



**Universidade Norte do Paraná**

---

**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
MESTRADO EM ODONTOLOGIA**

**FABIANA MEZZAROBA ORTENZI GRACIANO**

**AVALIAÇÃO DA ALTERAÇÃO DE COR DE RESINAS  
COMPOSTAS NANOPARTICULADAS E PROPRIEDADES  
RELACIONADAS APÓS IMERSÃO EM BEBIDAS**

---

Londrina  
2008

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

FABIANA MEZZAROBA ORTENZI GRACIANO

**AVALIAÇÃO DA ALTERAÇÃO DE COR DE RESINAS  
COMPOSTAS NANOPARTICULADAS E PROPRIEDADES  
RELACIONADAS APÓS IMERSÃO EM BEBIDAS**

Dissertação apresentada à Universidade Norte do Paraná - UNOPAR, como parte integrante dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Orientadora:  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Linda Wang

Londrina  
2008

## FABIANA MEZZAROBA ORTENZI GRACIANO

Filiação	Armando Ortenzi Filho Ivone Mezzaroba Ortenzi
Naturalidade	Londrina - Paraná
Nascimento	03 de Novembro de 1971
1989 – 1993	Graduação em Odontologia - UEL: Universidade Estadual de Londrina - Paraná
2007 - 2009	Curso de Pós-Graduação na área de Dentística, nível Mestrado, na Universidade Norte do Paraná - UNOPAR
Associações	ABO - Associação Brasileira de Odontologia  SBPqO - Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica

GRACIANO, F. M. O. **Avaliação da alteração de cor de resinas compostas nanoparticuladas e propriedades relacionadas após imersão em diferentes bebidas.** 2008. 96f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) Universidade Norte do Paraná, Londrina.

## RESUMO

O consumo de bebidas, potencialmente erosivas às estruturas dentárias, também pode provocar efeitos adversos nos materiais restauradores presentes na cavidade bucal. Este trabalho teve o objetivo de avaliar a alteração de cor e propriedades mecânicas relacionadas (sorção e rugosidade) de resinas nanoparticuladas após imersão em diferentes bebidas. As hipóteses nulas testadas foram: 1- Não há diferença de comportamento entre as resinas compostas avaliadas em relação à fotopolimerização com diferentes fontes de luz; 2- Não há diferença de comportamento entre as resinas compostas avaliadas em relação à sorção de água; 3 – Não há diferença para as resinas compostas ao longo do tempo quanto à ação provocada pelas diferentes bebidas na rugosidade superficial; 4- Não há diferença para as resinas compostas ao longo do tempo quanto à ação provocada pelas diferentes bebidas na alteração de cor. Os materiais testados foram: resina composta nanoparticulada- Filtek Z350<sup>®</sup> e a nano-híbrida Grandio<sup>®</sup> comparativamente aos grupos controle (microhíbridas) Filtek Z250<sup>®</sup> e Master Fill<sup>®</sup>. Para o teste de sorção em água foram confeccionados oito corpos-de-prova de cada material para cada unidade fotoativadora (halógena ou LED- diodos emissores de luz) e submetidos aos ciclos de dessecação, hidratação e nova dessecação. Adicionalmente, trinta e dois corpos-de-prova para cada resina composta foram confeccionados para serem analisados em relação à rugosidade e alteração de cor. Após polimento permaneceram 24 horas mantidos individualmente em água antes dos desafios de ciclagem química em: A- água; B- Coca-cola<sup>®</sup>; C- Sprite<sup>®</sup>; D- vinho tinto Santa Helena<sup>®</sup>. Estes desafios foram realizados por 04 semanas, sendo que ao final de cada semana, as leituras de rugosidade e alteração de cor foram registradas. A rugosidade foi aferida com três leituras aleatórias em cada superfície. A alteração de cor foi avaliada da mesma forma, usando o método de espectrofotometria (CIELab). Para cada teste, os dados foram analisados estatisticamente por ANOVA a dois critérios e Tukey ( $p < 0,05$ ). Os resultados demonstraram diferença entre FZ350<sup>®</sup> ( $27,71\mu\text{m}/\text{mm}^3$ ) e Grandio<sup>®</sup> ( $12,70\mu\text{m}/\text{mm}^3$ ). A rugosidade superficial para cada resina composta não foi afetada ao longo do tempo em nenhuma imersão. A alteração de cor não ocorreu de forma significativa para nenhuma das resinas quando testadas em água ou Sprite<sup>®</sup>. Para a Coca-cola<sup>®</sup>, houve alteração significativa para todas as resinas compostas. O vinho tinto foi a única bebida que provocou alteração desde o primeiro momento de avaliação para todas as resinas compostas testadas. Diante dos resultados, as hipóteses nulas 1 e 3 foram rejeitadas e a 2 foi aceita. A sorção foi material-dependente, a rugosidade dos materiais não foi afetada pelos desafios e a alteração de cor foi dependente do material, da bebida e do tempo.

Palavras-chave: Resinas compostas. Degradação química. Manchamento.  
Rugosidade Superficial.

GRACIANO, F. M. O. **Evaluation of color change of nanofilled resin composites and related properties after immersion in different beverages.** 2008. 96p. Dissertation (Master of Dentistry) University North of Paraná, Londrina.

### ABSTRACT

Beverage consumption with erosive potential to tooth structure can also affect negatively the restorative materials presented in the oral environment. This study aimed to evaluate the color change and related properties (sorption and roughness) of nanofilled resin composites after immersion in different beverages. The null hypothesis were: 1- There is no difference among tested resin composites related to fotopolymerization with different light sources; 2- There is no difference among tested resin composites related to water sorption; 3 - There is no difference on the provoked action of different beverages related to superficial roughness; 4- There is no difference on the provoked action of different beverages related to color change. The tested materials were: nanofilled resin composite Filtek Z350<sup>®</sup> and nanohybrid Grandio<sup>®</sup> compared to microhybrid control groups Filtek Z250<sup>®</sup> and Master Fill<sup>®</sup>. For water sorption, eight specimens were prepared for each material and for each light curing unit (halogen or LED- light emitting diode) and submitted to dissection, hydration and new dissection cycles. Additionally, thirty two specimens for each material were prepared to assess roughness and color change. After polishing, they were individually stored for 24 hours in water before chemical cycles challenge in A- water; B- Coca-cola<sup>®</sup>; C- Sprite<sup>®</sup>; D- red wine Santa Helena<sup>®</sup>. These challenges were performed for 4 weeks, and at the end of each week, roughness and color changes alterations were randomly registered three times for each surface. Color change was assessed in the same manner using spectrophotometer method (CIELab). For each test, data were statistically analyzed using two-way ANOVA and Tukey ( $p < 0,05$ ). The results showed differences between FZ350<sup>®</sup> ( $27,71\mu\text{m}/\text{mm}^3$ ) and Grandio<sup>®</sup> ( $12,70\mu\text{m}/\text{mm}^3$ ). Roughness for each resin composite was not affected over time for any immersion. Color change was not significant for any material when immersed in water or sprite. Coca-cola provoked color change for all resin composites. Wine was the only beverage that caused color change from in the first week. According to the results, null hypothesis 1 and 3 were rejected and number 2 was accepted. Sorption was material-dependent; roughness was not affected by simulated challenges and color change dependent on material, beverage and over time.

Key-words: Resin composite. Quimic degradation. Staining. Superficial roughness.

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Características das resinas compostas testadas.....	33
Quadro 2	Soluções utilizadas na ciclagem química.....	41
Quadro 3	Distribuição dos grupos de estudo e controle.....	42

## LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1	Modelo da matriz em aço inoxidável utilizada.....	36
Fotografia 2	Fotopolimerização do corpo-de-prova, realizada em ambos os lados.....	37
Fotografia 3	Frascos para armazenamento dos corpos-de-prova, com as abreviaturas dos grupos, com identificação lateral e na tampa.....	38
Fotografia 4	Vista aproximada da ponta ativa de diamante do Rugosímetro.....	38
Fotografia 5	Espectrofotômetro (A), fundo branco (B).....	40
Fotografia 6	Suporte para os corpos-de-prova, confeccionado em EVA branco, colocado dentro de um pote plástico, onde foi depositada a solução.....	43

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Médias e erros padrão da sorção de água.....	44
Tabela 2	Médias e erros padrão de $\Delta E$ para a resina Filtek Z350 <sup>®</sup> , durante as quatro semanas de avaliação.....	49
Tabela 3	Médias e erros padrão de $\Delta E$ para a resina Grandio <sup>®</sup> , durante as quatro semanas de avaliação.....	50
Tabela 4	Médias e erros padrão de $\Delta E$ para a resina Filtek Z250 <sup>®</sup> , durante as quatro semanas de avaliação.....	51
Tabela 5	Médias e erros padrão de $\Delta E$ para a resina Master Fill <sup>®</sup> , durante as quatro semanas de avaliação.....	52

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Comparação da sorção das resinas compostas em função das unidades fotoativadoras.....	45
Gráfico 2	Médias dos valores de rugosidade superficial da resina Filtek Z350 <sup>®</sup> , imersa em água.....	46
Gráfico 3	Médias dos valores de rugosidade superficial da resina Filtek Z350 <sup>®</sup> , desafiada em Coca-cola <sup>®</sup> .....	46
Gráfico 4	Médias dos valores de rugosidade superficial da resina Filtek Z350 <sup>®</sup> , desafiada em Sprite <sup>®</sup> .....	46
Gráfico 5	Médias dos valores de rugosidade superficial da resina Filtek Z350 <sup>®</sup> , desafiada em vinho tinto.....	46
Gráfico 6	Médias dos valores de rugosidade superficial da resina Grandio <sup>®</sup> , imersa em água.....	47
Gráfico 7	Médias dos valores de rugosidade superficial da resina Grandio <sup>®</sup> , desafiada em Coca-cola <sup>®</sup> .....	47
Gráfico 8	Médias dos valores de rugosidade superficial da resina Grandio <sup>®</sup> , desafiada em Sprite <sup>®</sup> .....	47
Gráfico 9	Médias dos valores de rugosidade superficial da resina Grandio <sup>®</sup> , desafiada em vinho tinto.....	47
Gráfico 10	Médias dos valores de rugosidade superficial da resina Filtek Z250 <sup>®</sup> , imersa em água.....	48
Gráfico 11	Médias dos valores de rugosidade superficial da resina Filtek Z250 <sup>®</sup> , desafiada em Coca-cola <sup>®</sup> .....	48
Gráfico 12	Médias dos valores de rugosidade superficial da resina Filtek Z250 <sup>®</sup> , desafiada em Sprite <sup>®</sup> .....	48
Gráfico 13	Médias dos valores de rugosidade superficial da resina Filtek Z250 <sup>®</sup> , desafiada em vinho tinto.....	48
Gráfico 14	Médias dos valores de rugosidade superficial da resina Master Fill <sup>®</sup> , imersa em água.....	49
Gráfico 15	Médias dos valores de rugosidade superficial da resina Master Fill <sup>®</sup> , desafiada em Coca-cola <sup>®</sup> .....	49

Gráfico 16	Médias dos valores de rugosidade superficial da resina Master Fill <sup>®</sup> , desafiada em Sprite <sup>®</sup> .....	49
Gráfico 17	Médias dos valores de rugosidade superficial da resina Master Fill <sup>®</sup> , desafiada em vinho tinto.....	49

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>CIE</b>	“Commission Internationale de l’Eclairage”
<b>CIV</b>	Cimento de ionômero de vidro
<b>ΔE</b>	Variação de alteração de cor
<b>FA</b>	Resina Filtek Z350 <sup>®</sup> imersa em água
<b>FC</b>	Resina Filtek Z350 <sup>®</sup> imersa em coca-cola <sup>®</sup>
<b>FS</b>	Resina Filtek Z350 <sup>®</sup> imersa em sprite <sup>®</sup>
<b>FV</b>	Resina Filtek Z350 <sup>®</sup> imersa em vinho tinto <sup>®</sup>
<b>GA</b>	Resina Grandio <sup>®</sup> imersa em água
<b>GC</b>	Resina Grandio <sup>®</sup> imersa em coca-cola <sup>®</sup>
<b>GS</b>	Resina Grandio <sup>®</sup> imersa em sprite <sup>®</sup>
<b>GV</b>	Resina Grandio <sup>®</sup> imersa em vinho tinto <sup>®</sup>
<b>MA</b>	Resina Master Fill <sup>®</sup> imersa em água
<b>MC</b>	Resina Master Fill <sup>®</sup> imersa em coca-cola <sup>®</sup>
<b>MS</b>	Resina Master Fill <sup>®</sup> imersa em sprite <sup>®</sup>
<b>MV</b>	Resina Master Fill <sup>®</sup> imersa em vinho tinto <sup>®</sup>
<b>®</b>	Marca registrada
<b>ZA</b>	Resina Filtek Z250 <sup>®</sup> imersa em água
<b>ZC</b>	Resina Filtek Z250 <sup>®</sup> imersa em coca-cola <sup>®</sup>
<b>ZS</b>	Resina Filtek Z250 <sup>®</sup> imersa em sprite <sup>®</sup>
<b>ZV</b>	Resina Filtek Z250 <sup>®</sup> imersa em vinho tinto <sup>®</sup>

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>A</b>	Coordenada de cromaticidade (faixa entre vermelho e verde)
<b>B</b>	Coordenada de cromaticidade (faixa entre amarelo e azul)
<b>°C</b>	Graus Celsius
<b>F</b>	Resina composta Filtek Z350
<b>G</b>	Grama
<b>G</b>	Resina composta Grandio
<b>L</b>	Luminosidade
<b>LED</b>	“Light emitting diode” (Diodo emissor de luz)
<b>M</b>	Resina composta Master Fill
<b>µg</b>	Micrograma
<b>Mm</b>	Micrometro
<b>M</b>	Massa
<b>MG</b>	Miligrama
<b>mL</b>	Mililitro
<b>Mm</b>	Milímetro
<b>mm<sup>3</sup></b>	Milímetro cúbico
<b>mW</b>	Miliwatts
<b>nº</b>	Número
<b>V</b>	Volume
<b>Ws</b>	“Water sorption” (Sorção)
<b>Z</b>	Resina composta Filtek Z250

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	19
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	22
<b>3 PROPOSIÇÃO</b> .....	32
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	33
4.1 TESTE DE SORÇÃO.....	33
4.1.1 MATERIAL DO TESTE DE SORÇÃO.....	33
4.1.2 MÉTODO PARA O TESTE DE SORÇÃO.....	34
4.1.2.1 Confeção dos corpos-de-prova.....	34
4.1.2.2 Teste de sorção.....	34
4.1.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS DE SORÇÃO.....	35
4.2 TESTE DE RUGOSIDADE DE SUPERFÍCIE E ANÁLISE DE COR .....	36
4.2.1 MATERIAL PARA TESTE DE RUGOSIDADE DE SUPERFÍCIE E ANÁLISE DE COR .....	36
4.2.1.1 Resinas compostas.....	36
4.2.2 MÉTODOS PARA TESTE DE RUGOSIDADE DE SUPERFÍCIE E ANÁLISE DE COR .....	36
4.2.2.1 Confeção dos corpos-de-prova.....	36
4.2.2.2 Análise da rugosidade superficial.....	38
4.2.2.3 Análise óptica- estudo da cor.....	39
4.2.2.4 Ciclagem química.....	41
4.2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL E ANÁLISE DE COR.....	43
<b>5 RESULTADOS</b> .....	44
5.1 SORÇÃO.....	44
5.2 RUGOSIDADE DE SUPERFÍCIE.....	45
5.3 ANÁLISE DE COR.....	49
<b>6 DISCUSSÃO</b> .....	53
<b>7 CONCLUSÃO</b> .....	64
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	65
<b>APÊNDICE</b> .....	74

## 1 INTRODUÇÃO

O sucesso clínico de uma restauração não pode ser avaliado apenas pelo seu resultado imediato, mas principalmente pela longevidade que oferece. As resinas compostas fazem parte da categoria dos materiais restauradores estéticos e por isso, além dos aspectos funcionais e biológicos, a manutenção da textura superficial e cor é fundamental na determinação da qualidade do trabalho (DAHL; CARLSSON; EKFELODT, 1993; IAZZETTI et al., 2000; REIS et al., 2003; LEE et al., 2004; LEE et al., 2005; DIETSCHI; ARDU; KREJCI, 2006; FRANCO et al., 2006; JANDA et al., 2007; POLYDOROU et al., 2007a; LIM et al., 2008).

Nos últimos anos, as resinas compostas passaram por inúmeras modificações em sua composição na tentativa de aperfeiçoar a longevidade do resultado clínico, tentando conciliar resistência e estética (JORGENSEN; ASMUSSEN, 1978; LI et al., 1985; ASMUSSEN; PEUTZFELDT, 1998; DAVIS, 2003; DUKE, 2003; PRAKKI et al., 2005). Dentre as alterações realizadas, a matriz orgânica ainda consiste em um maior desafio e por isso, a carga de partículas foi o maior foco de modificações (LU et al., 2006; BEUN et al., 2007).

As resinas nanoparticuladas foram introduzidas no mercado com o intuito de oferecer propriedades otimizadas de resistência e qualidade de polimento (DAVIS, 2003; DUKE, 2003; MITRA; WU; HOLMES, 2003). A quantidade e distribuição destas partículas menores e/ou aglomeradas poderiam proteger a matriz orgânica de desgaste precoce. Com esta distribuição, a resistência ao desgaste químico também poderia ser esperada.

Uma vez que os hábitos alimentares da população moderna consistem em ingestão de bebidas como refrigerantes e bebidas alcoólicas, uma reação destes produtos com os materiais presentes na cavidade bucal pode ocorrer, alterando estas estruturas.

A perda de estrutura dentária provocada por agentes ácidos não envolvendo microrganismos é denominada erosão. No esmalte, este processo leva ao desarranjo da estrutura prismática do esmalte, levando à sua desmineralização. Há inúmeros trabalhos relatados na literatura na busca do entendimento deste processo com o intuito de amenizar as conseqüências da erosão (MAHONEY et al., 2003; BARBOUR et al., 2005; TAHMASSEBI et al., 2006; GANS et al., 2007; MAGALHÃES et al., 2007; SCHLUETER et al., 2007). Comparativamente, ainda são poucos os

trabalhos demonstrando o que a erosão pode causar negativamente sobre os materiais restauradores, sobretudo nas resinas compostas (BADRA et al., 2005; MAGALHÃES et al., 2007; HONÓRIO et al., 2008).

Dos trabalhos com este intuito, a microdureza, desgaste e rugosidade superficial são as principais propriedades investigadas (BADRA et al., 2005; WONGKHANTEE et al., 2006; HONÓRIO et al., 2008). Já as alterações de cor provocada pelas bebidas são focos mais recentes (KOLBECK et al., 2006).

Há de se considerar inicialmente que a cor é dimensionada por três aspectos principais: matiz, croma e valor, e, assim, sua mensuração se realiza de forma mais complexa. Para tanto, diferentes sistemas são propostos para tais análises, utilizando parâmetros complementares, visto que a propriedade óptica da cor corresponde a um resultado de associação de dimensões variadas (LEE et al., 2004). Desta forma, alterações individuais podem levar a alterações visíveis no conjunto.

A alteração de cor pode advir de resultados de reações internas, tais como as aminas terciárias, que agem como co-iniciadoras, e a canforoquinona (JANDA et al., 2007; SCHNEIDER et al., 2008). Dentre os fatores externos, certamente a ação químico-física dos alimentos e meio podem não só provocar alteração superficial de textura, bem como pigmentar a superfície (SCHULZE et al., 2003; KOLBECK et al., 2006; VILLALTA et al., 2006).

O entendimento do mecanismo de ação sobre as resinas compostas é o primeiro passo para buscar soluções que minimizem estes possíveis efeitos deletérios. As estruturas mais suscetíveis ao ataque ácido são a matriz orgânica e o agente silano que envolve as partículas (McKINNEY; WU, 1985; TURSSI et al., 2002).

Por se tratar de um polímero, as resinas compostas são materiais que devem ser polimerizados e a determinação do arranjo destas estruturas provocam maior ou menor resistência destes materiais (PIRES DE SOUZA et al., 2007). Uma matriz menos hidrofílica e de cadeias entrelaçadas oferece maior resistência (PRAKKI et al., 2005).

A incorporação de corantes, a qual causaria manchamento, poderia ocorrer pela capacidade de sorção de líquido pela matriz orgânica e também pela textura superficial que poderia agir como uma estrutura irregular resultante da ação ácida (DIETSCHI et al., 1994).

Como resultado destas reações, o manchamento se torna uma das principais preocupações clínicas, acarretando em substituição das restaurações (PIRES DE SOUZA et al., 2007).

Com a nanotecnologia, espera-se que as características desta resina aperfeiçoada aumentem sua capacidade tanto de resistência mecânica, como de resistir aos desafios químicos pelos quais são expostos.

Desta forma, este trabalho teve por objetivo avaliar propriedades relacionadas às alterações de cor das resinas compostas nanoparticuladas provocadas por imersões em diferentes bebidas.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Os compósitos modernos originaram-se do desenvolvimento da resina de BOWEN e a partir de então, várias alterações de composição e propriedades dos compósitos têm sido propostas (BOWEN, 1963; ASMUSSEN; PEUTZFELDT, 1998; WEINMANN; THALACKER; GUGGENBERGER, 2005).

Estes materiais são misturas complexas que geralmente consistem de uma matriz orgânica, uma carga inorgânica e um agente silano de ligação, o qual conecta a partícula e a matriz. A matriz polimerizável contém um ou mais monômeros de base tais como Bis-GMA (bisfenol A glicidilmetacrilato) e/ou UDMA (etileno uretano dimetacrilato), diluente co-monômero e vários aditivos, como fotoiniciadores, co-iniciadores, inibidores de polimerização e fotoestabilizadores (POLYDOROU, et al., 2007b).

As maiores modificações vieram da melhora dos sistemas de partículas, entretanto, apesar da considerável melhora das resinas compostas dentárias ao longo dos anos, nenhuma alteração fundamental no sistema de monômeros ocorreu desde que Bowen introduziu os dimetacrilatos na forma de Bis-GMA. Os sistemas de monômeros da maioria das resinas compostas continuam baseados no Bis-GMA ou seus derivados (ASMUSSEN; PEUTZFELDT, 1998; ÖZGÜNALTAY; YAZICI; GÖRÜCÜ, 2003; LU et al., 2006b).

A indicação destes materiais restauradores para restaurações anteriores ou posteriores dependia de sua composição de partículas, que lhe conferiam propriedades específicas (BOUSCHLICHER; RUEGGEBERG; WILSON, 2004). Resinas microparticuladas eram usadas para restaurações anteriores devido a sua alta capacidade de polimento, provendo qualidade estética, contudo, suas propriedades de resistência não eram suficientes para torná-las universais e permitir o uso para os procedimentos restauradores anteriores e posteriores. Clinicamente, havia uma alta porcentagem de material fraturado quando eram empregadas em áreas de alto estresse (SMALES; GERKE, 1992; DUKE, 2003; LU et al., 2006b). Resinas híbridas eram usadas nas restaurações posteriores por oferecem aumento de resistência (BAUM; PHILLIPS; LUND, 1995; BARATIERI et al., 2003).

A relevância do papel das partículas pode ser elucidada pelo trabalho de Li et al. (1985) que avaliaram duas séries de compósitos para determinar os efeitos do nível e tamanho das partículas em certas propriedades. Ambas as séries foram

preparadas pela incorporação de partículas de bário borosilicato silanizadas em uma matriz de resina de polifenil fotoativado. A primeira série continha partículas de carga com tamanho de 2µm, com níveis de carga de 20, 40, 45, 50 e 53% (vol.). A segunda série continha partículas de 15µm na quantidade de 20, 40, 50, 60 e 65% (vol.). Os testes conduzidos para avaliar as propriedades incluíam profundidade de polimerização, dureza, sorção de água, força de compressão, abrasão pela escovação, entre outras. A análise dos dados indicou que níveis aumentados de carga resultaram em aumento de dureza, da força de compressão, endurecimento e diminuição da sorção de água. Neste estudo, a resistência das resinas com partículas de 15µm foi amplamente superior àquelas com partículas de 2µm. Além disso, concluíram que se a quantidade de carga nos compósitos com partículas de 15µm fosse aumentada, sua resistência ao desgaste pela escovação também aumentaria.

