and Owens, 2007). Entretanto, resultados diferentes deste estudo foram descritos por Bargheri *et al.*(2007), no qual observaram que a resina composta Filtek Supreme, que pode ser comparada estruturalmente à resina Z350 XT, não apresentou alteração de rugosidade de superfície quando imersa em solução tampão de lactato (pH 2,7) e água.

A rugosidade da superfície e a degradação química são dependentes da composição das resinas compostas (Yazici *et al.*, 2010). Entretanto, o efeito do ambiente bucal sobre as soluções alcoólicas pode ser diferente, o que poderia ter ocasionado diferentes efeitos sobre as resinas compostas estudadas. A influência de outros agentes relacionados à dieta de rotina e a higiene bucal podem também interferir na ação dessas substâncias alcoólicas.

5. CONCLUSÃO

Baseado na metodologia empregada pode-se concluir que:

- Todas as soluções reduziram a microdureza de superfície das resinas após imersão por 30 dias.
- O whisky foi a solução mais agressiva, reduzindo de forma acentuada a microdureza da resina composta Durafill.

- Cerveja e whisky produziram maiores alterações de rugosidade de superfície nas resina analisadas.

6. REFERÊNCIAS

- 1- Ablal MA, Kaur JS, Cooper L, Jarad FD, Milosevic A, Higham SM & Preston AJ (2009). The erosive potential of some alcopops using bovine enamel: An *in vitro* study *Journal of Dentistry*;37(11): 835-839.
- 2- Abu-Bakr, N., Han, L., Okamoto, A. & Iwaku, M (2000). Changes in the mechanical properties and surface texture of compomer immersed in various media. *J Prosthet Dent* ;84:444–452.
- 3- Bagheri R, Burrow MF, Tyas M (2005). Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *J Dent*; 33(5): 389-98.
- 4- Bagheri R, Tyas MJ, Burrow MF (2007). Comparison of the effect of storage media on hardness and shear punch strength of tooth-colored restorative materials. *Am J Dent.*; 20(5): 329-34.
- 5- Bartlett DW, Evans DF, Anggiansh A & Smith BG (1996). A study of the association between gastro-esophageal reflux and palatal dental erosion *British Dental Journal* ;181(4): 125-131.
- 6- Bollen CM, Lambrechts P, Quirynen M (1997). Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dent Mater*; 13(4): 258-69.

- 7- Ferracane JL (2006). Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *Dent Mater.* 22(3): 211-22.
- 8- Fuller JL, Johnson WW (1997). Citric acid consumption and the human dentition. *J Am Dent Ass*, v. 95,p. 80-84.
- 9- Gregory-Head BL, Curtis DA, Kim L & Cello J (2000). Evaluation of dental erosion in patients with gastroesophageal reflux disease *Journal Prosthetic Dentistry*;83 (6): 675-680.
- 10-Kakaboura, A., Fragouli, M., Rahiotis, C. & Silikas, N. (2007). Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *J Mater Sci Mater Med* ;18: 155–163.
- 11-Kitchens, M. & Owens, B.M. (2007). 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* ;31:153–159.
- 12-Lee YK, Lu H, Oguri M, Powers JM (2005). Changes in gloss after simulated generalized wear of composite resins. *J Prosthet Dent.*; 94(4): 370-376.
- 13-Lussi A, Jaeggi T, Zero D (2004). The role of diet in the aetiology of dental erosion. *Caries Res*; 38(Suppl 1): 34-44.
- 14-McKinney JE, Wu W (1985).Chemical softening and wear of dental composites, *J. Dent. Res.* 64,1326–1331.
- 15-Moraes RR, Marimon JL, Schneider LF, Sinhoreti MA, Correr-Sobrinho L, Bueno M (2008). Effects of 6 months of aging in water on hardness and surface roughness of two microhybrid dental composites. *J Prosthodont.*; 17(4):323-6.
- 16-Prakki A, Cilli R, Mondelli RFL, Kalachandra S, Pereira JC (2005). Influence of pH environment on polymer based dental material properties. *J Dent.*; 33(2):91-98.