Assim, um material restaurador universal que combinasse resistência e estética era esperado. Então surgiram as resinas microhíbridas, mas nenhuma delas apresentou estética e resistência combinadas num mesmo material, que resistisse ao longo do tempo, inclusive no que se refere à estabilidade de cor (STOBER; GILDE; LENZ, 2001; DAVIS, 2003). Os compósitos híbridos e microhíbridos permanecem os materiais mais populares para maioria dos procedimentos restauradores diretos (DUKE, 2003; WANG et al., 2004).

As resinas compostas se propõem a satisfazer a necessidade de reprodução das propriedades ópticas e mecânicas dos dentes (LIM et al. 2008). O propósito da restauração de resina é repor a estrutura dentária perdida de uma maneira que promova a aparência dos dentes naturais (LEE et al., 2005).

Desta maneira, os objetivos das restaurações não mudaram com o tempo, entretanto, a exigência estética cada vez maior por parte dos pacientes impulsionou uma maior evolução na qualidade destes materiais (DIETSCHI; ARDU; KREJCI, 2006; PARAVINA et al., 2006; PARAVINA; KIMURA; POWERS, 2006).

Com o surgimento de novas tecnologias que produzem partículas de tamanho nanométrico, polímeros reforçados com estas partículas deveriam mostrar suas propriedades aumentadas (DAVIS, 2003; MITRA; WU; HOLMES; 2003). Este material surgiu inicialmente com a marca comercial Filtek Supreme (3M ESPE). Nesta tecnologia, partículas isoladas ou aglomeradas (“nanoclusters”) formam a base da carga inorgânica, sendo as dimensões em torno de 20 a 75nm. Esta

combinação tem sido apresentada como o mecanismo para se ter um compósito com capacidade de polimento de uma resina microparticulada, pois, partículas menores são responsáveis por um melhor polimento e a partir desta idéia se espera que o compósito nanoparticulado possa ter aumento significativo nas propriedades físicas e, ainda, apresentar as características de resistência dos compósitos híbridos contemporâneos (DUKE, 2003; MITRA; WU; HOLMES, 2003; LEE et al., 2004; YAP; TAN; CHUNG, 2004).

Com o objetivo de comparar as resinas compostas de nanopartículas com resinas previamente disponíveis, Beun et al. (2007) utilizaram três resinas compostas de nanopartículas, quatro híbridas e duas microparticuladas. Os resultados mostraram que as resinas compostas de nanopartículas apresentavam, geralmente, maior módulo de elasticidade que as resinas de micropartículas. Além disso, os compósitos microparticulados apresentaram as menores propriedades mecânicas. Os autores concluíram que as resinas compostas nanoparticuladas mostravam melhores propriedades mecânicas do que as resinas híbridas universais e, assim, poderiam ser empregadas nas mesmas indicações clínicas.

Todavia, estudos têm demonstrado que o processo de degradação dos compósitos no ambiente bucal não pode ser somente atribuído ao desgaste mecânico, mas parcialmente associado com a degradação química de sua superfície (VAN GROENINGEN; JONGEBLOED; ARENDS, 1986; LARSEN; MUNKSGAARD, 1991; MAUPOMÉ et al., 1999; YAP et al., 2001; YAP; WATTANAPAYUNGKUL; CHUNG, 2003; VICHI; FERRARI; DAVIDSON, 2004; WONGKHANTEE et al., 2006; ZHOU et al., 2006). Esta degradação é causada pela exposição, intermitente ou continuamente, a agentes químicos encontrados na saliva, alimentos ou bebidas (JORGENSEN; ASMUSSEN; 1978; YAP et al., 2001; BARBOUR et al., 2005; VAN EYGEN; VANDE VANNET; WEHRBEIN, 2005).

A literatura tem reportado esta degradação como um fenômeno ácido-dependente, sendo categorizada erosão dentária, a qual descreve um processo de erradicação química e dissolução por ácidos não produzidos pelos microrganismos da flora bucal normal (LUSSI; JAEGGI; JAEGGI-SCHÄRER, 1995; IMFELD, 1996; BARBOUR et al., 2006; WONGKHANTEE et al. 2006). A erosão envolve uma remoção química de estrutura dentária por ácidos que provêm das desordens alimentares e refluxo gástrico ou de refrigerantes e sucos de frutas (LUSSI; JAEGGI; ZERO, 2004).

A ação química dos ácidos pode ocorrer além da estrutura dentária, nos materiais restauradores (LUSSI, 1996; HUGHES et al., 1999; MEURMAN; VESTERINEN, 2000; HONÓRIO et al., 2008).

O mecanismo de ação do processo erosivo difere dependendo do substrato. No elemento dentário, com a troca iônica, ocorre um processo de desmineralização, provocado principalmente pela condição ácida do elemento erosivo (LARSEN; MUNKSGAAR, 1991; BARBOUR, 2005). A bioapatita é perdida para o ambiente bucal, levando ao desarranjo molecular que caracteriza este processo químico. Já para os materiais dentários, o mecanismo de ação do processo erosivo é corrosivo. O agente erosivo altera a superfície agindo sobre a carga, mas principalmente sobre a matriz orgânica que compõe as resinas compostas (KHOKHAR; RAZZOOG; YAMAN, 1991; SAY et al., 2003).

A mudança de hábitos alimentares da vida moderna tem estimulado a ingestão crescente de bebidas industrializadas, notadamente refrigerantes e bebidas alcoólicas (NOMOTO; McCABE, 2001; BADRA et al., 2005; WETTON, 2006). Destas bebidas, refrigerantes a base de cola e vinho tinto são os que acabam por provocar maiores chances de manchamento por apresentarem corantes em sua composição (KHOKHAR; RAZZOOG; YAMAN, 1991; IAZZETTI et al., 2000; PARAVINA; ONTIVEROS; POWERS, 2002). Além disso, o baixo pH destas bebidas é o que mais desperta o cuidado da interação destes produtos com as superfícies dentárias e de materiais restauradores. A própria composição à base de água já permite que se provoque ao longo do tempo uma ação hidrolítica do polímero que compõe a matriz orgânica, uma desintegração hidrolítica da matriz e/ou da interface partícula-resina (SÖDERHOLM, 1984; VICHI; FERRARI; DAVIDSON, 2004; BAGHERI; BURROW; TYAS, 2007).

Os refrigerantes possuem uma acidez inerente devido ao ácido carbônico e outros ácidos presentes, que incluem notadamente o ácido fosfórico e o ácido cítrico, presentes nas bebidas tipo cola e ainda a presença de outros ácidos, os quais proporcionam sabor (TAHMASSEBI et al., 2006). Frequência, duração, temperatura e maneira de exposição ao ácido das bebidas afetam a extensão da erosão (MAUPOMÉ et al., 1999).

A ação destas bebidas pode exercer diferentes reações nas propriedades dos materiais (BADRA et al., 2005; MAGALHÃES, et al., 2007; HONÓRIO et al.,

2008). Há diversos trabalhos que se propõem a investigar estas ações das bebidas, principalmente da Coca-cola<sup>®</sup> e do vinho tinto através de várias metodologias utilizadas em diferentes trabalhos. As principais propriedades investigadas dizem respeito à microdureza e à rugosidade de superfície, que podem provocar alterações de cor (BARBOUR et al., 2005; KOLBECK et al., 2006).

A grande maioria dos trabalhos atribui o pH (acidez) como um dos principais fatores causadores de erosão (ASMUSSEN, 1984; TURSSI et al., 2001; ATTIN et al., 2005). Entretanto, a literatura também reporta que o pH elevado pode causar ações diferenciadas (PRAKKI et al., 2005).

A escolha da Coca-cola<sup>®</sup> como agente indutor erosivo é devido ao seu baixo pH e baixa concentração de cálcio e flúor (HONÓRIO et al., 2008).

Badra et al., 2005, avaliaram a ação de diferentes bebidas, entre elas a Coca-cola<sup>®</sup>, sobre as resinas compostas. Os autores revelaram que todas as bebidas alteraram, em algum grau, a microdureza e/ou rugosidade de superfície das resinas compostas testadas. Os efeitos das alterações variaram de levemente adverso até um impacto marcadamente negativo na microdureza e rugosidade de superfície dos compósitos, dependendo das características do material, tipo de bebida e período de avaliação. Concluíram ainda que, geralmente, um número maior de imersões nas bebidas resultou num impacto mais acentuado nas propriedades das resinas.

Wongkhantee et al. 2006, concluíram que a imersão em Coca-cola<sup>®</sup> reduziu a dureza de superfície de compósitos microparticulados, o que não aconteceu com os compósitos universais, mesmo usando um protocolo relativamente curto de 10 ciclos de 5s em alimentos ácidos alternadamente com 5s de saliva artificial. Segundo os autores, geralmente, alimentos com baixo pH têm um grande efeito erosivo, sendo que o pH da Coca-cola<sup>®</sup> é de 2,74, e sob estas condições ácidas, as resinas têm a tendência de erosão. A explicação seria uma maior redução de dureza das microparticuladas devido ao fato delas conterem maior quantidade de matriz e que os ácidos orgânicos induzem um amolecimento dos polímeros com base em Bis-GMA.

Honório e colaboradores, em 2008, avaliaram a capacidade erosiva da coca-cola<sup>®</sup> em diferentes materiais restauradores. Estes foram submetidos a ciclos erosivos de 5 minutos, três vezes ao dia, por um período de 35 dias. Os autores

obtiveram como resultados que a resina composta sofreu muito menos erosão comparada ao esmalte dentário e menos erosão que os grupos de cimentos de ionômero de vidro (CIV) testados. Concluíram que o ciclo erosivo poderia atacar a resina, como os trabalhos reportados onde houve alterações nas resinas compostas banhadas em ácidos orgânicos, devido ao amolecimento dos polímeros com base de Bis-GMA.

Quanto à capacidade erosiva do vinho, Meurman e Vesterinen, 2000, afirmam que o mecanismo pelo qual o vinho causa erosão dentária seria também ligado à sua acidez. Outros autores como Ley, Wagner e Bizhang, 2006, utilizaram o vinho tinto como solução erosiva e corante do esmalte devido ao seu alto conteúdo de etanol e tanino.

No caso dos materiais restauradores, o baixo pH (3 a 3,9) e o álcool contidos no vinho tinto podem afetar a integridade da superfície e causar manchamento (VILLALTA et al., 2006). O etanol encontrado nas formulações dos vinhos é conhecidamente capaz de amolecer a matriz orgânica (ASMUSSEN; PEUTZFELDT, 1998; YAP; WATTANAPAYUNGKUL; CHUNG, 2003).

Na ação erosiva, a perda de qualquer componente pode causar duas ações principais de relevância clínica imediata: alteração de cor (manchamento) e de textura superficial (rugosidade).

A maior desvantagem do material resinoso consiste em sua alteração de cor após a exposição prolongada ao ambiente bucal. Esta alteração resulta numa razão primária para substituição das restaurações de resinas compostas (SMALES; GERKE, 1992; DIETSCHI et al., 1994; VILLALTA et al., 2006).

O sucesso ou a falha estética de uma restauração depende primeiro da escolha do matiz, que deve ser realizada de forma precisa e então da estabilidade da cor do material ao longo do tempo (KHOKHAR; RAZZOOG; YAMAN, 1991; FAY; WALKER; POWERS, 1998; OKADA et al., 2001; PARAVINA et al., 2006; PARAVINA; KIMURA; POWERS, 2006; SIDHU et al., 2006).

A etiologia destas alterações é classificada como extrínsecas ou intrínsecas, ou seja, o comprometimento da estabilidade de cor dos compósitos dentários pode ser devido a razões exógenas e endógenas (LEE; POWERS, 2005; WONGKHANTEE et al. 2006). Os fatores intrínsecos envolvem a descoloração do próprio material resinoso, tais como a alteração da matriz orgânica da resina e da interface da matriz e partículas. Todo componente das resinas compostas pode

fazer parte deste fenômeno (DIETSCHI et al., 1994; REIS et al., 2003). A canforoquinona é o fotoiniciador mais comum utilizado nas resinas compostas restauradoras desde a introdução da luz visível como ativador e embora seja usada em muito pouca quantidade, ela influencia significativamente a cor do material (JANDA et al., 2004; SCHNEIDER et al., 2008). Outro componente muito importante do sistema fotoiniciador são as aminas terciárias que na sua foto reação geram produtos que tendem a causar descolorações amarelas a marrons avermelhadas sob a influência da luz ou calor (JANDA et al., 2007; SCHNEIDER et al., 2008).

Na interação entre a canforoquinona e a amina terciária há a produção de radical livre. Um fator que influencia esta formação de radicais nos sistemas canforoquinona/amina é a concentração de fotoiniciadores, que varia entre as marcas comerciais. Há evidência que maiores concentrações de fotoiniciadores melhoram o grau de conversão e as propriedades mecânicas dos polímeros. Infelizmente, não há benefícios observados, além de poderem afetar a estética devido à cor amarela da canforoquinona. De mais a mais, tem sido mostrado que a relação entre concentração e eficiência tem um limiar, que quando ultrapassado, o excesso de canforoquinona pode diminuir a conversão dos monômeros em polímeros (SCHNEIDER et al., 2008).

Entre as influências exógenas, há o procedimento clareador, mas principalmente o consumo de bebidas e alimentos corados, os quais provocam manchamento (STOBER; GILDE; LENZ, 2001; REIS et al., 2003; KOLBECK et al. 2006; POLYDOROU; HELLWIG; AUSCHILL, 2006; POLYDOROU et al., 2007a).

A composição e a conversão da resina composta também desempenham um papel importante e, ainda, tem sido mostrado que a água age como um carreador para os agentes de manchamento no processo de sorção de água (TURSSI et al., 2001; SCHULZE et al., 2003; JANDA et al., 2004). As alterações atingem todas as camadas do material e, portanto, não podem ser eliminadas posteriormente (KOLBECK et al., 2006).

Seguindo a polimerização da resina composta, um movimento da água para dentro causa mobilização de íons dentro da matriz e um movimento para fora causa liberação de monômeros residuais, íons de carga e ativadores. Esta sorção de água pode causar amolecimento da matriz de resina, redução da resistência ao manchamento e alterações na translucidez (SÖDERHOLM et al., 1984; KIM; LEE; POWERS, 2006).

O processo de incorporação de água das resinas polimerizadas ou a permeabilidade pode estar relacionada à polaridade das cadeias poliméricas. Há duas teorias quanto à difusão de água: a “teoria da interação” onde moléculas de água se anexam à cadeia polimérica via ligação com hidrogênio (afinidade da água por grupos polares hidrofílicos no polímero), induzindo inchamento e plastificação do polímero; e a “teoria do volume livre” onde a sorção de água nos polímeros não-polares se dá pelo movimento de moléculas de água “não ligadas” através dos espaços vazios dentro do polímero, sem nenhuma inter-relação com moléculas polares no material (MALACARNE et al., 2006; FABRE et al., 2007).

A qualidade da cadeia formada durante a polimerização também irá influenciar, em alguma extensão, quais moléculas podem ser levadas e quanto inchamento ocorre quando um polímero é saturado de solvente. Desta maneira, as características estruturais dos polímeros são fundamentais na determinação da extensão na qual os polímeros serão afetados pelo ambiente aquoso. A presença de ligações entre cadeias poliméricas geralmente resulta numa diminuição significativa na permeabilidade de água do polímero, devido a sua diminuição do volume livre e a habilidade das cadeias poliméricas de inchar. Moléculas de água que estão firmemente unidas aos locais polares ao longo da cadeia polimérica exibem alto efeito plastificador, desta maneira causando a redução das propriedades mecânicas pela alteração da mobilidade de seus segmentos de cadeia (MALACARNE et al., 2006).

Assim, a natureza hidrofílica de um polímero é em grande parte uma função da química de seus monômeros e ligações de suas cadeias poliméricas (MALACARNE et al., 2006). No caso de uma matriz mais hidrofílica, ocorre um aumento de sorção de água. Se a matriz se apresenta muito hidrofóbica, a sorção é menor e há um menor impacto na cor da resina (DIETSCHI et al., 1994; BUCHALLA et al., 2002).

Na ausência de forças mecânicas, o processo químico de dissolução pode produzir um aumento na rugosidade superficial, desta maneira, diferenças de cor aparente também podem estar relacionadas à rugosidade da superfície que provém dos procedimentos de polimento e desgaste, tão bem quanto da degradação química (VAN GROENINGEN; JONGEBLOED; ARENDS, 1986; YAP et al., 2001; SCHULZE et al., 2003).

Vários fatores influenciam o desgaste das resinas compostas, e assim, o efeito do volume e distribuição das partículas de carga na resistência ao desgaste parece seguir uma relação dependente (McKINNEY; WU, 1985; LEE et al., 2005). Paralelamente, ao lado do sistema de partículas, a matriz da resina e a junção partícula-matriz também têm uma importante influência no desgaste dos compósitos que pode resultar em diferentes rugosidades (MCKINNEY; WU, 1985; TURSSI et al., 2001; BADRA et al., 2005; LEE et al., 2005).

Características da superfície da resina composta, tais como a rugosidade, determinam a qualidade clínica e comportamento dos materiais restauradores. A estética das resinas compostas depende, em parte, da lisura da superfície (TURSSI et al., 2001; REIS et al., 2002; BAGHERI; BURROW; TYAS, 2007).

Se os líquidos intra-orais degradam e/ou provocam rugosidade quimicamente, os corantes podem penetrar mais facilmente, e se as camadas internas foram envolvidas, a alteração de cor é geralmente irreversível (KOLBECK et al. 2006; JANDA et al., 2007).

Além do manchamento propriamente dito, a alteração na superfície da resina composta pode gerar mudança na interação da luz incidente, levando a diferente percepção óptica por modificação da reflexão da luz (VICHI; FERRARI; DAVIDSON, 2004). A luz ao incidir sobre a superfície pode ser absorvida, refletida ou transmitida. A cor resulta desta relação causa-efeito (VICHI; FERRARI; DAVIDSON, 2004). A distribuição e tamanho da carga são determinantes no resultado da cor aparente. Assim sendo, a propriedade óptica apresenta relevância clínica por ser esta característica a principal vantagem das resinas compostas.

Propõem-se diferentes métodos para esta avaliação: puramente visuais com escalas padrões visuais, espectrofotômetros por transmissão de luz ou por métodos mais específicos com o sistema CIEL\*a\*b\* (KHOKHAR; RAZZOOG; YAMAN, 1991, PARAVINA; ONTIVEROS; POWERS, 2002; IAZZETTI et al., 2000; VICHI; FERRARI; DAVIDSON, 2004; LEE; LIM; KIM, 2005). Esta metodologia se baseia em uma análise de espectrofotômetro com distribuição tridimensional, seguindo padrões pré-determinados, valores de L\*, a\* e b\* estabelecidos pela CIE (Commission Internationale de l'Eclairage, 1976). Estas referências são coordenadas tridimensionais, onde L\* se refere à coordenada de luminosidade (valor) e, a\* e b\*, são coordenadas de cromaticidade que indicam a direção da cor, ou seja, se referem à faixa entre o vermelho e verde e à faixa entre o amarelo e azul,

respectivamente. Se os valores de  $a^*$  e  $b^*$  aumentam, a saturação da cor aumenta (SETTEMBRINI et al., 1995; IAZZETTI, et al., 2000; DIETSCHI; ROSSIER; KREJCI, 2006).

Diante deste cenário, torna-se relevante conhecer as perspectivas de comportamento das resinas categorizadas como nanoparticuladas diante do processo erosivo, cada vez mais freqüente.

### 3 PROPOSIÇÃO

Este trabalho teve como objetivo geral, analisar a alteração de cor das resinas compostas nanoparticuladas por meio de propriedades relacionadas, após imersão em bebidas.

As hipóteses nulas ( $H_0$ ) testadas foram de que:

- 1- Não há diferença de comportamento entre as resinas compostas avaliadas em relação à fotopolimerização com diferentes fontes de luz;
- 2- Não há diferença de comportamento entre as resinas compostas avaliadas em relação à sorção de água;
- 3- Não há diferença para as resinas compostas ao longo do tempo quanto à ação provocada pelas diferentes bebidas na rugosidade superficial;
- 4- Não há diferença para as resinas compostas ao longo do tempo quanto à ação provocada pelas diferentes bebidas na alteração de cor.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

Este capítulo se apresentará em partes para facilitar o entendimento dos fatores investigados. O trabalho desenvolvido foi um estudo do tipo **experimental in vitro**.

O delineamento experimental envolveu 4 fatores analisados: fotoativador (em dois níveis), material (quatro níveis), bebidas (4 níveis) e tempo (quatro níveis).

### 4.1 TESTE DE SORÇÃO

#### 4.1.1 MATERIAL DO TESTE DE SORÇÃO

No Quadro 1 estão as características específicas sobre a composição de cada resina composta utilizada neste estudo, todas na cor A2.

Resina composta (abreviatura)	Fabricante	Categoria	Matriz Orgânica	Carga Inorgânica
Filtek Z350 <sup>®</sup> (F)	3M ESPE	Nanoparticulada	Bis-GMA, Bis-EMA, TEGDMA	Zircônia/sílica e sílica (78,5% peso; 59,5% volume)
Grandio <sup>®</sup> (G)	VOCO	Nano-híbrida	Bis-GMA, TEGDMA	87% peso 71,4% volume
Filtek Z250 <sup>®</sup> (Z)	3M ESPE	Microhíbrida	Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA	Óxido de alumínio, sílica, óxido de zircônia (82% peso; 60% volume)
Master Fill <sup>®</sup> (M)	Biodinâmica	Microhíbrida	Bis-EMA, UDMA	79% volume

Quadro 1 – Características das resinas compostas testadas.\*

\* Dados fornecidos pelos fabricantes exceto a composição da carga inorgânica dos materiais Grandio<sup>®</sup> e Master Fill<sup>®</sup>.

\* Bis-GMA: bisfenol A diglicidilmetacrilato; Bis-EMA: bisfenol A glicidilmetacrilato etoxilato; TEGDMA: trietileno-glicoldimetacrilato; UDMA: etileno uretano dimetacrilato

#### 4.1.2 MÉTODO PARA O TESTE DE SORÇÃO

##### 4.1.2.1 Confeção dos corpos-de-prova

Oito corpos-de-prova de cada resina composta, na dimensão de 15 mm X 0,5 mm foram confeccionados, utilizando-se uma matriz de aço inoxidável, previamente isolada com aplicação de vaselina sólida, totalizando 32 corpos-de-prova.

As resinas foram inseridas em porção única na matriz, utilizando-se espátula adequada para sua manipulação. Para a obtenção de uma superfície lisa, tiras de celofane transparente foram posicionadas na superfície superior de cada espécime. Pressão digital foi aplicada sobre uma lâmina de vidro por meio da qual foi feita fotopolimerização com o uso do aparelho de luz halógena Optilight Plus<sup>®</sup> (Gnatus) ou LED Radian II<sup>®</sup> (SDI, Bayswater, Australia) com densidade de potência de 600 e 650 mW/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Houve o cuidado para a promoção da fotoativação em toda a área, por meio da demarcação prévia da lâmina de vidro em quadrantes. O acabamento lateral dos espécimes foi realizado removendo-se os excessos mais grosseiros com uma lâmina de bisturi n.º 12.

##### 4.1.2.2 Teste de sorção

Após a confecção das amostras, estas foram armazenadas em um dessecador a 37<sup>o</sup>C contendo sílica gel. Os discos foram pesados diariamente em uma balança de 0,0001g de precisão (Electronic Balance – modelo Bel Mark 205 A), constituindo um período de pesagem a cada 24 horas. O período foi repetido até conseguir uma massa constante  $m_1$ , constituindo o 1<sup>o</sup> ciclo de dessecação.

A espessura de cada amostra foi medida em três pontos com paquímetro digital antes do início do teste e no final.

Em seguida ao 1<sup>o</sup> ciclo de dessecação, as amostras foram armazenadas em 6mL de água deionizada por amostra a 37<sup>o</sup>C por sete dias (ciclo de hidratação).

Um relatório diário foi providenciado para as rotinas de laboratório. Durante todo o processo, o contato com as mãos foi evitado com utilização de luvas para minimizar a contaminação. Antes de cada pesagem, um tempo de dez minutos foi aguardado para se atingir a temperatura ambiente. No período do ciclo de

hidratação, um cuidado adicional foi tomado em relação à padronização da secagem dos corpos-de-prova. Papel absorvente de camada dupla foi utilizado e a secagem de ambos os lados da amostra efetuada, sem pressão. Os valores desta etapa foram monitorados até a estabilização, e registrados como  $m_2$ .

Após esta ciclagem, as amostras sofreram novo processo de dessecação e os valores de massa constante, anotados como  $m_3$ , constituindo o 2º ciclo de dessecação.

Os valores para sorção de água, em microgramas por milímetro cúbico, foram calculados usando a seguinte equação:

$$W_s = \frac{m_2 - m_3}{V}$$

Onde:

- $m_2$  é a massa obtida após a imersão em água deionizada ( $\mu\text{g}$ )
- $m_3$  é a massa obtida após o segundo ciclo de desidratação ( $\mu\text{g}$ )
- $V$  é o volume da amostra ( $\text{mm}^3$ )

Apesar de não usar  $m_1$  diretamente, é importante chegar neste valor para se atingir  $m_2$  e  $m_3$ , sendo  $m_1$  a massa constante obtida no primeiro ciclo de dessecação.

#### 4.1.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS DE SORÇÃO

Os dados obtidos do teste de sorção foram analisados estatisticamente, utilizando-se Análise de Variância (ANOVA) a dois critérios (material x polimerizador) e as diferenças entre os grupos, complementado pelo Teste de Tukey para múltiplas comparações, estabelecendo-se  $p < 0,05$ . Foi utilizado o programa Graph Prism 4.0.

## 4.2 TESTE DE RUGOSIDADE DE SUPERFÍCIE E ANÁLISE DE COR

### 4.2.1 MATERIAL PARA TESTE DE RUGOSIDADE DE SUPERFÍCIE E ANÁLISE DE COR

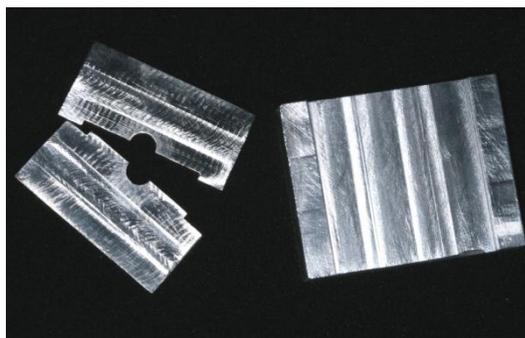
#### 4.2.1.1 Resinas compostas

As resinas compostas nanoparticulada, nano-híbrida e microhíbridadas são as mesmas utilizadas no teste de sorção, na cor A1, sendo as resinas consideradas um dos fatores a serem analisados (em quatro níveis) a ser associado aos fatores agente de imersão (em quatro níveis) e tempo (em quatro níveis).

### 4.2.2 MÉTODOS PARA TESTE DE RUGOSIDADE DE SUPERFÍCIE E ANÁLISE DE COR

#### 4.2.2.1 Confeção dos corpos-de-prova

Foram obtidos 32 corpos-de-prova de cada resina composta empregada, com dimensão de 6 mm X 3 mm, utilizando uma matriz de aço inoxidável bipartida confeccionada para o estudo (Fotografia 1), previamente isolada com aplicação de vaselina sólida com microbrush (Microbrush<sup>®</sup>), totalizando 128 corpos-de-prova. Cada resina composta será sub-divida em 4 grupos de 8 corpos-de-prova.

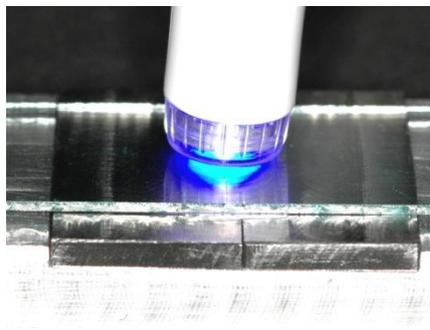


Fotografia 1 – Modelo da matriz em aço inoxidável utilizada.

Os materiais foram inseridos em porção única na matriz, utilizando-se espátulas Safident<sup>®</sup> dourada. Para a obtenção de uma superfície lisa e homogênea, foram utilizadas tiras de matriz de poliéster posicionadas na superfície superior e

inferior de cada espécime, e na superfície superior, por cima desta tira, uma lâmina de vidro.

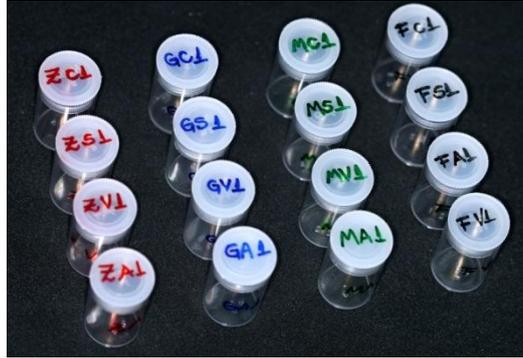
Pressão digital foi aplicada sobre esta lâmina de vidro, por meio da qual foi realizada a fotopolimerização, com o uso do aparelho de luz Radi II<sup>®</sup> (SDI) com densidade de potência de  $650 \text{ mW/cm}^2$ , pelo tempo em segundos de acordo com cada fabricante da resina fotopolimerizável utilizada. O mesmo procedimento foi realizado na superfície oposta do corpo-de-prova (Fotografia 2).



Fotografia 2 – Fotopolimerização do corpo-de-prova, realizada em ambos os lados.

A aferição da intensidade de luz foi realizada através do radiômetro LED Radiometer (Curing Radiometer / Demetron Research Corporation<sup>®</sup>, Danbury, CT, USA). Os espécimes foram retirados da matriz metálica, e o acabamento lateral realizado removendo-se os excessos mais grosseiros com uma lâmina de bisturi n<sup>o</sup>. 12.

Os corpos-de-prova foram mantidos por 24 h em 100% de umidade antes do procedimento de polimento. Os espécimes foram polidos individual e manualmente, na seguinte seqüência: lixa de granulação 600, passando para lixa 1200 e finalizando com disco de feltro, utilizando-se solução de suspensão aquosa de diamante (Extec Corporation<sup>®</sup>, Massachusetts, USA) através de movimentos padronizados, executados pelo mesmo operador. Após o polimento, os corpos-de-prova foram lavados em água deionizada e acondicionados em frascos plásticos individualizados e devidamente identificados até o momento de serem imersos de acordo com os desafios propostos (Fotografia 3).



Fotografia 3 – Frascos para armazenamento dos corpos-de-prova, com as abreviaturas dos grupos, com identificação lateral e na tampa.

#### 4.2.2.2 Análise da rugosidade superficial

Análise de rugosidade de superfície foi realizada com o uso do equipamento Hommel Tester T 1000<sup>®</sup> (HOMMELWERKE GmbH, Alte Tuttinger Strebe 20. D-7730. VS- Schwenningen). Três leituras aleatórias por espécime foram realizadas, rotacionando o corpo-de-prova. O dispositivo de leitura LV15 estava encaixado numa base metálica desenvolvida para sua adaptação, minimizando as interferências externas induzidas pela manipulação do operador. A ponta ativa de diamante de alta precisão (HOMMELWERKE D-7730<sup>®</sup> VS- Schwenningen, W. Germany, Art. Nr. 224160, 100090, série 502185, Fab. 56579, daten noch DIN 4772), ilustrada na Fotografia 4, deslizou sobre a superfície do corpo-de-prova.



Fotografia 4 – Vista aproximada da ponta ativa de diamante do rugosímetro.

As leituras foram efetuadas de forma a passar pelo centro da superfície de cada amostra, em sentido rotacional. Para a leitura da rugosidade superficial, houve ajuste do equipamento com parâmetro Ra ( $\mu\text{m}$ ) que traduz o valor da média aritmética de todas as distâncias absolutas do perfil de rugosidade (R) desde a linha central, dentro da extensão de medida Lm.

Os parâmetros utilizados foram padronizados no equipamento: Lt=1,5 mm, Lm=1,25 mm, Lc=0,25 mm (cutt-off) com T mínima = 0,01  $\mu\text{m}$  e T máxima= 8,00  $\mu\text{m}$ .

Sendo:

T= tolerância (valores extremos a serem considerados na leitura)

Lt= limite de tracejamento (extensão real percorrida pela ponta apalpadora)

Lm= limite de medição (extensão considerada na leitura)

Lc= cut-off (filtragem, minimizando a interferência de ondulação da superfície).

Estas leituras foram realizadas anteriormente ao desafio (valores iniciais) e nos tempos de 01, 02, 03 e 04 semanas após a ciclagem, utilizando os mesmos parâmetros.

#### 4.2.2.3 Análise óptica- estudo da cor

Para este teste foi utilizado o sistema CIEL\*a\*b\*. Esta metodologia se baseia em uma análise por espectrofotômetro com distribuição tridimensional, seguindo padrões pré-determinados: L\* a\* b\* definidos pela CIE (Commission Internationale de l'Eclairage, 1976).

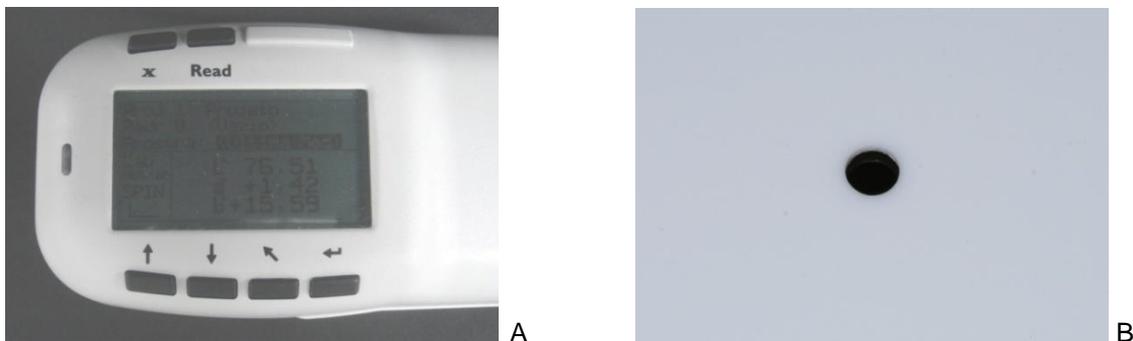
Estas referências são coordenadas tridimensionais, onde L\* se refere à coordenada de luminosidade, de escala de 0 a 100, e a\* e b\*, que são coordenadas de cromaticidade, as quais se referem à faixa entre o vermelho e verde e à faixa entre o amarelo e azul, respectivamente.

As diferenças de cor são dadas pelo  $\Delta E$ , o qual é obtido utilizando-se a seguinte equação:

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$$

Onde  $\Delta L$  é a diferença na luminosidade,  $\Delta a$  é a diferença no parâmetro vermelho-verde (-a= verde e + a= vermelho) e  $\Delta b$  é a diferença no parâmetro amarelo-azul (-b= azul e + b= amarelo).

Neste teste, os corpos-de-prova foram avaliados por meio do equipamento Espectrofotômetro de Esfera X-Rite-SP62 e X-Ritecolor Master CM2 (Fotografia 5A) em superfície branca (Fotografia 5B), acoplados ao computador (Figura 1). Cada corpo-de-prova foi analisado em triplicata. A medida foi efetuada utilizando o padrão D65. Este parâmetro se refere à luminosidade natural, de acordo com a incidência de luz solar, adotada nos estudos de cor.



Fotografia 5 – Espectrofotômetro utilizado (A); fundo branco (B).

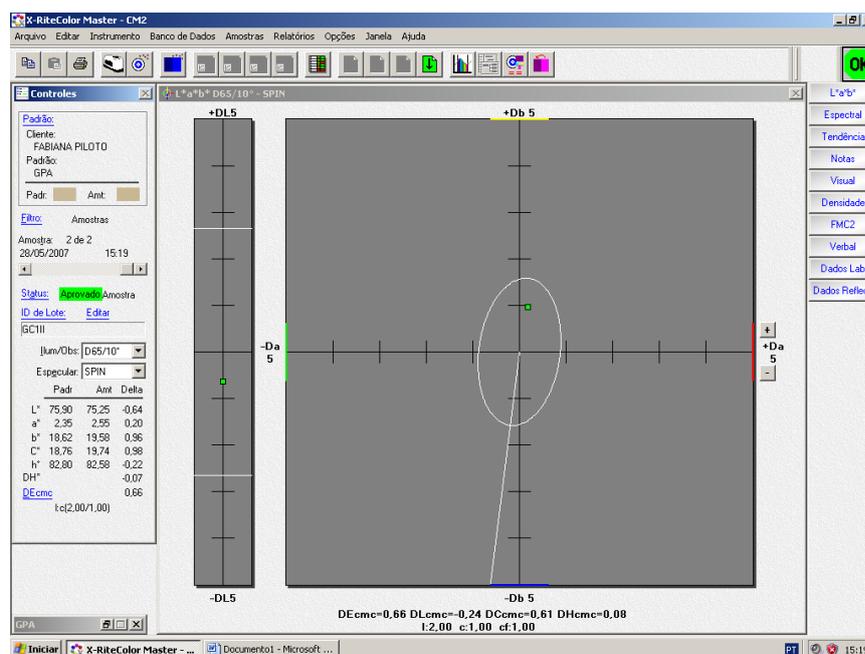


Figura 1 – Imagem da tela do computador acoplado ao espectrofotômetro, no momento da leitura de cor dos corpos-de-prova.

#### 4.2.2.4 Ciclagem química

Após cada uma destas análises iniciais propostas (análise de cor e análise de rugosidade superficial), os corpos-de-prova foram submetidos a uma ciclagem química, distribuídos em quatro diferentes soluções químicas (Quadro 2).

Solução Química	Composição*	Lote	Validade
Coca-Cola <sup>®</sup>	Água carbonada, extrato de noz de cola, cafeína, aroma natural, corante caramelo iv, acidulante ácido fosfórico, edulcorantes artificiais, conservador benzoato de sódio, regulador de acidez citrato de sódio.	12008XXP110 108	090708
Sprite <sup>®</sup>	Água gaseificada com 2,5% de suco de limão, acidulante ácido cítrico, edulcorantes artificiais, aroma natural, conservador benzoato de sódio e estabilizante citrato de sódio.	10247XXP240 208	220808
Vinho Tinto - Cabernet Sauvignon 2001 (Santa Helena <sup>®</sup> siglo de oro)	Vinho fino, tinto, seco. Conservantes PV (anidrido sulfuroso). Grado alc. 14º gl. Elaborado com uvas viníferas Cabernet Sauvignon Siglo de Oro. Produzido e engarrafado por Vinos de Chile S.A., Molina – Chile.	34	—
Água Deionizada	Elaborada no Laboratório da UNOPAR	—	—

Quadro 2 – Soluções utilizadas na ciclagem química.\*

\* Dados fornecidos pelos fabricantes.

O pH dos produtos utilizados são de média de 2,4 para os refrigerantes Coca-cola e Sprite, de 3,0 para o vinho. A água deionizada preparada em laboratório da Unopar apresentava pH de 5,0.

Os espécimes foram divididos conforme o Quadro 3:

Resinas	Grupos	Abreviaturas
Filtek Z350 <sup>®</sup>	Com imersão em Coca-cola <sup>®</sup>	FC
	Com imersão em Sprite <sup>®</sup>	FS
	Com imersão em vinho tinto	FV
	Com imersão em água deionizada	FA
Grandio <sup>®</sup>	Com imersão em Coca-cola <sup>®</sup>	GC
	Com imersão em Sprite <sup>®</sup>	GS
	Com imersão em vinho tinto	GV
	Com imersão em água deionizada	GA
Filtek Z250 <sup>®</sup>	Com imersão em Coca-cola <sup>®</sup>	ZC
	Com imersão em Sprite <sup>®</sup>	ZS
	Com imersão em vinho tinto	ZV
	Com imersão em água deionizada	ZA
Master Fill <sup>®</sup>	Com imersão em Coca-cola <sup>®</sup>	MC
	Com imersão em Sprite <sup>®</sup>	MS
	Com imersão em vinho tinto	MV
	Com imersão em água deionizada	MA

Quadro 3 – Distribuição dos grupos de estudo e controle.

\* n = 32 para cada grupo sendo 08 para cada solução química, totalizando 128 corpos-de-prova.

Os corpos-de-prova foram diariamente submetidos a dois ciclos de 10 minutos nas respectivas soluções químicas, com imersão padronizada em 40 mL de solução, renovada a cada ciclo (Fotografia 6), sendo que no período remanescente permaneceram imersos em água deionizada, renovada diariamente, num total de 04 semanas.



Fotografia 6 – Suporte para os corpos-de-prova, confeccionado em EVA branco, dentro de um pote plástico, onde foi depositada a solução.

A cada semana, os corpos-de-prova foram analisados quanto à alteração de cor e rugosidade superficial, da mesma forma descrita para a obtenção dos valores iniciais. Nesta etapa, especial cuidado foi dado à secagem dos corpos-de-prova, realizado com papel absorvente de folha dupla, de maneira padronizada.

#### 4.2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os valores de diferença das propriedades ópticas e rugosidade superficial obtidos foram analisados estatisticamente, fixando-se um dos fatores e os demais analisados pela Análise de Variância a dois critérios (ANOVA) e as diferenças entre os grupos pelo Teste Tukey, estabelecendo-se  $p < 0,05$ .

## 5 RESULTADOS

### 5.1 SORÇÃO

Os valores de sorção variam de 12,70 a 27,71  $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ , conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Médias e erros padrão da sorção de água ( $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ ).

	F	G	Z	M
LED	27,71 <sup>aA</sup> (1,84)	13,50 <sup>aB</sup> (0,73)	22,06 <sup>aAB</sup> (2,03)	19,50 <sup>aAB</sup> (1,33)
Halógena	27,04 <sup>a</sup> (1,49)	12,70 <sup>a</sup> (1,39)	17,19 <sup>a</sup> (1,51)	22,10 <sup>a</sup> (0,64)

\* letras minúsculas iguais representam similaridade estatística para o fator luz na mesma resina;

\* letras maiúsculas iguais representam similaridade estatística entre as diferentes resinas.

Apenas o fator material (resina composta) apresentou significância, sendo que a resina Filtek Z350<sup>®</sup> apresentou significativamente a maior (27,71) e a resina Grandio<sup>®</sup> significativamente a menor (12,70) capacidade de sorção de água ( $p < 0,05$ ). Entre as resinas Master Fill<sup>®</sup> e Z250<sup>®</sup> não houve diferenças estatísticas e nem entre estas e as demais resinas testadas ( $p > 0,05$ ).

As fontes de luz (LED ou halógena) não foram significantes ( $p \geq 0,05$ ). Não houve diferença na interação dos fatores analisados.

## 5.2 RUGOSIDADE DE SUPERFÍCIE

Em nenhuma das soluções, F demonstrou diferença de rugosidade ao longo do tempo, conforme Gráficos 2 a 5.

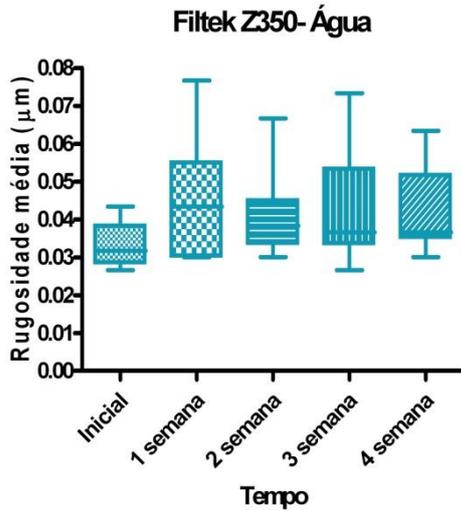


Gráfico 2 – Médias dos valores de rugosidade superficial da resina Filtek Z350®, imersa em água.

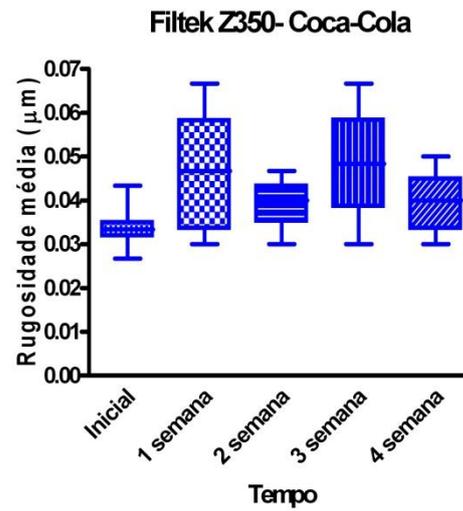


Gráfico 3 – Médias dos valores de rugosidade superficial da resina Filtek Z350®, desafiada em Coca-cola®.

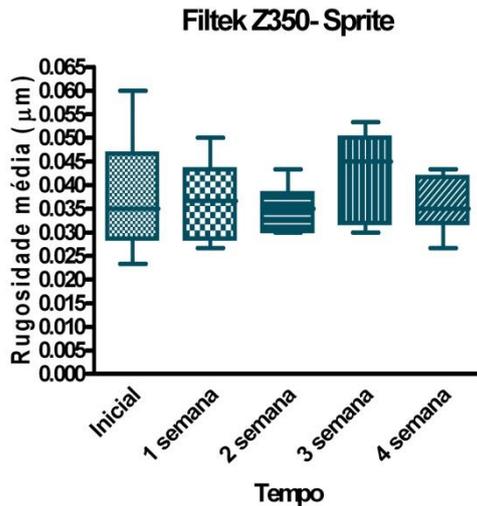


Gráfico 4 – Médias dos valores de rugosidade superficial da resina Filtek Z350®, desafiada em Sprite®.

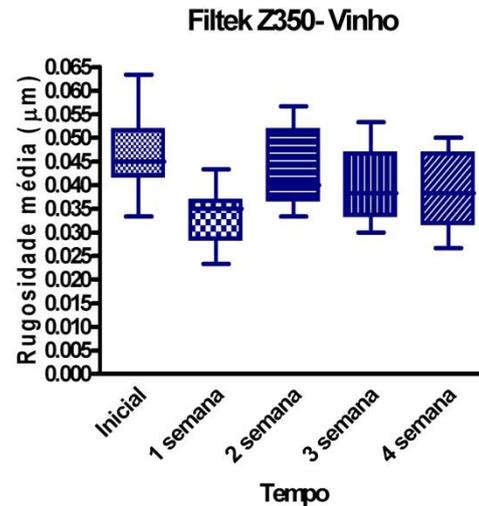


Gráfico 5 – Médias dos valores de rugosidade superficial da resina Filtek Z350®, desafiada em vinho tinto.

Em nenhuma das soluções, G demonstrou diferença de rugosidade ao longo do tempo, conforme Gráficos 6 a 9.

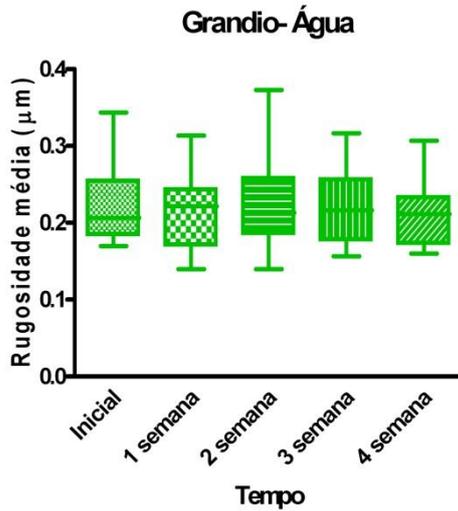


Gráfico 6 – Médias dos valores de rugosidade superficial da resina Grandio®, imersa em água.