- 17-Rios D, Honório HM, Francisconi LF, Magalhães AC, Machado MAAM, & Buzalaf MAR (2008). In situ effect of an erosive challenge on different restorative materials and on enamel adjacent to these materials *Journal of Dentistry* ;36(2): 152-157.
- 18-Sarkar NK. Internal corrosion in dental composite wear: Its significance and simulation (2000). *J Biomed Mater Res*; 53(4): 371-80.
- 19-Sarrett DC, Coletti DP, Peluso AR (2000). The effects of alcoholic beverages on composite wear. *Dent Mater*;16(1): 62-7.
- 20-Silva MA, Fardin AB, de Vasconcellos RC, Santos Lde M, Tonholo J, da Silva JG Jr, dos Reis JI (2011). *Microsc Microanal*;17(3):446-51.
- 21-Sideridou ID, Achilias DS (2005). Elution study of unreacted Bis-GMA, TEGDMA, UDMA, and Bis-EMA from light-cured dental resins and resin composites using HPLC. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*; 74(1): 617-626.
- 22-Shabanian M, Richards LC (2002). *In vitro* wear rates of materials under different loads and varying pH. *J Prosthet Dent*. 87(6): 650-656.
- 23-Yap AU, Low JS, Ong LFKL (2000). Effect of food-simulating liquids on surface characteristics of composite and polyacid-modified composite restoratives. *OperDent*; 25(3): 170-176.
- 24-Yap AU, Wattanapayungkul P, Chung SM (2003).Influence of the polymerization process on composite resistance to chemical degradation by foodsimulating liquids. *Oper Dent*; 28(6): 723-727.
- 25-Yazici AR, Tuncer D, Antonson S, Onen A, Kilinc E (2010). Effects of delayed finishing/polishing on surface roughness, hardness and gloss of tooth coloured restorative materials. *Eur J Dent*. Jan; 4(1): 50-56.
- 26-Turssi CP, Hara AT, Serra MC, Rodrigues Jr AL (2002). Effect of storage media upon the surface micromorphology of resin-based restorative materials. *J Oral Rehabil*; 29(9): 864-71.
- 27-Zero DT. Etiology of dental erosion--extrinsic factors (1996). *Eur J Oral Sci*;104(2): 162-77.

CONCLUSÕES GERAIS

Assim baseado nos resultados obtidos pôde-se concluir que:

- A imersão em Coca-Cola altera as características de superfície de restaurações de resina composta.
- A imersão em Coca-Cola acentuou a microinfiltração marginal quando comparada aos espécimes em imersão em saliva artificial.
- A imersão em cerveja, vodka e whisky reduzem a microdureza de superfície das resinas compostas
- O whisky foi a solução alcoólica mais agressiva reduzindo de forma acentuada a microdureza e aumentando a rugosidade de superfície da resina Durafill.
- A cerveja e whisky produziram maiores alterações de rugosidade superficial e microdureza das resina analisadas.

REFERÊNCIAS

1. Bagheri R, Burrow MF, Tyas M. Influence of food-simulating solution and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *J Dent.* 2005; 33(5):389-8.
2. Bollen CML, Lambrechts P, Quirynem M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: A review of the literature. *Dent Mater.* 1997; 13(4): 258-69.
3. Ferracane, J.L. ~1996!. The effect of resin formulation on the degree of conversion and mechanical properties of dental restorative resin. *J Biomed Mater Res* 1996; 20, 121–131.
4. Ferracane JL. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *Dent Mater.* 2006; 22(3): 211-22.
5. Kakaboura, A., Fragouli, M., Rahiotis, C. & Silikas, N. Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *J Mater Sci Mater Med* 2007;18, 155–163.
6. Lee SY, Greener EH, Mueller HJ, Chiu CH. Effect of food and oral simulating fluids on dentine bond and composite strength. *J Dent.* 1994;22:352–9
7. Moszner N, Fischer UK, Angermann J, Rheinberger V. Bis-(acrylamide)s as new cross-linkers for resin-based composite restoratives. *Dent Mater.* 2006; 22(12): 1157-62.
8. Palin WM, Fleming GJ, Burke FJ, Marquis PM, Randall RC. The influence of short and medium-term water immersion on the hydrolytic stability of novel low-shrink dental composites. *Dent Mater.* 2005; 21(9): 852-63.
9. Prakki A, Cilli R, Mondelli RFL, Kalachandra S, Pereira JC. Influence of pH environment on polymer based dental material properties. *J Dent.* 2005; 33(2): 91-8.