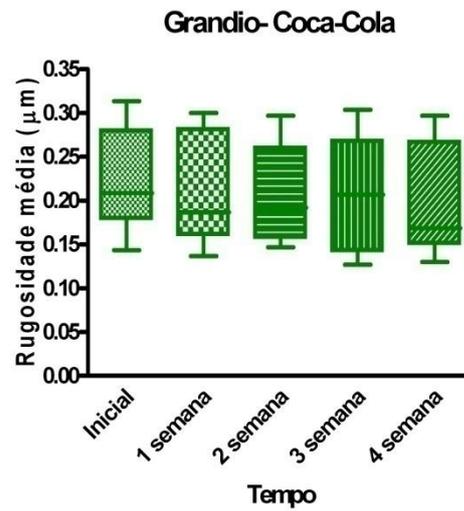


Gráfico 7 – Médias dos valores de rugosidade superficial da resina Grandio®, desafiada em Coca-cola®.

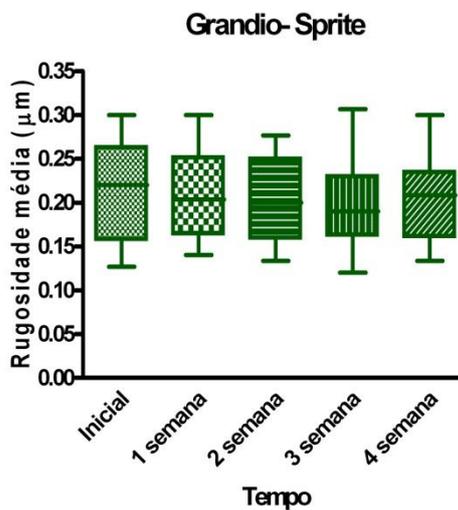


Gráfico 8 – Médias dos valores de rugosidade superficial da resina Grandio®, desafiada em Sprite®.

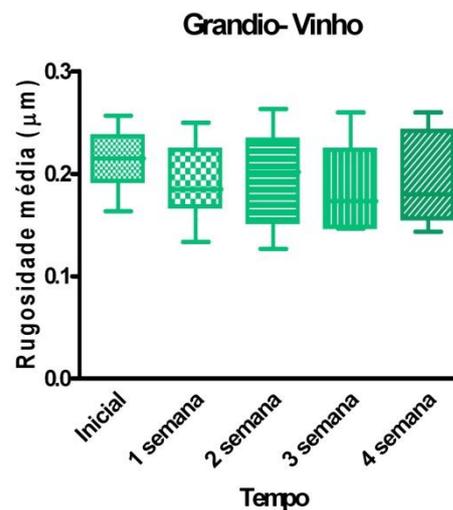


Gráfico 9 – Médias dos valores de rugosidade superficial da resina Grandio®, desafiada em vinho tinto.

Em nenhuma das soluções, Z demonstrou diferença de rugosidade ao longo do tempo, conforme Gráficos 10 a 13.

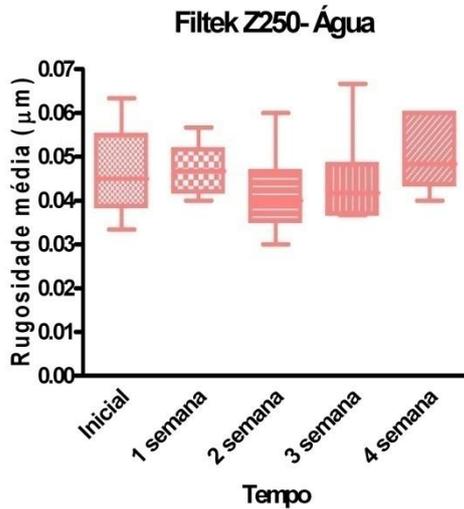


Gráfico 10 – Médias dos valores de rugosidade superficial da resina Filtek Z250®, imersa em água.

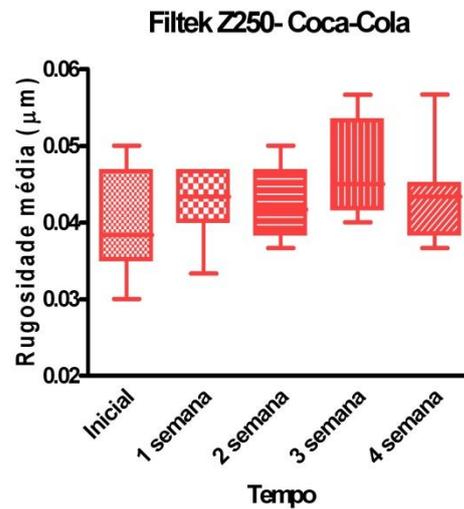


Gráfico 11 – Médias dos valores de rugosidade superficial da resina Filtek Z250®, desafiada em Coca-Cola®.

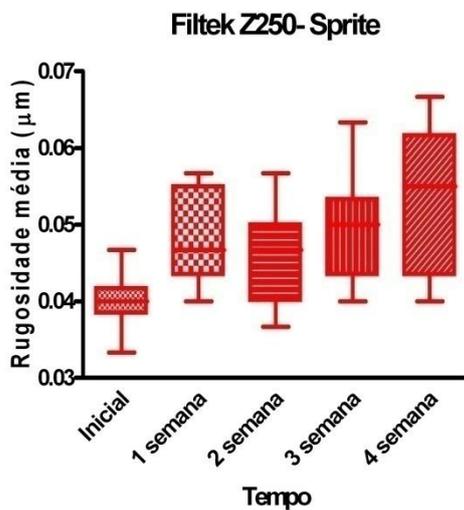


Gráfico 12 – Médias dos valores de rugosidade superficial da resina Filtek Z250®, desafiada em Sprite®.

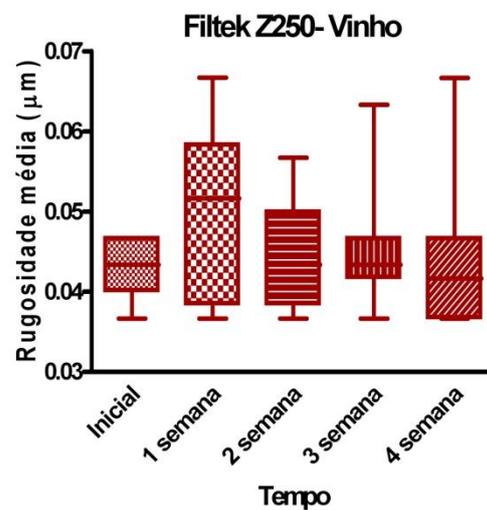


Gráfico 13 – Médias dos valores de rugosidade superficial da resina Filtek Z250®, desafiada em vinho tinto.

Em nenhuma das soluções, M demonstrou diferença de rugosidade ao longo do tempo, conforme Gráficos 14 a 17.

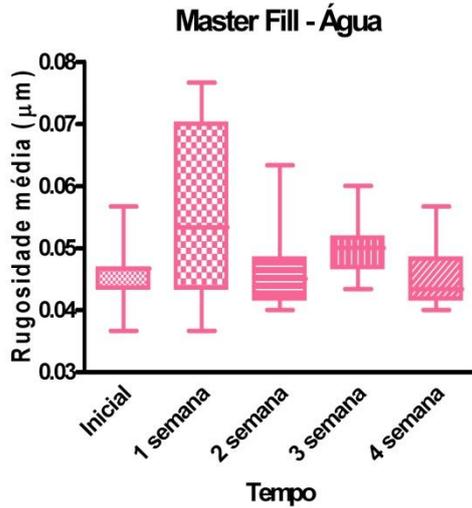


Gráfico 14 – Médias dos valores de rugosidade superficial da resina Master Fill®, imersa em água.

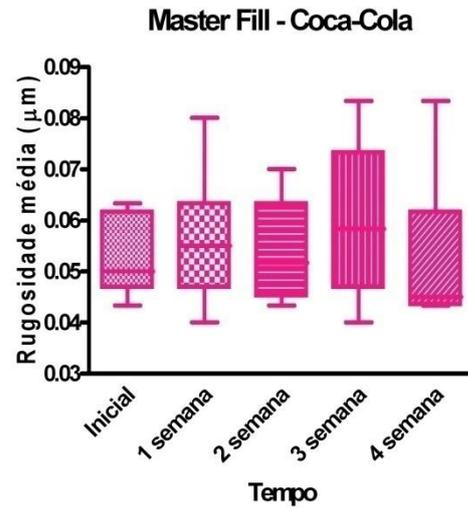


Gráfico 15 – Médias dos valores de rugosidade superficial da resina Master Fill®, desafiada em Coca-cola®.

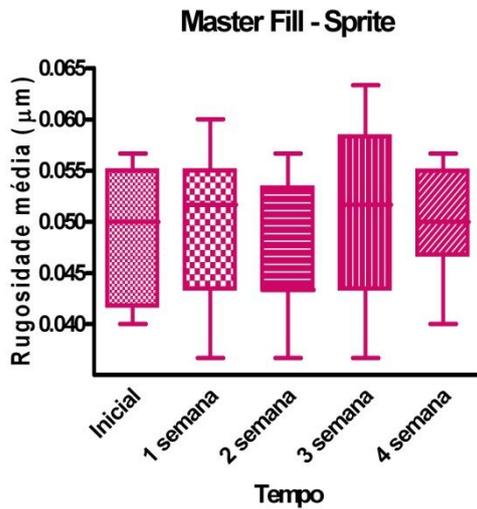


Gráfico 16 – Médias dos valores de rugosidade superficial da resina Master Fill®, desafiada em Sprite®.

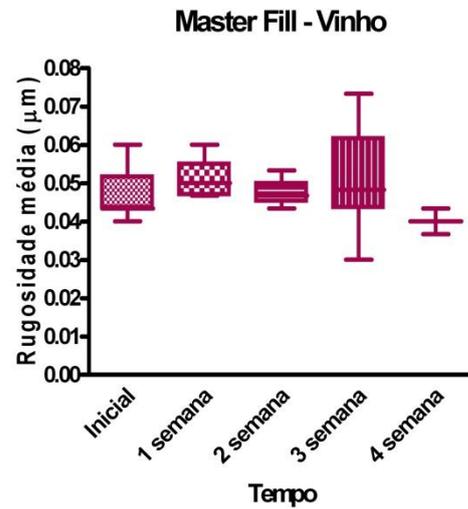


Gráfico 17 – Médias dos valores de rugosidade superficial da resina Master Fill®, desafiada em vinho tinto.

### 5.3 ANÁLISE DE COR

O resultado de  $\Delta E$  para a resina Filtek Z350<sup>®</sup> imersa em água (FAB), desafiada em coca-cola<sup>®</sup> (FCB), em sprite<sup>®</sup> (FSB) e em vinho tinto (FVB), ao longo das semanas, está na Tabela 2.

Tabela 2 - Médias e erros padrão de  $\Delta E$  para a resina Filtek Z350<sup>®</sup>, durante as quatro semanas de avaliação.

	$\Delta E$ Inicial-semana 1		$\Delta E$ Inicial-semana 2		$\Delta E$ Inicial-semana 3		$\Delta E$ Inicial-semana 4	
	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro
FAB	0,48	0,11	1,37	0,12	1,26	0,36	1,66	0,27
FCB	0,43	0,11	0,98	0,11	3,64	0,17	2,40	0,30
FSB	0,80	0,18	1,41	0,22	2,14	0,26	1,08	0,27
FVB	5,29	0,17	8,31	0,19	11,48	0,30	15,50	0,43

O resultado de  $\Delta E$  para FAB, quando verificada a relação entre as semanas, apresentou diferença estatisticamente significativa na comparação de FAB 0-1 (diferença entre a média inicial e a média 1 semana após) com FAB 0-4 (diferença entre a média inicial e a média 4 semanas após); ( $p < 0,05$ ).

Para FCB, houve diferença estatisticamente significativa entre todas as médias de  $\Delta E$ , com exceção de FCB 0-1 com FCB 0-2 (diferença entre a média inicial e a média 2 semanas após); ( $p < 0,05$ ).

Para FSB, houve diferença estatisticamente significativa na comparação de FSB 0-1 com FSB 0-3 (diferença entre a média inicial e a média 3 semanas após); ( $p < 0,05$ ).

Para FVB, houve diferença estatisticamente significativa na comparação entre todas as médias de  $\Delta E$  entre si ( $p < 0,05$ ).

O resultado de  $\Delta E$  para a resina Grandio<sup>®</sup> imersa em água (GAB), desafiada em coca-cola<sup>®</sup> (GCB), em sprite<sup>®</sup> (GSB) e em vinho tinto (GVB), ao longo das semanas, estão na Tabela 3.

Tabela 3 - Médias e erros padrão de  $\Delta E$  para a resina Grandio<sup>®</sup>, durante as quatro semanas de avaliação.

	$\Delta E$ Inicial-semana 1		$\Delta E$ Inicial-semana 2		$\Delta E$ Inicial-semana 3		$\Delta E$ Inicial-semana 4	
	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro
GAB	0,66	0,16	0,78	0,16	1,96	0,48	1,08	0,17
GCB	0,51	0,06	0,95	0,15	1,91	0,15	4,40	0,44
GSB	0,50	0,15	0,61	0,06	0,82	0,09	3,03	0,26
GVB	5,19	0,20	9,76	0,30	12,10	0,36	15,79	0,36

O resultado de  $\Delta E$  para GAB, quando verificada a relação entre as semanas, apresentou diferença estatisticamente significativa na comparação de GAB 0-1 com GAB 0-3. Houve também entre as médias de  $\Delta E$  entre GAB 0-2 e GAB 0-3 ( $p < 0,05$ ).

Para GCB, houve diferença estatisticamente significativa entre as comparações das médias de  $\Delta E$  de GCB 0-1 com GCB 0-3; GCB 0-1 com GCB 0-4; GCB 0-2 com GCB 0-3; GCB 0-2 com GCB 0-4 e GCB 0-3 com GCB 0-4 ( $p < 0,05$ ).

Para GSB, houve diferença estatisticamente significativa na comparação das médias de  $\Delta E$  para GSB 0-1 com GSB 0-4; GSB 0-2 com GSB 0-4 e GSB 0-3 com GSB 0-4 ( $p < 0,05$ ).

Para GVB, houve diferença estatisticamente significativa na comparação entre todas as médias de  $\Delta E$  entre si ( $p < 0,05$ ).

O resultado de  $\Delta E$  para a resina Filtek Z250<sup>®</sup> imersa em água (ZAB), desafiada em coca-cola<sup>®</sup> (ZCB), em sprite<sup>®</sup> (ZSB) e em vinho tinto (ZVB), ao longo das semanas, estão na Tabela 4.

Tabela 4 - Médias e erros padrão de  $\Delta E$  para a resina Filtek Z250<sup>®</sup>, durante as quatro semanas de avaliação.

	$\Delta E$ Inicial-semana 1		$\Delta E$ Inicial-semana 2		$\Delta E$ Inicial-semana 3		$\Delta E$ Inicial-semana 4	
	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro
ZAB	0,45	0,07	0,35	0,08	2,09	0,30	2,68	0,14
ZCB	0,32	0,12	0,44	0,07	2,77	0,36	3,78	0,19
ZSB	0,43	0,09	0,43	0,05	2,72	0,16	2,30	0,30
ZVB	4,73	0,20	4,73	0,20	12,36	0,32	14,05	0,40

O resultado de  $\Delta E$  para ZAB, quando verificada a relação entre as semanas, apresentou diferença estatisticamente significativa na comparação entre todas as médias de  $\Delta E$  entre si, com exceção de ZAB 0-1 com ZAB 0-3 e ZAB 0-3 com ZAB 0-4 ( $p < 0,05$ ).

Para ZCB, houve diferença estatisticamente significativa entre todas as médias de  $\Delta E$ , porém não houve para ZCB 0-1 comparado a ZCB 0-2. Para ZCB 0-3 comparado a ZCB 0-4 ( $p < 0,05$ ).

Para ZSB, houve diferença estatisticamente significativa entre todas as médias de  $\Delta E$ , com exceção de ZCB 0-1 comparado a ZCB 0-2 e de ZCB 0-3 comparado a ZCB 0-4 ( $p < 0,05$ ).

Para ZVB, houve diferença estatisticamente significativa entre todas as médias de  $\Delta E$ , porém não houve para ZCB 0-1 comparado a ZCB 0-2. Para ZCB 0-3 comparado a ZCB 0-4 ( $p < 0,05$ ).

O resultado de  $\Delta E$  para a resina Master Fill<sup>®</sup> imersa em água (MAB), desafiada em coca-cola<sup>®</sup> (MCB), em sprite<sup>®</sup> (MSB) e em vinho tinto (MVB), ao longo das semanas, estão na Tabela 5.

Tabela 5 - Médias e erros padrão de  $\Delta E$  para a resina Master Fill<sup>®</sup>, durante as quatro semanas de avaliação.

	$\Delta E$ Inicial-semana 1		$\Delta E$ Inicial-semana 2		$\Delta E$ Inicial-semana 3		$\Delta E$ Inicial-semana 4	
	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro
MAB	0,63	0,06	0,76	0,12	2,91	0,26	2,91	0,26
MCB	3,60	0,44	3,69	0,36	6,42	0,31	6,42	0,31
MSB	0,80	0,13	0,85	0,12	3,21	0,12	3,21	0,12
MVB	6,23	0,23	10,93	0,23	17,93	0,50	17,93	0,50

O resultado de  $\Delta E$  para MAB, quando verificada a relação entre as semanas, apresentou diferença estatisticamente significativa na comparação entre todas as médias de  $\Delta E$  entre si, com exceção de MAB 0-1 com MAB 0-3 e MAB 0-3 com MAB 0-4 ( $p < 0,05$ ).

Para MCB, houve diferença estatisticamente significativa entre as comparações das médias de  $\Delta E$  de MCB 0-1 com MCB 0-3 e MCB 0-4 e de MCB 0-2 com MCB 0-3 e MCB 0-4 ( $p < 0,05$ ).

Para MSB, houve diferença estatisticamente significativa entre todas as médias de  $\Delta E$ , com exceção de MSB 0-1 comparado a MSB 0-2 e de MSB 0-3 comparado a MSB 0-4 ( $p < 0,05$ ).

Para MVB, houve diferença estatisticamente significativa entre todas as médias de  $\Delta E$ , porém não houve para MVB 0-3 comparado a MVB 0-4 ( $p < 0,05$ ).

## 6 DISCUSSÃO

Um dos maiores desafios da resina composta, quando em uso clínico, relaciona-se à capacidade de resistir à alteração de cor. Há vários trabalhos na literatura que demonstram esta preocupação (LUCE; CAMPBELL, 1988; FAY; WALKER; POWERS, 1998; REIS et al., 2003; KOLBECK et al., 2006; BAGHERI; BURROW ; TYAS, 2007). As alterações de cor dos materiais restauradores estéticos têm sido atribuídas a uma variedade de possíveis causas, tais como degradação química, sorção de água e rugosidade de superfície entre outras (LEE et al., 2004).

As resinas compostas sofreram modificações recentes com a alteração de tamanho e distribuição de partículas. O intuito desta tecnologia seria de alcançar maior quantidade de partículas e distribuí-las de forma homogênea para que pudessem conferir maior resistência aliada a uma textura superficial mais regular (DAVIS, 2003; DUKE, 2003; YAP; TAN; CHUNG, 2004; LU et al., 2006; BEUN et al., 2007). Entretanto, apesar destas modificações, existe uma série de co-fatores que podem influenciar o comportamento da resina ao longo do tempo.

Na literatura existem vários métodos com o objetivo de avaliar estas possíveis alterações dos compósitos com o meio, como o uso de rugosímetro (CHUNG, 1994; FAY; WALKER; POWERS, 1998; TURSSI et al., 2002; ÖZGÜNALTAY; YAZICI; GÖRÜCÜ, 2003; GARCIA et al., 2004; WANG et al., 2004; BADRA et al., 2005; ROSENTRITT et al., 2005; VILLALTA et al., 2006), perfilômetro (REIS et al., 2002; REIS et al., 2003; YIP; TO; SMALES, 2004; BARBOUR et al., 2006;) e análise de alteração de cor através de um espectrofotômetro (UM; RUYTER, 1991; FAY; WALKER; POWERS, 1998; PARAVINA; ONTIVEROS; POWERS, 2002; DAVIS, 2003; REIS et al., 2003; SCHULZE et al., 2003; JANDA et al., 2004; VICHI; FERRARI; DAVIDSON, 2004; ROSENTRITT et al., 2005; KIM; LEE; POWERS, 2006; KOLBECK et al., 2006; LU et al., 2006; PARAVINA et al., 2006; PIRES-DE-SOUZA et al., 2007; LIM et al., 2008; SCHNEIDER et al., 2008; YU; LEE, 2008).

Este trabalho buscou analisar diferentes fatores que pudessem contribuir ou não para esta alteração de cor, em diferentes resinas compostas. As variáveis

analisadas foram a capacidade de sorção de água, a rugosidade superficial e a própria alteração de cor.

Com relação a capacidade de sorção de água, há de se considerar que as resinas compostas são constituídas de matriz orgânica, fundamentalmente o Bis-GMA e diluentes, o que propicia um grau de hidrofilia (O'DONNELL et al., 2008). Isto justifica a investigação da capacidade das diferentes resinas de sorver água.

A resina Filtek Z350<sup>®</sup> apresentou a maior sorção de água. Talvez este comportamento possa ser explicado pela hipótese segundo a qual a interface (superfície) entre as partículas de carga e a matriz orgânica de uma resina composta seja um dos pontos críticos dos compósitos, com uma função importante na capacidade de sorção de água (OYSAED; RUYTER, 1986; JANDA et al., 2004). Provavelmente, partículas de carga menores (nanopartículas) e em grande quantidade proporcionariam uma maior área de superfície destas em contato com a solução aquosa, obtendo este resultado.

As resinas Filtek Z250<sup>®</sup> e Master Fill<sup>®</sup> se mostraram similares em relação à capacidade de sorção de água. Ambas possuem em sua composição partículas classificadas como microhíbridas e talvez esta semelhança, tanto na quantidade de matriz orgânica quanto no tamanho e distribuição das partículas, esteja relacionada, embora não se conheça a composição da porção inorgânica da resina Master Fill<sup>®</sup>, pois esta não foi informada pelo fabricante.

As resinas Filtek Z350<sup>®</sup> e Filtek Z250<sup>®</sup> apresentam conteúdo de carga similar (aproximadamente 60% volume). Diferentes tamanhos de partícula e, conseqüentemente, o efeito protetor que estas exercem sobre a matriz pode ocorrer, entretanto, para o desafio proposto, isto não ocorreu. Outra consideração decorre do fato de ambas conterem dois monômeros iguais na composição da matriz orgânica, mas possuírem um constituinte orgânico diferente, sendo que o da resina Filtek Z350<sup>®</sup> é o TEGDMA e o da resina Filtek Z250<sup>®</sup>, o UDMA. Teoricamente, o TEGDMA seria mais hidrofílico que o UDMA e, assim, proporcionaria maior capacidade de sorção. De acordo com o presente trabalho, esta diferença não foi ressaltada.

A resina composta que menos sorveu água foi a Grandio<sup>®</sup>. O comportamento desta resina provavelmente pode estar relacionado ao tamanho e à quantidade das partículas de carga, que se apresenta um pouco maior que as demais, sugerindo uma proteção à matriz orgânica, apesar da composição das partículas de carga também não ser informada pelo fabricante.

O enchimento da matriz orgânica pela sorção de água poderia induzir estresse ao redor das inclusões rígidas de carga como um resultado da expansão da matriz. Contudo, nem todos os vidros são afetados em mesmo grau. Segundo o experimento de Yap et al., 2001, parece que os vidros de zircônia, que compõem as resinas Filtek Z350<sup>®</sup> e Z250<sup>®</sup>, são suscetíveis ao ataque aquoso.

Além disso, aparentemente parece ter ocorrido uma relação entre manchamento de materiais com base de resina e sorção de água tão bem quanto hidrofobia/hidrofilia destes materiais. Materiais hidrofóbicos seriam manchados por soluções hidrofóbicas em óleo, e materiais hidrofílicos com alta sorção de água seriam manchados por corantes hidrofílicos em soluções aquosas (UM; RUYTERS, 1991).

Outro fator importante relacionado é a fotopolimerização das resinas compostas. Na formação dos polímeros, na rotina clínica, as fontes de luz mais utilizadas são as de lâmpadas halógenas ou as mais modernas unidades diodos emissores de luz, LED (*light emitting diodes*) (LEHTINEN et al., 2008; LIMA et al., 2008). Devido a isso, este trabalho também se propôs a investigar esta influência, não encontrando diferenças devido à natureza da luz. Polydorou e colaboradores, em 2008, encontraram que as unidades LED eram capazes de alcançar no mínimo, uma profundidade de polimerização similar às unidades halógenas.

Isto se deve muito provavelmente ao que estudos anteriores afirmam, de que, independente da natureza da unidade de fotoativação, a densidade de energia no mesmo tempo, resulta em comportamento equivalente (POLYDOROU et al., 2008). Bala, Olmez e Kalayci (2005) não encontraram diferença estatística significativa no grau de conversão dos compósitos fotoativados com luz halógena e LED (ambos os sistemas utilizados com um tempo de exposição de 40 segundos).

De acordo com Lima e colaboradores, 2008, unidades LED estão sendo amplamente utilizadas. Unidades de LED alcançam o espectro e são fontes de luz altamente eficientes. Operando em volta de 470nm, com um comprimento de onda de cerca de 20nm, o LED azul tem o espectro para alta eficiência de polimerização da resina.

Segundo o presente estudo, acredita-se que a resina em si é que conferiu a diferença no comportamento de sorção de água não sendo influenciada pela natureza da fonte de luz.

Desta maneira, por ser o LED um instrumento cada vez mais freqüente na clínica odontológica, respostas utilizando este aparelho seriam úteis para trazer informações quanto à sua aplicação. Por não ter sido detectado diferenças no comportamento quando do uso da fonte de natureza halógena, estes resultados podem ser comparados aos já existentes na literatura, tornando possível a sua aplicação.

No que se refere à rugosidade de superfície, pelo presente trabalho nenhuma das resinas compostas testadas nas diferentes ciclagens e no tempo avaliado demonstrou alteração de rugosidade.

Os resultados diferem dos de Badra et al., 2005, onde foram testadas três tipos de resinas compostas, uma microparticulada, um híbrida e uma microhíbrida *flow*, desafiadas em café, cachaça, coca-cola<sup>®</sup> e saliva artificial. Os achados da pesquisa revelaram que todas as bebidas alteraram, em algum grau, a microdureza e/ou rugosidade de superfície das resinas compostas testadas. Os efeitos das alterações dependeram das características do material, tipo de bebida e período de avaliação. Uma possível explicação para estes achados poderia ser atribuída ao fato do não polimento dos corpos-de-prova após sua confecção e, assim, a superfície poderia estar enriquecida de matriz orgânica, portanto, mais suscetível a alterações (LEE; POWERS, 2005).

O comportamento apresentado no presente trabalho sugere que a rugosidade superficial das resinas testadas não exerceu influência na alteração de cor das mesmas. Este resultado está de acordo com Schulze, et al., 2003, que investigaram a estabilidade de cor e microdureza dos compósitos após polimerização acelerada e relataram que a estrutura da superfície não parece ter mudado perceptivelmente depois do tratamento e assim, não teve impacto na determinação de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ .

Nas condições experimentais do trabalho de Bagheri, Burrow e Tyas, 2007, que avaliaram a alteração na rugosidade de superfície de cimentos de ionômero de vidro (CIV) convencionais e CIV modificado por resina, submetidos à ciclagem química com vinho tinto, café e chá, o CIV modificado por resina não teve sua rugosidade superficial afetada. Todavia, comprovadamente apresentou alteração de cor, num trabalho prévio dos mesmos autores. Isto demonstra coerência com os resultados deste estudo.

Os efeitos dos procedimentos de acabamento e polimento também estão envolvidos na rugosidade superficial e na capacidade de manchamento. Quando os

compósitos são polimerizados contra uma tira de matriz de poliéster ou vidro, a superfície estaria mais lisa e com uma quantidade aumentada de matriz orgânica, a qual poderia fazê-los mais suscetíveis ao manchamento (ÖZGÜNALTAY; YAZICI; GÖRÜCÜ, 2003; LEE; POWERS, 2005; BAGHERI; BURROW; TYAS, 2007). Se os corpos-de-prova do estudo não tivessem sido polidos, poderiam apresentar uma maior alteração de cor do que apresentada nos resultados. Uma vez que os corpos-de-prova do presente estudo foram polidos, o que foi realizado para apresentar maior similaridade clínica, o efeito não foi o mesmo, reforçando a idéia de que a camada mais lisa não significa a mais resistente ao manchamento (REIS et al., 2003).

Tomando estes resultados por base, a terceira etapa deste estudo se propôs a avaliar a alteração de cor. A descoloração pode ser avaliada visualmente ou por técnicas instrumentais. Desde que os instrumentos de medida eliminam a interpretação subjetiva de comparação de cor visual, os espectrofotômetros são usados (UM; RUYTERS, 1991). De acordo com o Sistema CIEL\*a\*b\*, considerando os parâmetros que regem estas alterações, no qual L\* indica a luminosidade da cor (que vai de 0-preto a 100-branco); a\* determina a quantidade de vermelho (valores positivos) e de verde (valores negativos); e b\* determina a quantidade de amarelo (valores positivos) e de azul (valores negativos), sendo que estes são os componentes para o cálculo de  $\Delta E$ .

Para tanto, a padronização do fundo utilizado para aferição dos parâmetros de cor é relevante para a obtenção dos valores de luminosidade (YU; LEE, 2008). Quanto menos espesso o espécime, maior é a influência do fundo e por isto deve ser padronizado para todos os grupos. Neste trabalho, o fundo branco foi utilizado para permitir maior comparação com os trabalhos disponíveis na literatura (FAY; WALKER; POWERS, 1998; PARAVINA; ONTIVEROS; POWERS, 2002; LEE; POWERS, 2005).

Em odontologia, a alteração de cor mais do que perceptível ( $\Delta E \geq 1,0$ ) será referida como aceitável até o valor de  $\Delta E = 3,3$ , o qual é considerado ser o limite de aceitabilidade nas avaliações visuais subjetivas. Descoloração acima deste nível será considerada como inaceitável (UM; RUYTERS, 1991; DIETSCHI; ROSSIER; KREJCI, 2006). Há algumas variações, pois, segundo Paravina, Ontiveros e Powers, 2002, muitos autores consideram um valor de  $\Delta E \leq 2,0$  como um limite da diferença de cor clinicamente aceitável e  $\Delta E \geq 3,7$  uma enorme diferença.

Assim, segundo a literatura, quando  $\Delta E$  se apresenta maior que 3,3 a alteração de cor se torna clinicamente perceptível e pode prejudicar a estética da restauração (SCHULZE et al., 2003; IKEDA et al., 2005; LEE; LIM; KIM, 2005; KOLBECK et al. 2006; LU et al., 2006; SIDHU et al., 2006).

No presente trabalho, a água deionizada e a sprite<sup>®</sup> não foram capazes de provocar alteração em  $\Delta E$  perceptível ao final do tempo de ciclagem. Estes resultados estão de acordo com os de Villalta et al., 2006, que não encontraram alteração de cor nas resinas imersas em água, e, segundo estes autores, esta observação confirma que a sorção de água por ela mesma, não altera a cor dos compósitos em extensão considerável no tempo de avaliação proposto.

Neste estudo, pelos resultados avaliados em cada resina composta, o  $\Delta E$  em algum momento se apresentou maior que 3,3 para todas as resinas desafiadas em coca-cola<sup>®</sup>, mais especificamente a partir da 3<sup>a</sup> ou 4<sup>a</sup> semana, com exceção da resina Master Fill<sup>®</sup>, cuja alteração ocorreu desde a primeira avaliação (1<sup>a</sup> semana). Em relação ao vinho tinto (solução de etanol), esta alteração de cor foi significativa para todas as resinas, desde a 1<sup>a</sup> semana.

Pelos agentes de imersão utilizados neste estudo, o vinho é o que se mostrou altamente capaz de promover alteração de cor já na primeira semana, para todas as resinas compostas testadas, mesmo não ocorrendo alteração de rugosidade detectada. Sendo assim, sugere-se que a pigmentação por parte dos corantes presentes no vinho sejam os principais responsáveis por este manchamento. Nem mesmo o pH, que segundo a literatura demonstra, parece ter sido o principal fator, já que a água apresenta praticamente o dobro do valor do pH dos demais agentes de imersão. Comparativamente, sprite<sup>®</sup> e coca-cola<sup>®</sup> apresentam o mesmo pH e sua capacidade de alterar a cor não foi tão significativa quanto a apresentada pelo vinho. Por este trabalho não se investigou o pH e nem sua influência e, portanto, apenas um estudo que continuasse por um período maior de avaliação seria capaz de responder à influência real deste fator.

Ainda quanto à capacidade de alteração de cor, apesar de não ter sido investigado no presente estudo, uma possível explicação para a maior suscetibilidade ao manchamento poderia ser devido à incapacidade de um total grau de conversão dos monômeros durante a fotoativação, o que é extensamente relatado na literatura. O grau de conversão afeta as propriedades físicas e o desempenho clínico das resinas compostas (POLYDOROU et al., 2008).

Idealmente, o grau de conversão de uma resina seria de 100%, que proporcionaria melhores propriedades físico-químicas e assim, um importante papel na determinação do sucesso da restauração (POLYDOROU et al., 2008).

Porém, o nível de conversão não é total e depende, entre outros fatores, da composição do material. Assim que a luz passa através do compósito, ela é absorvida ou se espalha, reduzindo a intensidade e diminuindo a efetividade da luz usada para polimerizar quando a profundidade aumenta. Desta forma, o tipo da partícula de carga e seu tamanho interferem no nível de conversão e, conseqüentemente, na estabilidade dos compósitos (PIRES-DE-SOUZA et al., 2007). Quanto à matriz orgânica, com monômeros de alto peso molecular tais como Bis-GMA ou UDMA, sempre há uma polimerização incompleta e significativa concentração de monômeros residuais dentro da resina, quando é polimerizado com luz visível na temperatura bucal. Além do monômero residual, estruturas residuais adicionais podem estar presentes, de diluentes tais como o TEGDMA. Acredita-se que a polimerização incompleta se deve principalmente por causa das limitações na mobilidade das moléculas imposta pela rápida formação da cadeia polimérica entrelaçada (POLYDOROU et al., 2008).

Estudos mostram que o grau de conversão do monômero em polímero das resinas compostas varia entre aproximadamente 35% e 77% (ASMUSSEN, 1982; CHUNG; GREENER, 1988; POLYDOROU et al., 2007). Isto as tornaria menos resistentes. De acordo com Asmussen e Peutzfeldt, 2003, há achados que as resinas compostas são amolecidas pela imersão em etanol e este efeito de amolecimento aumenta com a diminuição do grau de conversão.

A natureza da matriz orgânica, assim como a natureza das soluções às quais os materiais resinosos são submetidos (ciclagem química), são de extrema importância para a capacidade de manchamento destes materiais.

Os monômeros e/ou diluentes componentes da matriz orgânica das resinas compostas testados neste trabalho eram o Bis-GMA, TEGDMA, UDMA e Bis-EMA.

O Bis-GMA é altamente suscetível ao amolecimento por substâncias químicas, sendo que trabalhos como o de Wu e McKinney, 1982, mostraram que as substâncias químicas as quais podem amolecer o Bis-GMA também causarão uma significativa perda de resistência ao desgaste dos compósitos com esta base.

A alta viscosidade do Bis-GMA necessita que ele se combine com monômeros de dimetacrilato de baixo peso molecular para alcançar a viscosidade

apropriada para incorporação de partículas (BOWEN, 1963). Um dos monômeros mais usados como diluentes para o Bis-GMA é o TEGDMA (ASMUSSEN; PEUTZFELDT, 1998).

O UDMA (monômero de alto peso molecular) pode ser usado sozinho ou em combinação com outros monômeros, como o Bis-GMA e TEGDMA. São vantagens do UDMA: ter menos viscosidade e uma grande flexibilidade da ligação do uretano, o qual pode melhorar a resistência das resinas compostas baseadas neste monômero (ASMUSSEN; PEUTZFELDT, 1998; LIMA et al., 2008).

No estudo de Lee e Powers, 2005, onde avaliaram a alteração de cor de quatro resinas compostas depois da imersão em substâncias químicas, a alteração de cor foi dependente do material. O conteúdo de carga era similar nos quatro compósitos. Contudo, a matriz orgânica da resina que teve a menor alteração de cor era com base de UDMA sendo que os outros três tinham como base o Bis-GMA. Confirmando outros estudos onde afirmam que materiais resinosos que usam UDMA mostram mais estabilidade de cor que outros cuja matriz seja o dimetacrilato (KHOKHAR; RAZZOG; YAMAN, 1991; LEE; POWERS, 2005).

No que diz respeito ao Bis-EMA (bisfenol A glicidilmetacrilato etoxilato), também um dos componentes das resinas testadas no presente trabalho, quando comparado ao Bis-GMA convencional, tem sido exposto como um oligômero menos hidrofóbico (MOSZNER; ULRICH, 2001).

Todavia, ambas as resinas Filtek Z250<sup>®</sup> e Master Fill<sup>®</sup> possuem UDMA e Bis-EMA em sua composição, sendo que a Filtek Z250<sup>®</sup> também possui Bis-GMA. A presença do UDMA e Bis-EMA, de acordo com o fabricante, resultaria num envelhecimento reduzido e uma plastificação da matriz de resina (LIMA et al., 2008). Apesar disto, a resina Master Fill<sup>®</sup> apresentou o pior comportamento quanto à alteração de cor, o que leva a crer que a carga inorgânica possa ter contribuído com o resultado, pois os resultados de estudos *in vitro* no qual os componentes, outros que não os sistemas de monômeros são mantidos constantes, sugerem que as resinas baseadas em UDMA tenham propriedades melhoradas comparando com as resinas compostas baseadas em Bis-GMA (ASMUSSEN; PEUTZFELDT, 1998).

A resina Filtek Z350<sup>®</sup> e a Grandio<sup>®</sup> apresentaram comportamento semelhante quanto à alteração de cor. A composição da matriz orgânica de ambas inclui Bis-GMA e TEGDMA, além do Bis-EMA na Filtek Z350<sup>®</sup>. A rugosidade

apresentada pela resina Grandio sempre se mostrou maior que a apresentada pela Filtek Z350<sup>®</sup>, mas isto não gerou diferença quanto à alteração de cor.

De certa maneira, uma diferença precisa causada por sistemas monômeros dissimilares é camuflada pelo fato que os materiais diferem em muitos outros aspectos, como o tipo e quantidade de partículas, tipo e quantidade de iniciadores, e silanização das partículas de carga, um efeito o qual pode ser mais determinante para as propriedades do que a natureza do copolímero (ASMUSSEN; PEUTZFELDT, 1998).

Vários solventes tais como água destilada, etanol, metanol têm sido usados em estudos para avaliação de liberação de monômeros (WU; McKINNEY, 1982). Os resultados destes estudos indicam a importância do papel do tipo de solvente, e que processos irreversíveis tais como liberação de componentes, podem ocorrer em presença do etanol. Segundo Polydorou et al., 2007, o etanol provoca uma degradação irreversível do material porque ele penetra a matriz e expande o espaço entre as cadeias poliméricas, e substâncias solúveis, tais como monômeros residuais, podem se difundir.

O efeito de amolecimento do etanol nos compósitos tem sido amplamente reportado na literatura (McKINNEY; WU, 1985; YAP et al., 2001; BADRA et al., 2005; POLYDOROU et al., 2007). Este químico tem sido o solvente de escolha para simular um envelhecimento acelerado das restaurações como pode ser titulado aos parâmetros de solubilidade do Bis-GMA ou UDMA usados na maioria das formulações dos compósitos. A alteração na dureza observada após exposição ao etanol é, portanto, devido primeiramente ao amolecimento da matriz da resina (YAP; WATTANAPAYUNGKUL; CHUNG, 2003).

Há também outros aspectos, como o de Asmussen (1994), Ferracane e Marker (1992) apud Badra et al., 2005, que demonstraram uma diminuição significativa nas propriedades mecânicas dos compósitos expostos ao etanol com o álcool agindo como plastificador do polímero da matriz. Segundo os autores, a plastificação da matriz orgânica poderia auxiliar na resistência clínica ao desgaste fazendo o compósito mais dúctil e menos propenso à fragmentação, porém o etanol também poderia ter um efeito adverso deixando o compósito muito amolecido para resistir à abrasão causada pela mastigação.

Todavia, segundo Yap e colaboradores, em 2005, que avaliaram a influência de solventes da dieta na resistência das resinas nanoparticuladas, concluíram que

estas não foram significativamente influenciadas pelo condicionamento em vários solventes. Os resultados deste experimento contradizem trabalhos prévios que reportaram degradação química de materiais restauradores diretos por solventes, especialmente soluções de etanol (McKINNEY; WU, 1985). Segundo os mesmos autores, esta disparidade de resultados pode ser explicada por diferenças nos materiais, as propriedades mecânicas avaliadas, métodos de teste, meios de armazenamento e tempo.

Além disso, Badra e colaboradores, 2005, realçam que a maioria dos estudos usa uma concentração de etanol (gradação alcoólica usualmente acima de 50% vol.) maior do que aquela encontrada na maior parte das bebidas alcoólicas disponíveis comercialmente, como a utilizada no presente estudo. Portanto, não é conhecido se o álcool destas bebidas tem um efeito negativo em certas propriedades mecânicas dos compósitos. No trabalho dos autores referenciados, apesar da bebida testada ter 39% de álcool e mostrar um comportamento total diferente da saliva artificial durante o teste de imersão, os resultados da microdureza final registrada para ambas, bebida e solução controle, foram comparáveis.

Há de se considerar que as mensurações de alteração de cor foram realizadas em fundo branco (leitoso). Quando a luz ilumina espécimes translúcidos com fundo branco (brilhante), muita fração da luz alcançada pelo fundo pode ser refletida; contudo, quando o fundo é preto ou fosco, o grau de reflexão pode ser reduzido significativamente (LEE; LIM; KIM, 2005). Desta forma se observa a importância de se considerar o fundo utilizado.

Lee, Lim e Kim, 2005, avaliaram a diferença de cor e alteração de cor de resinas compostas sobre dois fundos comumente usados (branco e fosco). Como resultado eles encontraram valores de CIELab sobre o fundo branco mais altos do que aqueles sobre o fosco. A maioria dos valores de  $\Delta E$  pelas condições dos espécimes sobre fundo branco foi significativamente maior do que aqueles sobre o fosco nas condições polimerizadas e pós- polimento. Os autores concluíram neste estudo, que o fundo influenciou as três coordenadas de cor, e o impacto foi diferente pelas condições dos espécimes e propriedades do material ou tipo da resina composta. Como o valor atual da espessura da restauração e o espécime correspondente para medida de cor ser usualmente em torno de 2mm, o efeito do fundo na cor dos materiais estéticos seria significativa.

Há autores, como Janda e colaboradores, 2004, que utilizaram o fundo preto para medida da cor no espectrofotômetro, baseados no fato de que a cavidade bucal representa um ambiente escuro. E, além disso, o fato que quando um espécime é iluminado na frente de um fundo preto, somente a luz que é refletida ou espalhada pelo próprio espécime é medida.

Segundo Ikeda et al., 2005, quando os valores de L, a e b num fundo preto são comparados aos de fundo branco, todos os valores tendem a ser menores quando os materiais são colocados sobre um fundo preto. Em outras palavras, resinas compostas revelaram aspectos mais escuros, esverdeados e azulados num fundo preto.

No presente trabalho, todos os fatores foram escolhidos para potencializar e avaliar da melhor forma possível a capacidade de alteração de cor das resinas testadas, através do teste de sorção, escolha da cor A1 e escolha do fundo branco para medida da cor no espectrofotômetro.

Clinicamente, este trabalho demonstra que todo material pode apresentar maior ou menor alteração de cor, não pela incorporação de corante propriamente dita, mas por suas características intrínsecas, sua composição e os desafios *in vivo*, onde as condições são complexas e apresentam grande diversidade. Porém, estudos *in vitro*, como o presente trabalho, são importantes para proporcionar uma compreensão dos mecanismos fundamentais de biodegradação e predizer o comportamento das resinas compostas no meio bucal.

Assim, este trabalho traz suporte para que fabricantes e profissionais da área odontológica possam desenvolver maneiras de minimizar os efeitos que estas bebidas podem trazer.

## 7 CONCLUSÃO

Baseadas nas hipóteses levantadas, as hipóteses 1 e 3 foram aceitas e a 2 e 4 rejeitadas. Isto nos permite dizer que a sorção de água variou foi material-dependente e independente da natureza da fonte de luz. As resinas compostas imergidas não foram influenciadas pelas bebidas em relação à rugosidade superficial, porém, foram para alteração de cor.

## REFERÊNCIAS

ASMUSSEN E. Softening of Bis-GMA based polymers by ethanol and by organic acids of plaque. **Scandinavian Journal of Dental Research**, v. 92, p. 257-261, 1984.

ASMUSSEN, E.; PEUTZFELDT, A. Influence of UEDMA, Bis-GMA and TEGDMA on selected mechanical properties of experimental resin composites. **Dental Materials**, Kidlington, v. 14, n. 1, p. 51-56, Jan.1998.

ASMUSSEN, E.; PEUTZFELDT, A. Polymer structure of a light-cured resin composite in relation to distance from the surface. **European Journal of Oral Sciences**, Munksgaard, v. 111, n. 3, p. 277-279, Jun. 2003.

ATTIN, T. et al. Impact of modified acidic soft drinks on enamel erosion. **Oral Diseases**, v. 11, p. 7-12, 2005.

BADRA, V.V., et al. Influence of different beverages on the microhardness and surface roughness of resin composites. **Operative Dentistry**, v.30, n.2, p.213-219, Mar./Apr. 2005.

BAGHERI, R.; BURROW, M. F.; TYAS, M. J. Surface characteristics of aesthetic restorative materials – an SEM study. **Journal of Oral Rehabilitation**, Oxford, v. 34, n. 1, p. 68-76, Jan. 2007.

BALA O., ÖLMEZ, A., KALAYCI, S. Effect of LED and halogen light curing on polymerization of resin-based composites. **Journal of Oral Rehabilitation**, Oxford, v. 32, n. 2, p. 134-140, Feb. 2005.

BARATIERI, L. N. Et al. Effect of resin viscosity and enamel beveling on the clinical performance of class V composite restorations: three-year results. **Operative Dentistry**, Seattle, v. 28, n. 5, p. 482-487, Sep./Oct. 2003.

BARBOUR, M. E. et al. An investigation of some food-approved polymers as agents to inhibit hydroxyapatite dissolution. **European Journal of Oral Sciences**, Munksgaard, v. 113, n. 6, p. 457-461, Dec. 2005.

BARBOUR, M. E. et al. The relationship between enamel softening and erosion caused by soft drinks at a range of temperatures. **Journal of Dentistry**, Bristol, v. 34, n. 3, p. 207-213, Mar. 2006.

BAUM, L., PHILLIPS, R.W., LUND, M. R. Tooth colored restoratives. In: textbook of **Operative Dentistry**, Seattle, 3. ed., p. 225-226, 1995.

BEUN, S. et al. Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites. **Dental Materials**, Kidlington, v. 23, n. 1, p. 51-59, Jan. 2007.

BOUSCHLICHER, M. R.; RUEGGERBERG, F. A.; WILSON, B. M. Correlation of bottom-to-top surface microhardness and conversion ratios for a variety of resin composite compositions. **Operative Dentistry**, Seattle, v. 29, n. 6, p.698-704, Nov./Dec. 2004.

BOWEN, R. L. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. **Journal of the American Dental Association**, Chicago, v. 68, n. 1, p. 57-64, Jan. 1963.

BUCHALLA, W. et al. The effect of water storage and light exposure on the color and translucency of a hybrid and a microfilled composite. **Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 87, n. 3, p. 264-270, Mar. 2002.

CHUNG, K. H. Effects of finishing and polishing procedures on the surface texture of resin composites. **Dental Materials**, Kidlington, v. 10, n. 5, p. 325-330, Sep. 1994.