10. Puckett AD, Fitchie JG, Kirk PC, Gamblin J. Direct composite restorative materials. *Dent Clin North Am.* 2007; 51(3): 659-75.
11. Rueggeberg FA. From vulcanite to vinyl, a history of resins in restorative dentistry. *J Prosthet Dent.* 2002; 87(4): 364-79.
12. da Silva MAB, Fardin AB, de Vasconcellos RC, Santos LM, Tonholo J, Júnior JG, Dos Reis JIL. Analysis of Roughness and Surface Hardness of a Dental Composite Using Atomic Force Microscopy and Microhardness Testing. *Microsc Microanal.* 2011; 15:1-6.
13. Silikas, N., Kavvadia, K., Eliades, G. & Watts, D.C. Surface characterization of modern resin composites: A multitechnique approach. *Am J Dent* 2005; 18, 95–100.
14. Soares LE, Cesar IC, Santos CG, De Cardoso AL, Liporoni PC, Munin E, Martin AA. Influence of coffee on reflectance and chemistry of resin composite protected by surface sealant. *Am J Dent.* 2007; 20(5): 299-304.
15. Souza NC, Pozzobon RT, Susin AH, Jaeger F. Avaliação da rugosidade superficial de uma resina composta: influência de diferentes bebidas alcoólicas e uma bebida energética. *RGO*, 2005; 53(1):71-84.
16. Yamamoto K, Ohashi S, Taki E, Hirata K. Adherence of oral streptococci to composite resin of varying surface roughness. *Dent Mater J.* 1996; 15(2):201-4.
17. Yip KH, Smales RJ, Kaidonis JA. Differential wear of teeth and restorative materials: Clinical implications. *Inter J Prosthodont.* 2004; 17(3): 350-6.

LEGENDAS E FIGURAS

Figura 1 : Compósito restaurador Filtek™ Z350 XT (3M/ESPE)

Figura 2: Dispositivo para padronização do preparo cavitário

Figura 3: Preparo cavitário

Figura 4: Amostra

Figura 5: Amostra utilizada para as análises de microdureza, rugosidade e microinfiltração marginal do Capítulo 1.

Figura 6: Imersão em Coca-cola dos espécimes do Capítulo 1.

Figura 7: Imersão em Café dos espécimes do Capítulo 1.

Figura 8: Eppendorf com amostra em saliva artificial.

APÊNDICE



Figura 1

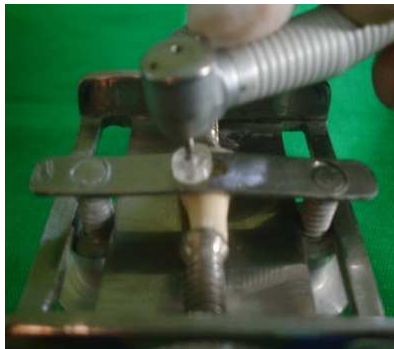


Figura 2



Figura 3



Figura 4

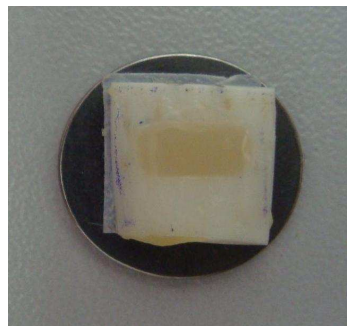


Figura 5



Figura 6



Figura 7



Figura 8

LEGENDAS E FIGURAS

Figura 9 : Compósitos restauradores Filte Z350 XT (3M/ESPE), Z250 (3M/ESPE) e Durafiil VS (Heraus/Kulzer)

Figura 10: Matriz de silicone polimerizada por condensação

Figura 11: Amostra utilizada para as análises de microdureza, rugosidade do Capítulo 2.

Figura 12: Bebidas alcoólicas utilizadas no Capítulo 2.

Figura 13: Imersão em Whisky dos espécimes do Capítulo 2.

Figura 14: Amostra posicionada no microdurômetro para leitura da microdureza com penetrador Knoop.

Figura 15: Amostra posicionada no AFM para leitura da rugosidade.

APÊNDICE



Figura 9

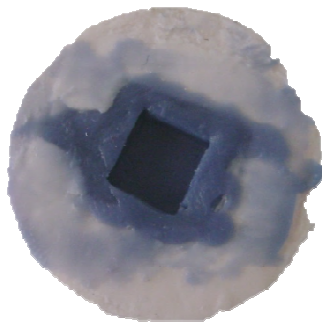


Figura 10



Figura 11

APÊNDICE



Figura 12



Figura 13

APÊNDICE



Figura 14



Figura 15

ANEXOS

CAPÍTULO I