CHUNG, K. H.; GREENER, E. H. Degree of conversion of seven light-cured posterior composites. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 15, n. 6, p. 555-562, Nov. 1988.

DAHL, B. L.; CARLSSON, G. E.; EKFLD, A. Occlusal wear of teeth and restorative materials. **Acta Odontologica Scandinavica**, v. 51, n. 5, p. 299-311, Sep./Oct. 1993.

DAVIS, N. A nanotechnology composite. **Compendium of Continuing Education in Dentistry**, v.24, n. 9, p. 662-670, Sep. 2003.

DIETSCHI, D. et al. Comparison of the color stability of ten new generation composites: an in vitro study. **Dental Materials**, Kidlington, v. 10, n. 6, p. 353-362, Nov. 1994.

DIETSCHI, D.; ARDU, S.; KREJCI, I. A new shading concept based on natural tooth color applied to direct composite restorations. **Quintessence International**, Berlin, v. 37, n. 2, p. 91-102, Feb. 2006.

DIETSCHI, D.; ROSSIER, S.; KREJCI, I. In vitro colorimetric evaluation of the efficacy of various bleaching methods and products. **Quintessence International**, Berlin, v. 37, n. 7, p. 515-526, Jul./Ago. 2006.

DUKE, E. S. Has dentistry moved into the nanotechnology era? **Compendium of Continuing Education in Dentistry**, v. 24, n. 5, p. 380-382, May 2003.

FABRE, H. S. C. et al. Water sorption and solubility of dentin bonding agents light-cured with different light sources. **Journal of Dentistry**, Bristol, v. 35, n. 3, p. 253-258, Mar. 2007

FAY, R.; WALKER, C. S.; POWERS, J. M. Color stability of hybrid ionomers after immersion in stains. **American Journal of Dentistry**, San Antonio, v. 11, n. 2, p. 71-72, Apr. 1998.

FRANCO, E. B. et al. 5-year clinical performance of resin composite versus resin modified glass ionomer restorative system in non-carious cervical lesions. **Operative Dentistry**, Seattle, v. 31, n. 4, p. 403-408, Jul./Ago. 2006.

GANSS, C. et al. Efficacy of waiting periods and topical fluoride treatment on toothbrush abrasion of eroded enamel in situ. **Caries Research**, Basel, v. 41, n. 2, p. 146-151, Feb. 2007.

GARCIA, F. C. P. et al. Evaluation of the roughness and mass loss of the flowable composites after simulated toothbrushing abrasion. **Brazilian Oral Research**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 156-161, Apr./Jun. 2004.

HONÓRIO, H. M. et al. Effect of prolonged erosive pH cycling on different restorative materials. **Journal of Oral Rehabilitation**, Oxford, accepted for publication 2 January 2008.

HUGHES, J. A. et al. Development and evaluation of a low erosive blackcurrant juice drink 3. Final drink and concentrate, formulae comparisons in situ and overview of the concept. **Journal of Dentistry**, Bristol, v. 27, n. 5, p. 345-350, Jul. 1999.

IAZZETTI, G. et al. Color stability of fluoride-containing restorative materials. **Operative Dentistry**, Seattle, v. 25, n. 6, p. 520-525, Nov./Dec. 2000.

IMFELD, T. Dental erosion. Definition, classification and links. **European Journal of Oral Sciences**, Munksgaard, v. 104, n. 2, p. 151-155, Apr. 1996.

IKEDA, T. et al. Color and translucency of opaque-shades and body-shades of resin composites. **European Journal of Oral Sciences**, Munksgaard, v. 113, n. 2, p. 170-173, Apr. 2005.

JANDA, R. et al. Color stability of resin matrix restorative materials as a function of the method of light activation. **European Journal of Oral Sciences**, Munksgaard, v. 112, n. 3, p. 280-285, Jun. 2004.

JANDA, R. et al. Effect of exponential polymerization on color stability of resin-based filling materials. **Dental Materials**, Kidlington, v. 23, n. 6, p. 696-704, Jun. 2007.

JORGENSEN, K. D.; ASMUSSEN, E. Occlusal abrasion of a composite restorative resin with ultra-fine filler – an initial study. **Quintessence International**, Berlin, v. 9, n. 6, p. 73-78, June 1978.

KHOKHAR, Z. A.; RAZZOG, M. E.; YAMAN, P. Color stability of restorative resins. **Quintessence International**, Berlin, v. 22, n. 9, p. 733-737, 1991.

KIM, J. H.; LEE, Y. K.; POWERS, J. M. Influence of a series of organic and chemical substances on the translucency of resin composites. **Journal of Biomedical Materials Research**, v. 77B, p. 21-27, 2006.

KOLBECK, C. et al. Discoloration of facing and restorative composites by UV-irradiation and staining food. **Dental Materials**, Kidlington, v. 22, n. 1, p. 63-68, Jan. 2006.

LARSEN, I. B.; MUNKSGAAR, E. C. Effect of human saliva on surface degradation of composite resins. **Scandinavian Journal of Dental Research**, v. 99, n.3, p. 254-261, Jun. 1991.

LEE, Y. K. Influence of filler on the difference between the transmitted and reflected colors of experimental resin composites. **Dental Materials**, Kidlington, v. 24, n. 9, p. 1243-1247, Sep. 2008.

LEE, Y. K. et al. Changes of optical properties of dental nano-filled resin composites after curing and thermocycling. **Journal of Biomedical Materials Research**, v. 71B, n. 1, p. 16-21, 2004.

LEE, Y. K. et al. Changes in gloss after simulated generalized wear of composite resins. **Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 94, n. 4, p. 370-376, Oct. 2005.

LEE, Y. K.; LIM B. S.; KIM, C. W. Difference in the color and color change of dental resin composites by the background. **Journal of Oral Rehabilitation**, Oxford, v. 32, n. 3, p. 227-233, Mar. 2005.

LEE, Y. K.; POWERS, J. M. Discoloration of dental resin composites after immersion in a series of organic and chemical solutions. **Journal of Biomedical Materials Research**, v. 73B, p. 361-367, 2005.

LEHTINEN, J. et al. Optical characterization of bisphenol-A-glycidylmethacrylate-triethyleneglycoldimethacrylate (Bis-GMA/TEGDMA) monomers and copolymer. **Dental Materials**, Kidlington, v. 24, n. 10, p. 1324-1328, Oct. 2008.

LEY, M.; WAGNER, T.; BIZHANG, M. The effect of different fluoridation methods on the red wine staining potential on intensively bleached enamel *in vitro*. **American Journal of Dentistry**, San Antonio, v. 19, n. 2, p. 80-84, Apr. 2006.

LI, Y. et al. Effect of filler content and size properties of composites. **Journal of Dental Research**, v. 64, n.12, p. 1396-1401, Dec. 1985.

LIM, Y. K. et al. Influence of filler distribution on the color parameters of experimental resin composites. **Dental Materials**, Kidlington, v. 24, n. 1, p. 67-73, Jan. 2008.

LIMA, D. A. N. L. et al. Effect of curing lights and bleaching agents on physical properties of a hybrid composite resin. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 20, n. 4, p. 266-273, Aug. 2008.

LU, H. et al. Influence of the amount of UV component in daylight simulator on the color of dental composite resins. **Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 96, n. 5, p. 322-327, Nov. 2006a.

LU, H. et al. Properties of a dental resin composite with a spherical inorganic filler. **Operative Dentistry**, Seattle, v. 31, n. 6, p. 734-740, Nov./Dec. 2006b.

LUCE, M. S.; CAMPBELL, C. E. Stain potential of four microfilled composites. **Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 60, n. 2, p. 151-154, Aug. 1988.

LUSSI, A. Dental erosion. Clinical diagnosis and case history taking. **European Journal of Oral Sciences**, Munksgaard, v. 104, n. 2, p. 191-198, Apr. 1996.

LUSSI, A.; JAEGGI, T.; JAEGGI-SCHÄRER, S. Prediction of the erosive potential of some beverages. **Caries Research**, Basel, v. 29, n. 5, p. 349-354, 1995.

LUSSI, A.; JAEGGI, T.; ZERO T. The role of diet in an aetiology of dental erosion. **Caries Research**, Basel, v. 38, Suppl. 1, p. 33-44, Jan. 2004.

MAGALHÃES, A. C. et al. Influence of fluoride dentifrice on brushing abrasion of eroded human enamel: an in situ/ex vivo study. **Caries Research**, Basel, v. 41, n. 1, p. 77-79, 2007.

MAHONEY, E. et al. Preliminary in vitro assessment of erosive potential using the ultra-micro-indentation system. **Caries Research**, Basel, v. 37, n. 3, p. 218-224, May/Jun. 2003.

MALACARNE, J. et al. Water sorption/solubility of dental adhesive resins. **Dental Materials**, Kidlington, v. 22, n. 10, p. 973-980, Oct. 2006.

MAUPOMÉ, G. et al. In vitro quantitative microhardness assessment of enamel with early salivary pellicles after exposure to an eroding cola drink. **Caries Research**, Basel, v. 33, n. 2, p. 140-147, Mar./Apr.1999.

McKINNEY J. E.; WU, W. Chemical Softening and wear of dental composites. **Journal of Dental Research**, v. 64, n.11, p. 1326-1331, Nov. 1985.

MEURMAN J. H.; VESTERINEN, M. Wine, alcohol, and oral health, with special emphasis on dental erosion. **Quintessence International**, Berlin, v. 31, n. 10, p. 729-733, 2000.

MITRA, S. B., WU, D. HOLMES, B. N. An application of nanotechnology in advanced dental materials. **Journal of the American Dental Association**, Chicago, v. 134, n. 10, p. 1382-1390, Oct. 2003.

MOSZNER, N., ULRICH, S. New development of polymeric dental composites. **Progress in Polymer Science**, v. 26, n. 4, p. 535-576, May 2001.

NOMOTO, R.; MCCABE, J. F. A simple acid erosion test for dental water-based cements. **Dental Materials**, Kidlington, v. 17, n. 1, p. 53-59, Jan. 2001.

O'DONNELL, J. N. R. et al. Light-cured dimethacrylate-based resins and their composites: comparative study of mechanical strength, water sorption and ion release. **Journal of Bioactive Compatible Polymers**, v. 23, n. 3, p. 207-226, May 2008.

OKADA, K. et al. Surface hardness change of restorative filling materials stored in saliva. **Dental Materials**, Kidlington, v. 17, n. 1, p. 34-39, Jan. 2001.

OYSAED, H., RUYTER, I. E. Water sorption and filler characteristics of composites for use in posterior teeth. **Journal of Dental Research**, v. 65, n. 11, p. 1315-1318, Nov. 1986.

ÖZGÜNALTAY, G., YAZICI, A. R., GÖRÜCÜ, J. Effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of new tooth-coloured restoratives. **Journal of Oral Rehabilitation**, Oxford, v. 30, n. 2, p. 218-224, Feb. 2003.

PARAVINA, R. D. et al. Color interaction of dental materials: blending effect of layered composites. **Dental Materials**, Kidlington, v. 22, n. 10, p. 903-908, Oct. 2006.

PARAVINA, R. D.; KIMURA, M.; POWERS, J. M. Color compatibility of resin composites of identical shade designation. **Quintessence International**, Berlin, v. 37, n. 9, p. 713-719, Oct. 2006.

PARAVINA, R. D.; ONTIVEROS, J. C.; POWERS, J. M. Curing-dependent changes in color and translucency parameter of composite bleach shades. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 14, n. 3, p. 158-166, May 2002.

PIRES-DE-SOUZA, F. C. P. et al. Color stability of composites subjected to accelerated aging after curing using either a halogen or a light emitting diode source. **Brazilian Dental Journal**, v. 18, n. 2, p. 119-123, 2007.

POLYDOROU, O. et al. Effect of in-office tooth bleaching on the microhardness of six dental esthetic restorative materials. **Dental Materials**, Kidlington, v. 23, n. 2, p. 153-158, Feb. 2007a.

POLYDOROU, O. et al. Elution of monomers from two conventional dental composite materials. **Dental Materials**, Kidlington, v. 23, n. 12, p. 1535-1541, Dec. 2007b.

POLYDOROU, O. et al. Evaluation of the curing depth of two translucent composite materials using a halogen and two LED curing units. **Clinical Oral Invest**, v. 12, n. 1, p. 45-51, Mar. 2008.

POLYDOROU, O.; HELLWIG, E.; AUSCHILL, T. M. The effect of different bleaching agents on the surface texture of restorative materials. **Operative Dentistry**, Seattle, v. 31, n. 4, p. 473-480, Jul./Aug. 2006.

PRAKKI, A. et al. Influence of pH environment on polymer based dental material properties. **Journal of Dentistry**, v. 33, n. 2, p. 91-98, Feb. 2005.

REIS, A. F. et al. The effect of six polishing systems on the surface roughness of two packable resin-based composites. **American Journal of Dentistry**, San Antonio, v. 15, n. 3, p. 193-197, Jun. 2002.

REIS, A. F. et al. Effects of various finishing systems on the surface roughness and staining susceptibility of packable composite resins. **Dental Materials**, Kidlington, v. 19, n. 1, p. 12-18, Jan. 2003.

ROSENTRITT, M. et al. Discoloration of restorative materials after bleaching application. **Quintessence International**, Berlin, v. 36, n. 7, p. 33-39, Jan. 2005.

SAY, E. C. et al. Wear of microhardness of different resin composite materials. **Operative Dentistry**, Seattle, v. 28, n. 5, p.628-634, Sep./Oct. 2003.

SCHNEIDER, L. F. J. et al. Influence of photoinitiator type on the rate of polymerization, degree of conversion, hardness and yellowing of dental resin composites. **Dental Materials**, Kidlington, v. 24, n. 9, p. 1169-1177, Sep. 2008.

SCHULZE, K. A. et al. Color stability and hardness in dental composites after accelerated aging. **Dental Materials**, Kidlington, v. 19, n. 7, p. 612-619, Nov. 2003.

SETTEMBRINI, L. et al. Alcohol-containing mouthwashes: effect on composite color. **Operative Dentistry**, Seattle, v. 20, n. 1, p. 14-17, Jan./Feb. 1995.

SIDHU, S. K. et al. Change of color and translucency by light curing in resin composites. **Operative Dentistry**, Seattle, v. 31, n. 5, p. 598-603, Sep./Oct. 2006.

SMALES, R. J.; GERKE, D. C. Clinical evaluation of light-cured anterior resin composites over periods of up to 4 years. **American Journal of Dentistry**, San Antonio, v. 5, n. 4, p. 208-211, Aug. 1992.

SÖDERHOLM, K. J. et al. Hydrolytic degradation of dental composites. **Journal of Dental Research**, v. 63, n. 10, p. 1248-1254, Oct. 1984.

STOBER, T.; GILDE, H.; LENZ, P. Color stability of highly filled composite resin materials for facings. **Dental Materials**, Kidlington, v. 17, n. 1, p. 87-94, Jan. 2001.

TAHMASSEBI, J. F. et al. Soft drinks and dental health: a review of the current literature. **Journal of Dentistry**, Bristol, v. 34, n. 1, p. 2-11, Jan. 2006.

TURSSI, C. P., et al. Surface roughness assessment of resin-based materials during brushing preceded by pH-cycling simulations. **Operative Dentistry**, Seattle, v. 26, n. 6, p. 576-584, Nov./Dec. 2001.

TURSSI, C. P., et al. Effect of storage media upon the surface micromorphology of resin-based restorative materials. **Journal of Oral Rehabilitation**, Oxford, v. 29, n. 9, p. 864-871, Sep. 2002.

UM, C. M.; RUYTER, I. E. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. **Quintessence International**, Berlin, v. 22, n. 5, p. 377-386, 1991.

VAN EYGEN, I.; VANDE VANNET, B.; WEHRBEIN, H. Influence of a soft drink with low pH on enamel surfaces: an in vitro study. **American Journal of Orthodontics Dentofacial Orthopedics**, v. 128, n. 3, p. 372-377, Sep. 2005.

VAN GROENINGEN, G. JONGEBLOED, W., ARENDS, J. Composite degradation in vivo. **Dental Materials**, Kidlington, v. 2, n. 5, p. 225-227, Oct. 1986.

VICHI, A.; FERRARI, M., DAVIDSON, C. L. Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water aging. **Dental Materials**, Kidlington, v. 20, n. 6, p. 530-534, Jul. 2004.

VILLALTA, P. et al. Effects of staining and bleaching on color change of dental composite resins. **Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 95, n. 2, p. 137-142, Feb. 2006.

WANG, L. et al. Wear resistance of packable resin composites after simulated toothbrushing test. **Journal Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 16, n. 5, p. 303-315, Sep. 2004.

WEINMANN W.; THALACKER, C.; GUGGENBERGER, R. Siloranes in dental composites. **Dental Materials**, Kidlington, v. 21, n. 1, p. 68-74, Jan. 2005.

WETTON, S. et al. Exposure time of enamel and dentine to saliva for protection against erosion: a study in vitro. **Caries Research**, Basel, v. 40, n. 3, p. 213-217, May 2006.

WONGKHANTEE, S. et al. Effect of acidic food and drinks on surface hardness of enamel, dentine, and tooth-colored filling materials. **Journal of Dentistry**, Bristol, v. 34, n. 3, p. 214-220, Mar. 2006.

WU W., McKINNEY, J. E. Influence of chemicals on wear of dental composites. **Journal of Dental Research**, v. 61, n. 10, p. 1180-1183, 1982.

YAP, A. U. J. et al. Chemical degradation of composite restoratives. **Journal of Oral Rehabilitation**, Oxford, v. 28, n. 11, p. 1015-1021, Nov. 2001.

YAP, A. U. J. et al. Influence of dietary solvents on strength of nanofill and ormocer composites. **Operative Dentistry**, Seattle, v. 30, n. 1, p. 129-133, Jan./Feb. 2005.

YAP, A. U. J.; TAN, C. H.; CHUNG, S. M. Wear behavior of new composite restoratives. **Operative Dentistry**, Seattle, v. 29, n. 3, p. 269-274, May/Jun. 2004.

YAP, A. U. J.; WATTANAPAYUNGKUL, P.; CHUNG, S. M. Influence of the polymerization process on composite resistance to chemical degradation by food-simulating liquids. **Operative Dentistry**, Seattle, v. 28, n. 6, p. 723-727, Nov./Dec. 2003.

YIP, H. K.; TO, W. M.; SMALES, R. J. Effects of artificial saliva and APF gel on the surface roughness of newer glass ionomer cements. **Operative Dentistry**, Seattle, v. 29, n. 6, p. 661-668, Nov./Dec. 2004.

YU, B.; LEE, Y. K. Influence of color parameters of resin composites on their translucency. **Dental Materials**, Kidlington, v. 24, n. 9, p. 1236-1242, Sep. 2008.

ZHOU, M. et al. Organic overlayer model of a dental composite analyzed by laser desorption postionization mass spectrometry and photoemission. **Journal of Biomedical Materials Research**, v. 77A, n. 1, p. 1-10, Apr. 2006.

## **APÊNDICE**

## APÊNDICE A

A Tabela 6 apresenta resultados de rugosidade superficial da resina composta Filtek Z350<sup>®</sup> ao longo do tempo avaliado.

Tabela 6 - Médias e erros padrão da rugosidade superficial ( $\mu\text{m}$ ) da resina Filtek Z350<sup>®</sup> durante as quatro semanas de avaliação.

	Inicial		Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4	
	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro
FA	0,03	0,00	0,05	0,01	0,04	0,00	0,04	0,01	0,04	0,00
FC	0,03	0,00	0,05	0,01	0,04	0,00	0,05	0,00	0,04	0,00
FS	0,04	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00
FV	0,05	0,00	0,03	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00

A Tabela 7 apresenta resultados de rugosidade superficial da resina Grandio<sup>®</sup> ao longo do tempo avaliado.

Tabela 7 - Médias e erros padrão da rugosidade superficial ( $\mu\text{m}$ ) da resina Grandio<sup>®</sup> durante as quatro semanas de avaliação.

	Inicial		7 dias		14 dias		21 dias		28 dias	
	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro
GA	0,23	0,02	0,22	0,02	0,23	0,03	0,22	0,02	0,21	0,02
GC	0,22	0,02	0,21	0,02	0,21	0,02	0,21	0,02	0,20	0,02
GS	0,21	0,02	0,21	0,02	0,20	0,02	0,20	0,02	0,21	0,02
GV	0,21	0,01	0,19	0,01	0,20	0,02	0,19	0,02	0,19	0,02

A Tabela 8 apresenta resultados de rugosidade superficial da resina Filtek Z250<sup>®</sup> ao longo do tempo avaliado.

Tabela 8 - Médias e erros padrão da rugosidade superficial ( $\mu\text{m}$ ) da resina Filtek Z250<sup>®</sup> durante as quatro semanas de avaliação.

.	Inicial		7 dias		14 dias		21 dias		28 dias	
	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro
ZA	0,05	0,00	0,05	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,05	0,00
ZC	0,04	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,05	0,00	0,04	0,00
ZS	0,04	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00
ZV	0,04	0,00	0,05	0,00	0,04	0,00	0,05	0,00	0,04	0,00

A Tabela 9 apresenta resultados de rugosidade superficial da resina Master Fill<sup>®</sup> ao longo do tempo avaliado.

Tabela 9 - Médias e erros padrão da rugosidade superficial ( $\mu\text{m}$ ) da resina Master Fill<sup>®</sup> durante as quatro semanas de avaliação.

	Inicial		7 dias		14 dias		21 dias		28 dias	
	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro
MA	0,05	0,00	0,06	0,01	0,05	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00
MC	0,05	0,00	0,06	0,00	0,05	0,00	0,06	0,01	0,05	0,01
MS	0,05	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00
MV	0,05	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00	0,04	0,00

**APÊNDICE B**

Os Gráficos 18 a 21 mostram as médias dos valores para a variável a\* (CIELa\*b) para a resina composta Filtek Z350® ao longo do tempo avaliado.

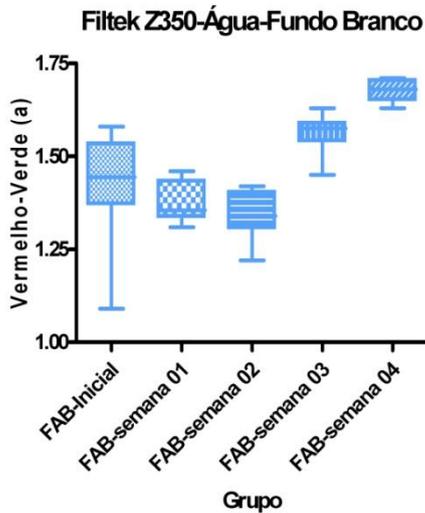


Gráfico 18 – Médias dos valores da variável a\* para a imersão em água.

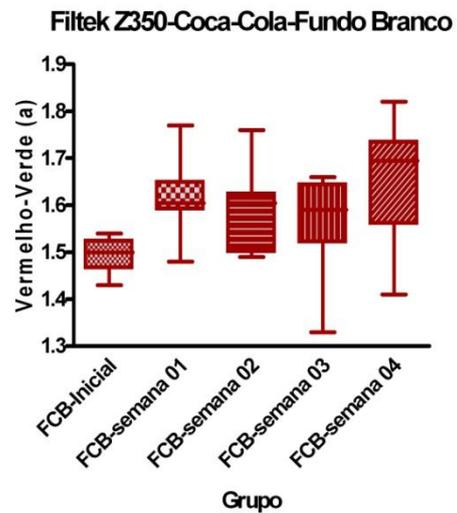


Gráfico 19 – Médias dos valores da variável a\* para o desafio em Coca-Cola®.

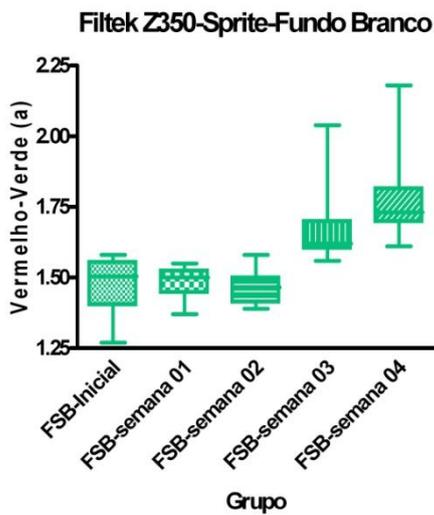


Gráfico 20 – Médias de valores da variável a\* para o desafio em Sprite®.

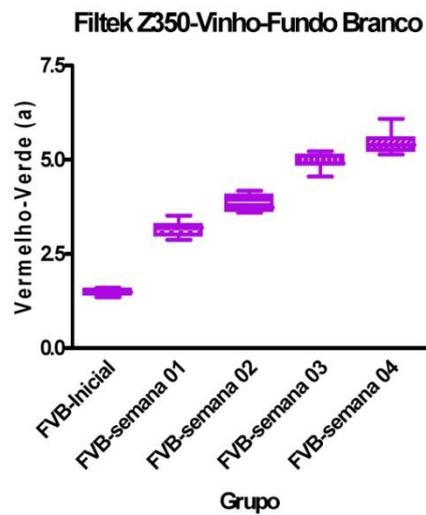


Gráfico 21 – Médias de valores da variável a\* para o desafio em vinho tinto.

Os Gráficos 22 a 25 mostram as médias dos valores para a variável  $b^*$  (CIELab<sup>\*</sup>) para a resina composta Filtek Z350<sup>®</sup> ao longo do tempo avaliado.

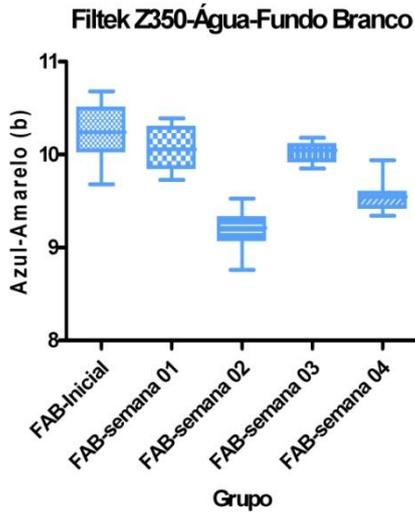


Gráfico 22 – Médias dos valores da variável  $b^*$  para a imersão em água.

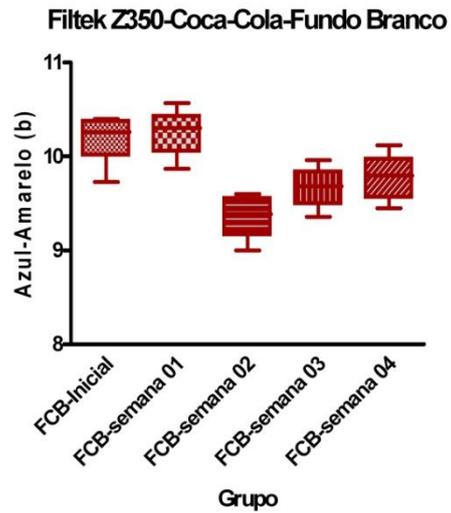


Gráfico 23 – Médias dos valores da variável  $b^*$  para o desafio em Coca-Cola<sup>®</sup>.

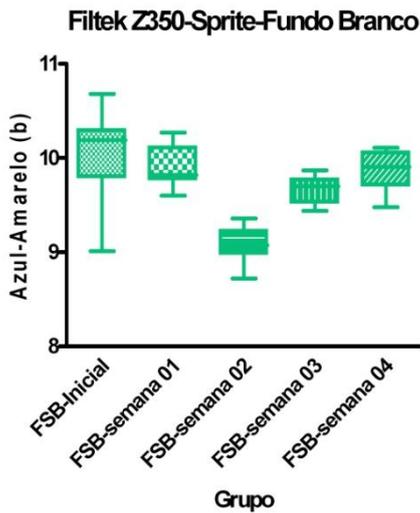


Gráfico 24 – Médias dos valores da variável  $b^*$  para o desafio em Sprite<sup>®</sup>.

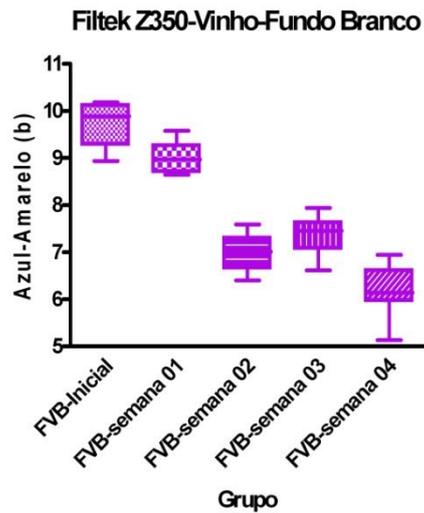


Gráfico 25 – Médias dos valores da variável  $b^*$  para o desafio em vinho tinto.

Os Gráficos 26 a 29 mostram as médias dos valores para a variável  $L^*$  (CIEL<sup>\*</sup>ab) para a resina composta Filtek Z350<sup>®</sup> ao longo do tempo avaliado.

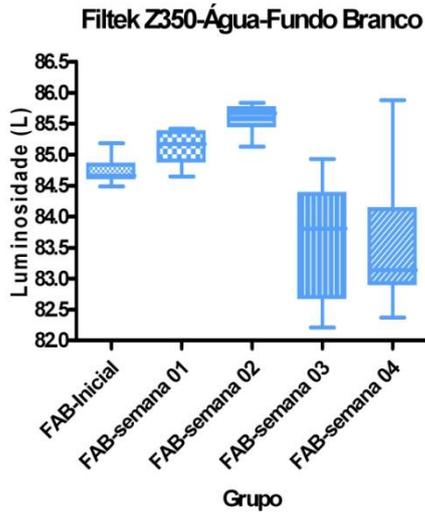


Gráfico 26 – Médias dos valores da variável  $L^*$  para a imersão em água.

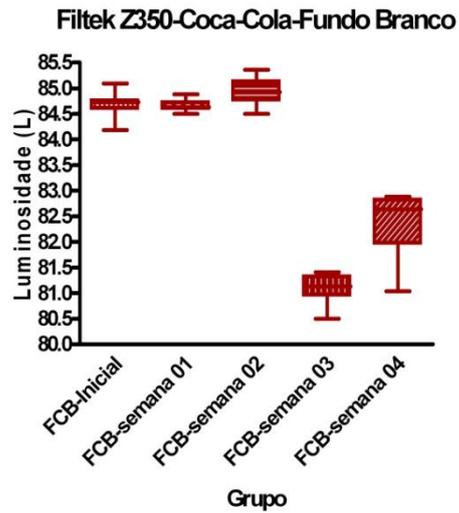


Gráfico 27 – Médias dos valores da variável  $L^*$  para o desafio em Coca-Cola<sup>®</sup>.

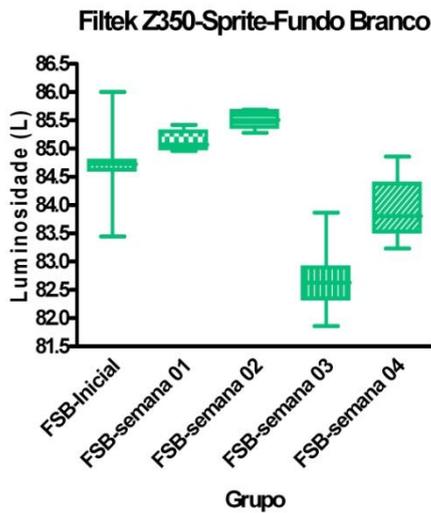


Gráfico 28 – Médias dos valores da variável  $L^*$  para o desafio em Sprite<sup>®</sup>.

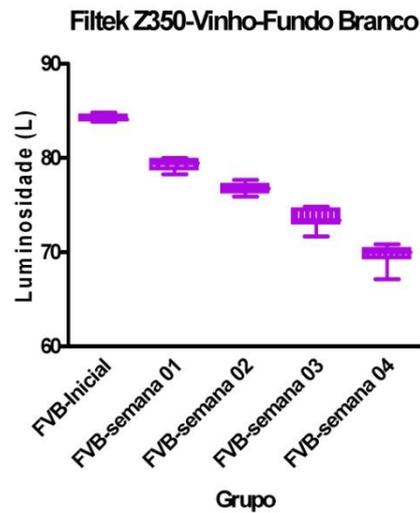


Gráfico 29 – Médias dos valores da variável  $L^*$  para o desafio em vinho tinto.

Os Gráficos 30 a 33 mostram as médias dos valores para a variável  $a^*$  (CIE $L^*a^*b^*$ ) para a resina composta Grandio<sup>®</sup> ao longo do tempo avaliado.

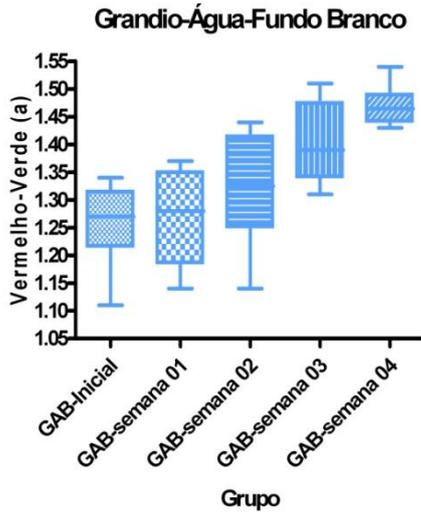


Gráfico 30 – Médias dos valores da variável  $a^*$  para a imersão em água.

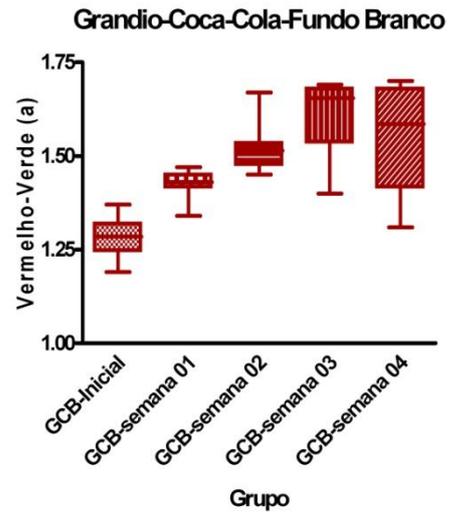


Gráfico 31 – Médias dos valores da variável  $a^*$  para o desafio em Coca-cola<sup>®</sup>.

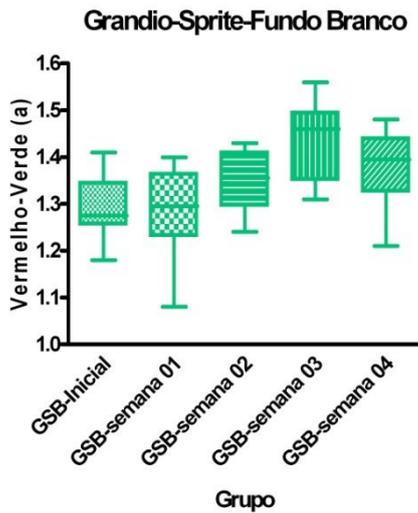


Gráfico 32 – Médias dos valores da variável  $a^*$  para o desafio em Sprite<sup>®</sup>.

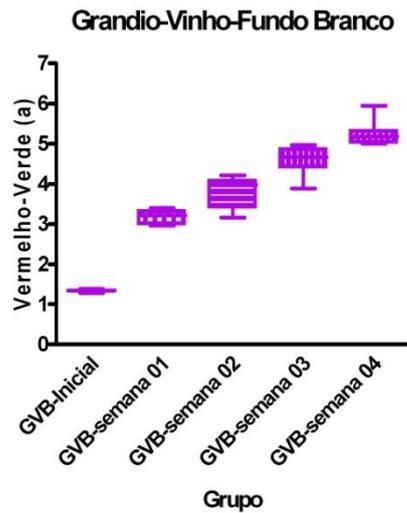


Gráfico 33 – Médias dos valores da variável  $a^*$  para o desafio em vinho tinto

Os Gráficos 34 a 37 mostram as médias dos valores para a variável  $b^*$  (CIE $Lab^*$ ) para a resina composta Filtek Grandio<sup>®</sup> ao longo do tempo avaliado.

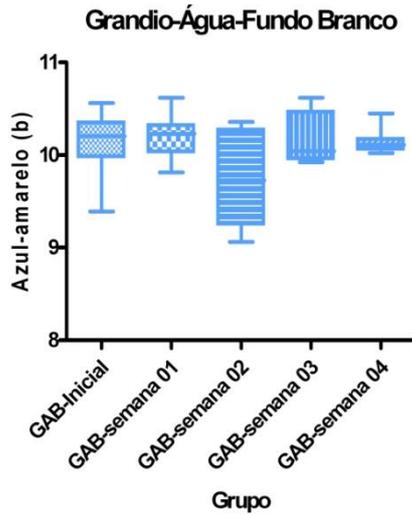


Gráfico 34 – Médias dos valores da variável  $b^*$  para a imersão em água.

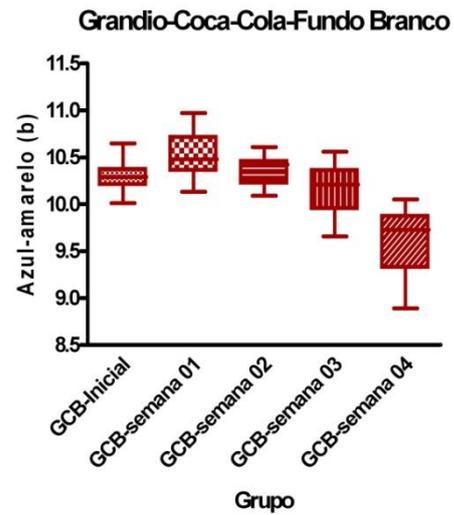


Gráfico 35 – Médias dos valores da variável  $b^*$  para o desafio em Coca-Cola<sup>®</sup>.

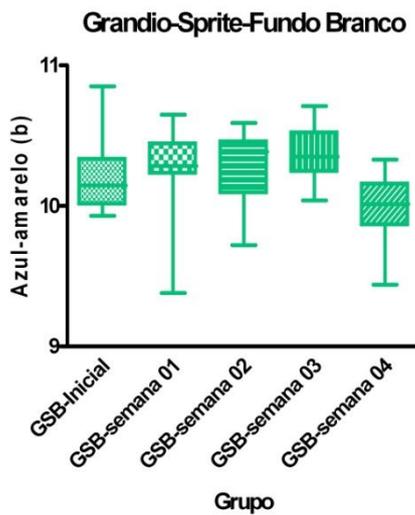


Gráfico 36 – Médias dos valores da variável  $b^*$  para o desafio em Sprite<sup>®</sup>.

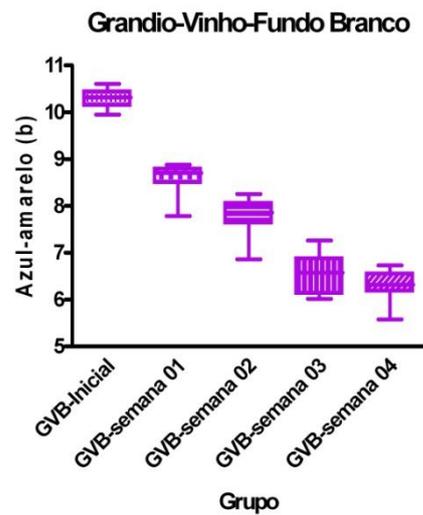


Gráfico 37 – Médias dos valores da variável  $b^*$  para o desafio em vinho tinto.

Os Gráficos 38 a 41 mostram as médias dos valores para a variável  $L^*$  (CIEL<sup>\*</sup>ab) para a resina composta Grandio<sup>®</sup> ao longo do tempo avaliado.

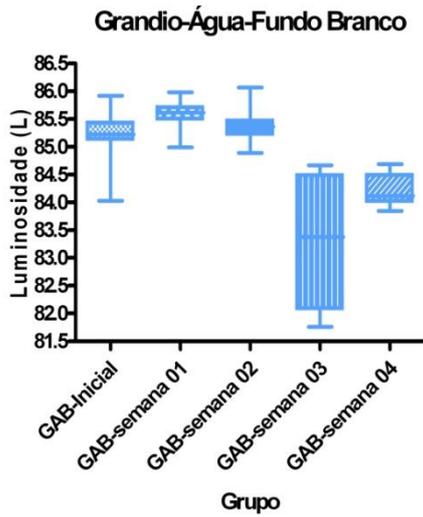


Gráfico 38 – Médias dos valores da variável  $L^*$  para a imersão em água.

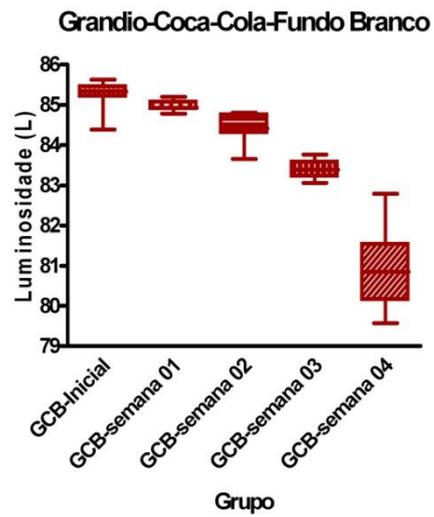


Gráfico 39 – Médias dos valores da variável  $L^*$  para o desafio em Coca-cola<sup>®</sup>.

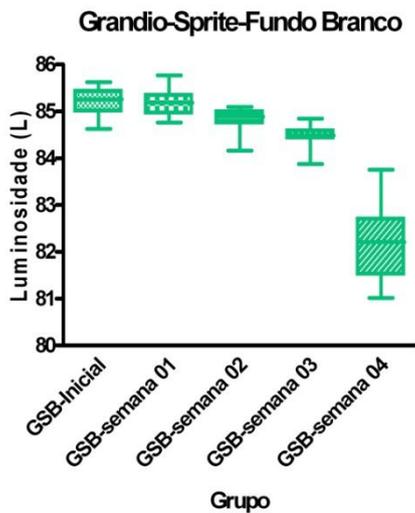


Gráfico 40 – Médias dos valores da variável  $L^*$  para o desafio em Sprite<sup>®</sup>.

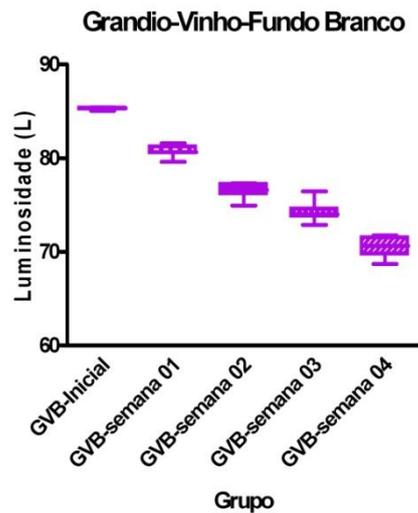


Gráfico 41 – Médias dos valores da variável  $L^*$  para o desafio em vinho tinto.

Os Gráficos 42 a 45 mostram as médias dos valores para a variável  $a^*$  (CIELa<sup>\*</sup>b) para a resina composta Filtek Z250<sup>®</sup> ao longo do tempo avaliado.

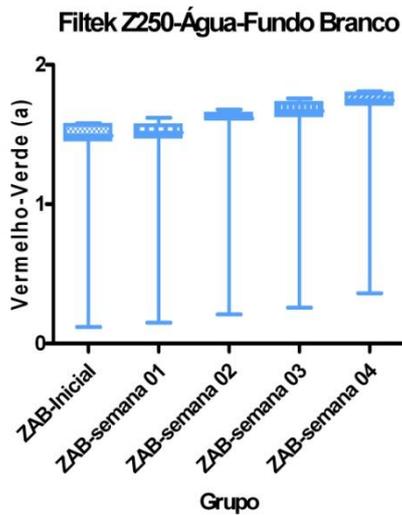


Gráfico 42 – Médias dos valores da variável  $a^*$  para a imersão em água.

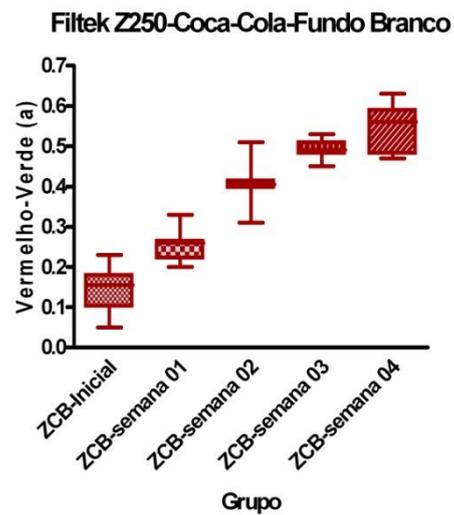


Gráfico 43 – Médias dos valores da variável  $a^*$  para o desafio em Coca-Cola<sup>®</sup>.

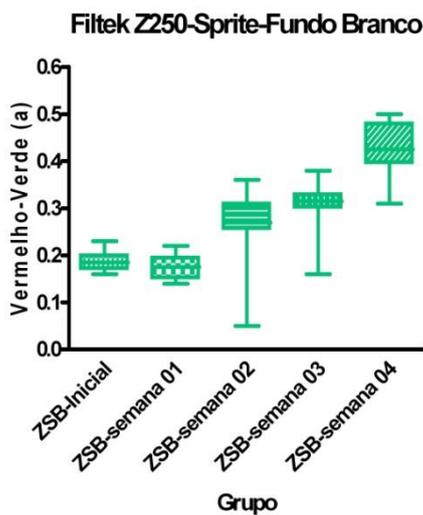


Gráfico 44 – Médias dos valores da variável  $a^*$  para o desafio em Sprite<sup>®</sup>.

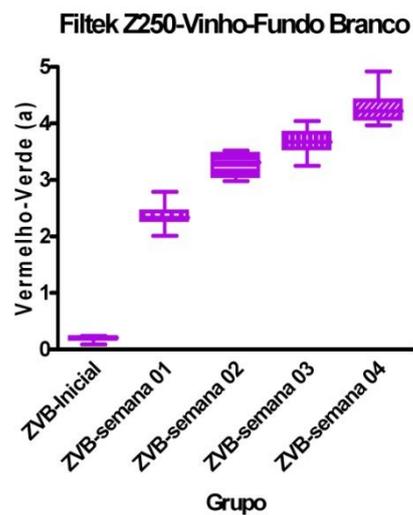


Gráfico 45 – Médias dos valores da variável  $a^*$  para o desafio em vinho tinto

Os Gráficos 46 a 49 mostram as médias dos valores para a variável  $b^*$  (CIE<sub>Lab</sub><sup>\*</sup>) para a resina composta Filtek Z250<sup>®</sup> ao longo do tempo avaliado.

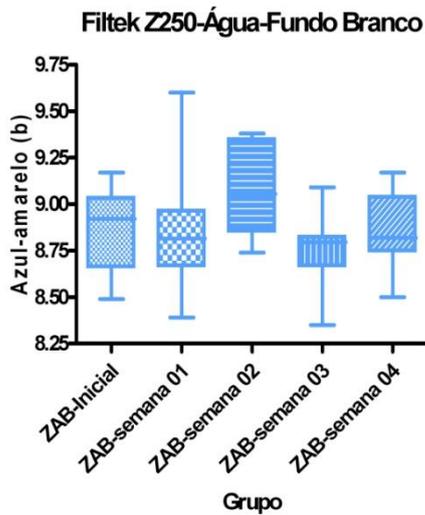


Gráfico 46 – Médias dos valores da variável  $b^*$  para a imersão em água.

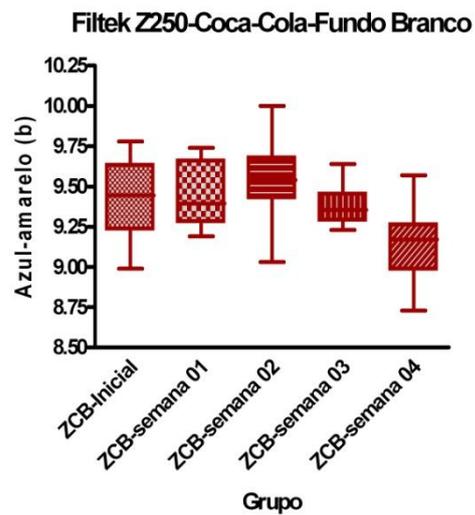


Gráfico 47 – Médias dos valores da variável  $b^*$  para o desafio em Coca-cola<sup>®</sup>.

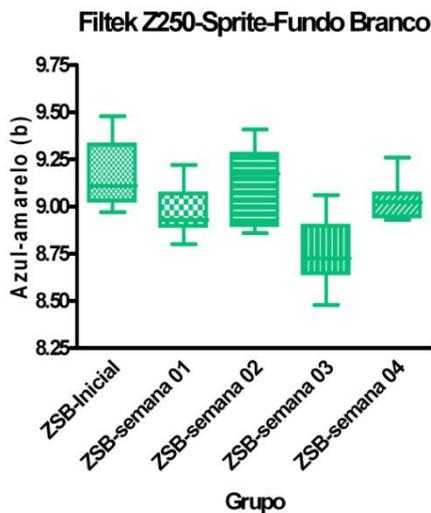


Gráfico 48 – Médias dos valores da variável  $b^*$  para o desafio em Sprite<sup>®</sup>.

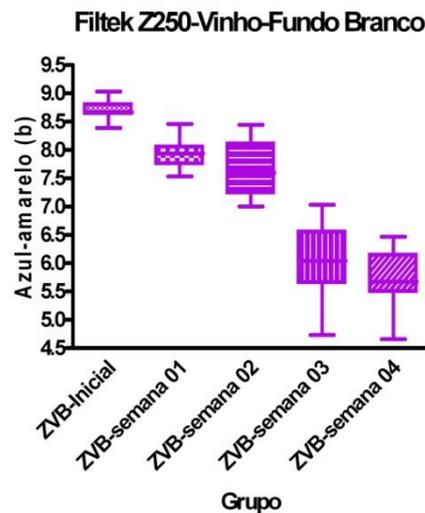


Gráfico 49 – Médias dos valores da variável  $b^*$  para o desafio em vinho tinto.

Os Gráficos 50 a 53 mostram as médias dos valores para a variável L\* (CIEL\*ab) para a resina composta Filtek Z250® ao longo do tempo avaliado.

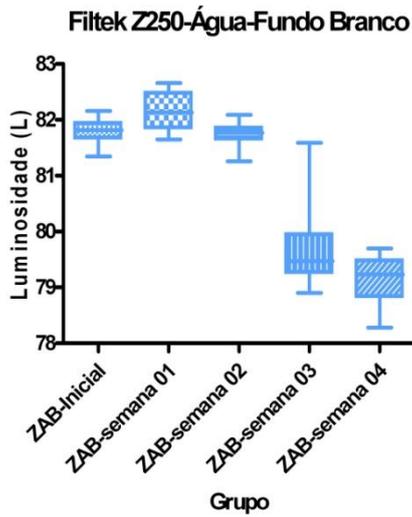


Gráfico 50 – Médias dos valores da variável L\* para a imersão em água.

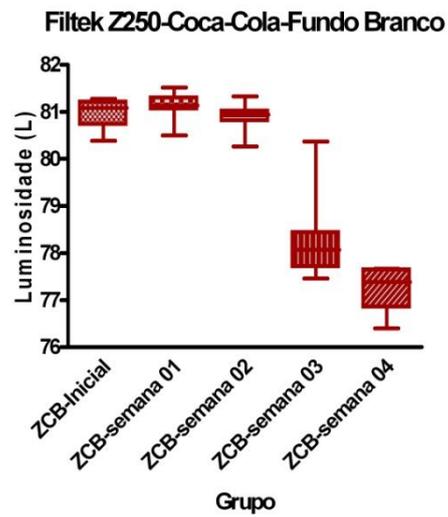


Gráfico 51 – Médias dos valores da variável L\* para o desafio em Coca-Cola®.

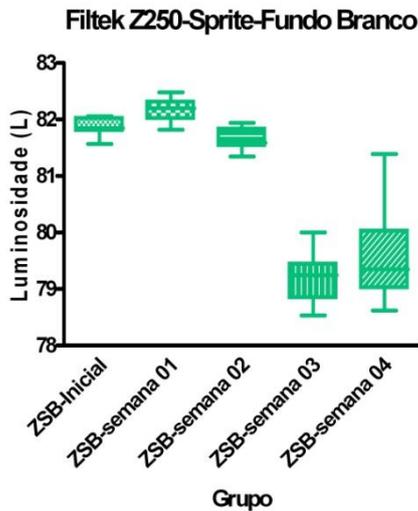


Gráfico 52 – Médias dos valores da variável L\* para o desafio em Sprite®.

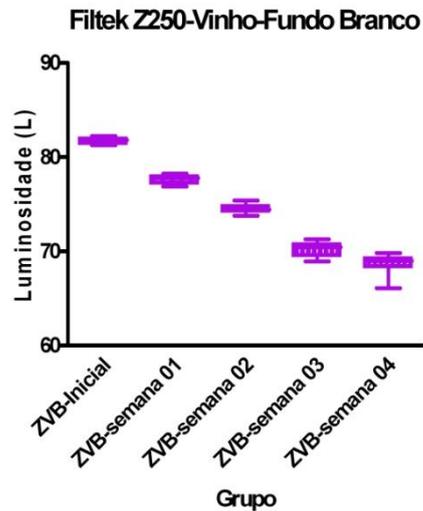


Gráfico 53 – Médias dos valores da variável L\* para o desafio em vinho tinto.

Os Gráficos 54 a 57 mostram as médias dos valores para a variável  $a^*$  (CIE $L^*a^*b^*$ ) para a resina composta Master Fill<sup>®</sup> ao longo do tempo avaliado.

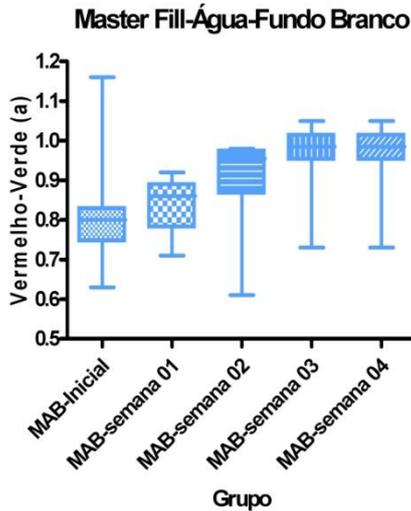


Gráfico 54 – Médias dos valores da variável  $a^*$  para a imersão em água.

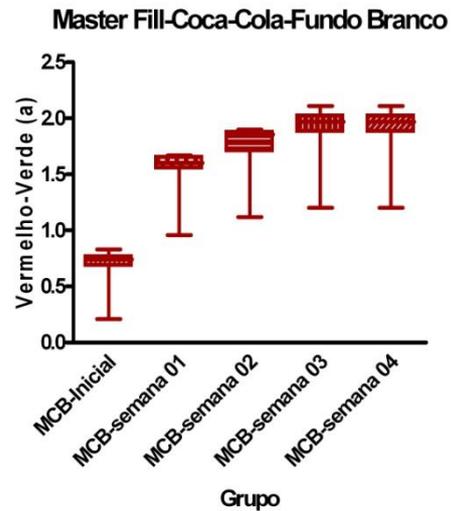


Gráfico 55 – Médias dos valores da variável  $a^*$  para o desafio em Coca-Cola<sup>®</sup>.

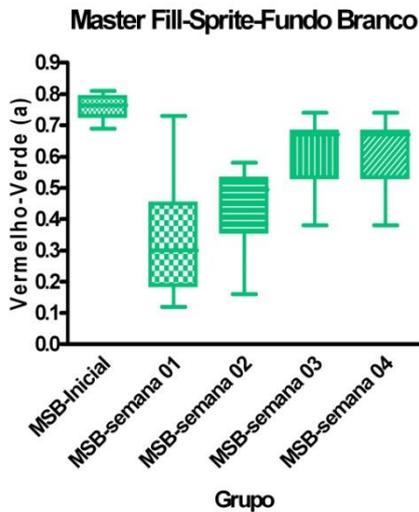


Gráfico 56 – Médias dos valores da variável  $a^*$  para o desafio em Sprite<sup>®</sup>.

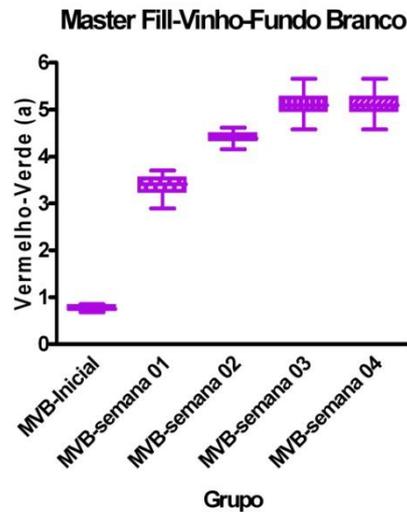


Gráfico 57 – Médias dos valores da variável  $a^*$  para o desafio em vinho tinto

Os Gráficos 58 a 61 mostram as médias dos valores para a variável  $b^*$  (CIE<sub>Lab</sub><sup>\*</sup>) para a resina composta Master Fill<sup>®</sup> ao longo do tempo avaliado.

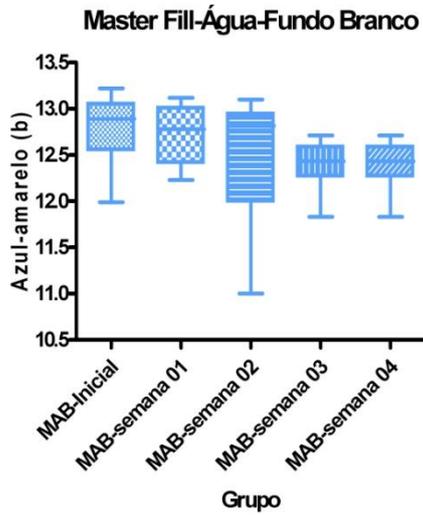


Gráfico 58 – Médias dos valores da variável  $b^*$  para a imersão em água.

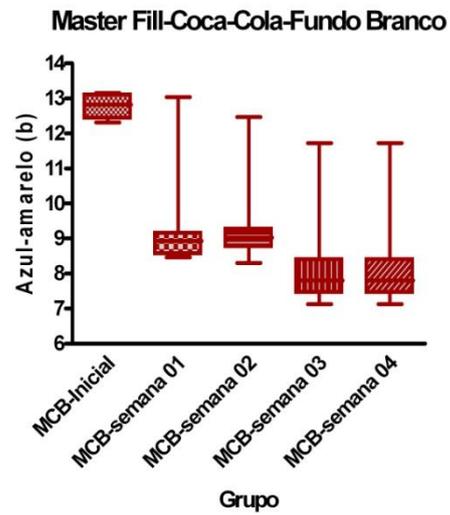


Gráfico 59 – Médias dos valores da variável  $b^*$  para o desafio em Coca-cola<sup>®</sup>.

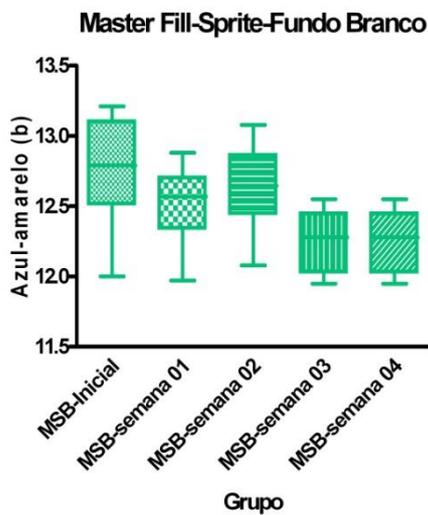


Gráfico 60 – Médias dos valores da variável  $b^*$  para o desafio em Sprite<sup>®</sup>.

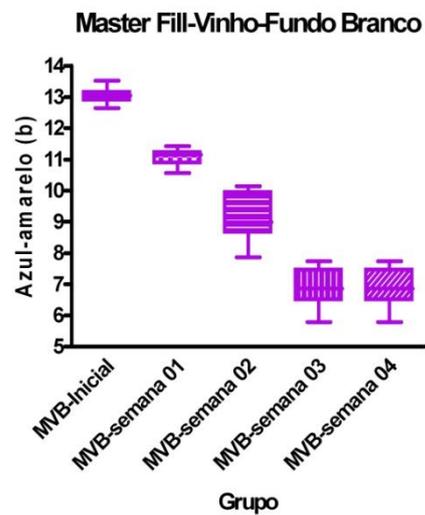


Gráfico 61 – Médias dos valores da variável  $b^*$  para o desafio em vinho tinto.

Os Gráficos 62 a 65 mostram as médias dos valores para a variável  $L^*$  (CIEL<sup>\*</sup> ab) para a resina composta Master Fill<sup>®</sup> ao longo do tempo avaliado.

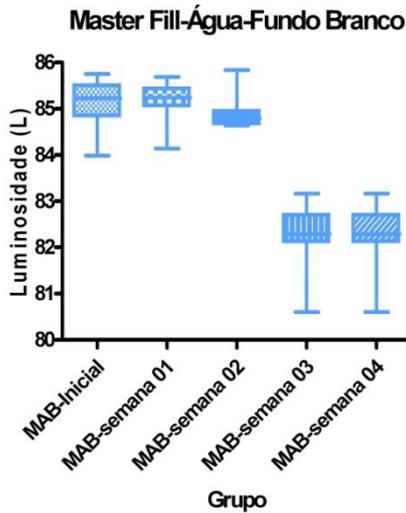


Gráfico 62 – Médias de valores da variável  $L^*$  para a imersão em água.

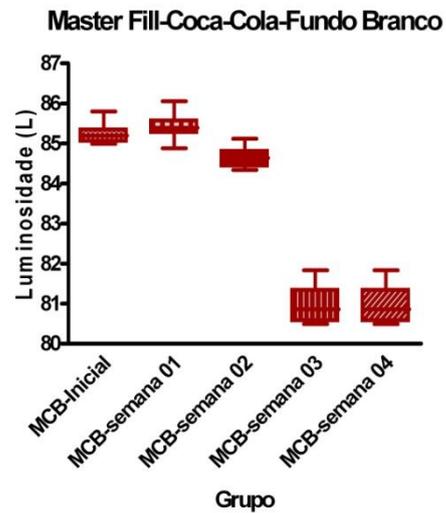


Gráfico 63 – Médias dos valores da variável  $L^*$  para o desafio em Coca-cola<sup>®</sup>.

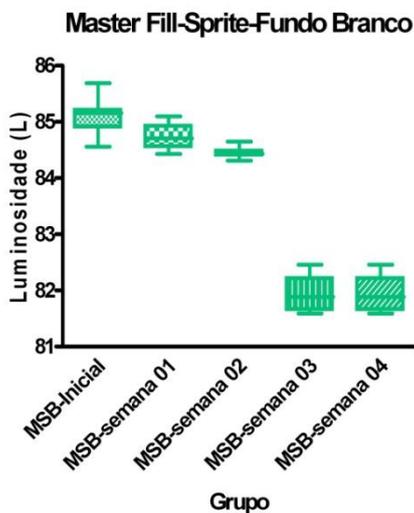


Gráfico 64 – Médias dos valores da variável  $L^*$  para o desafio em Sprite<sup>®</sup>.

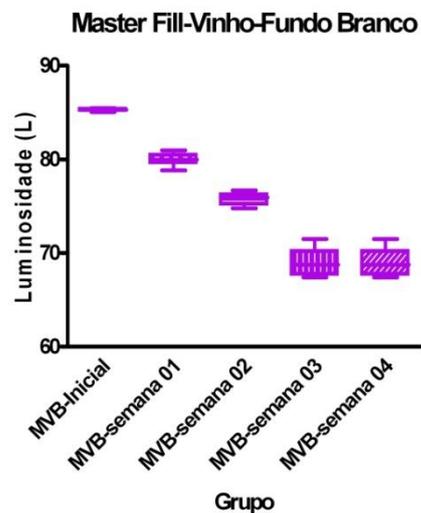


Gráfico 65 – Médias dos valores da variável  $L^*$  para o desafio em vinho tinto.

Os Gráficos 66 a 69 mostram as médias dos valores de  $\Delta E$  para a resina composta Filtek Z350<sup>®</sup> ao longo do tempo avaliado.

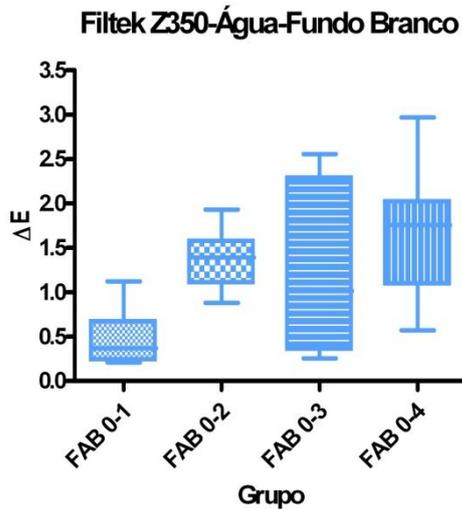


Gráfico 66 – Médias dos valores de  $\Delta E$  da resina Filtek Z350<sup>®</sup> imersa em água.

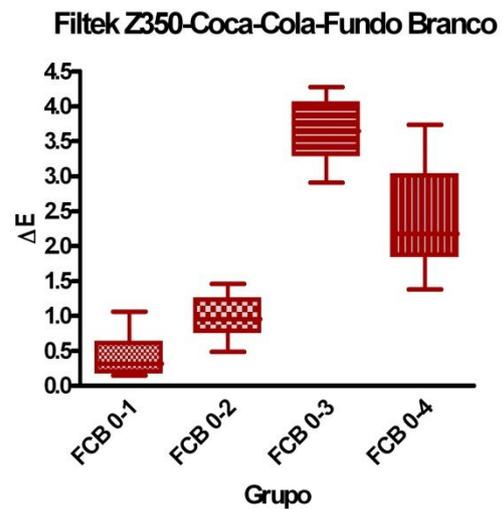


Gráfico 67 – Médias dos valores de  $\Delta E$  da resina Filtek Z350<sup>®</sup> desafiada em Coca-cola<sup>®</sup>.

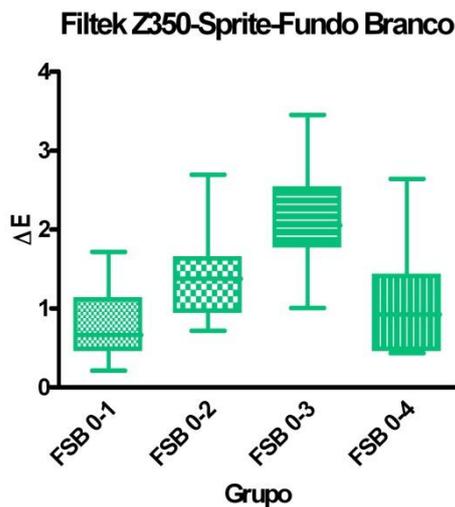


Gráfico 68 – Média dos valores de  $\Delta E$  da resina Filtek Z350<sup>®</sup> desafiada em Sprite<sup>®</sup>.

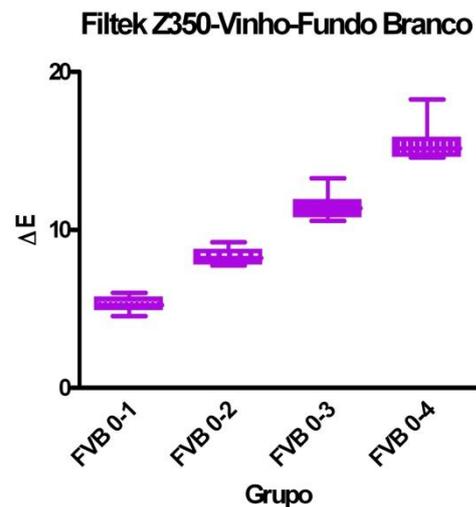


Gráfico 69 – Média dos valores de  $\Delta E$  da resina Filtek Z350<sup>®</sup> desafiada em vinho.

Os Gráficos 70 a 73 mostram as médias dos valores de  $\Delta E$  para a resina composta Grandio® ao longo do tempo avaliado.

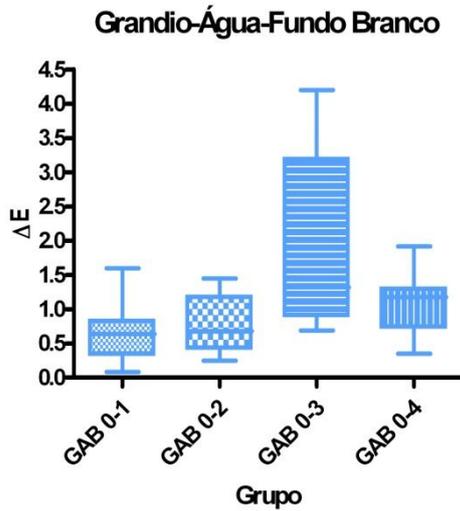


Gráfico 70 – Médias dos valores de  $\Delta E$  da resina Grandio® imersa em água.

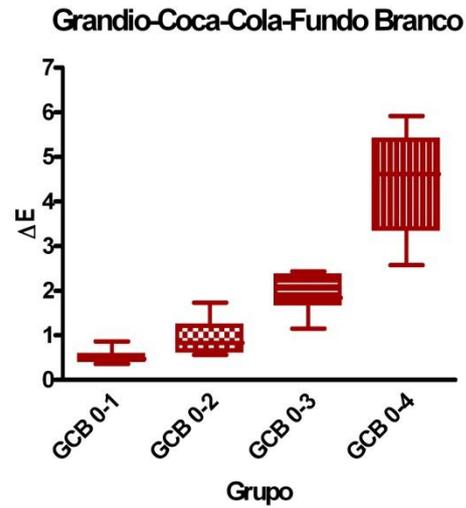


Gráfico 71 – Médias dos valores de  $\Delta E$  da resina Grandio® desafiada em Coca-cola®.

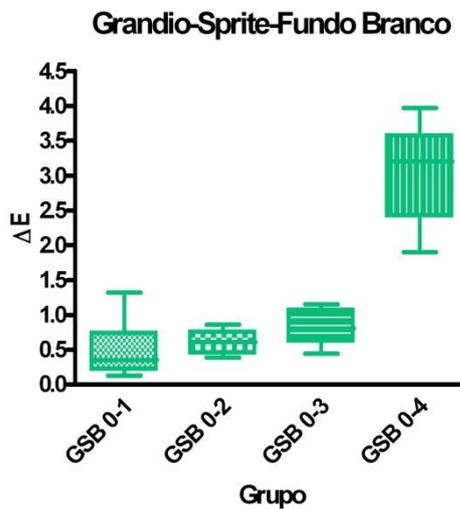


Gráfico 72 – Médias dos valores de  $\Delta E$  da resina Grandio® desafiada em Sprite®.

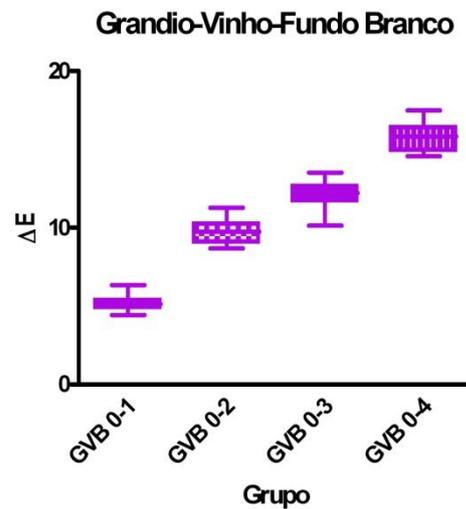


Gráfico 73 – Médias dos valores de  $\Delta E$  da resina Grandio® desafiada em vinho.

Os Gráficos 74 a 77 mostram as médias dos valores de  $\Delta E$  para a resina composta Filtek Z250<sup>®</sup> ao longo do tempo avaliado.

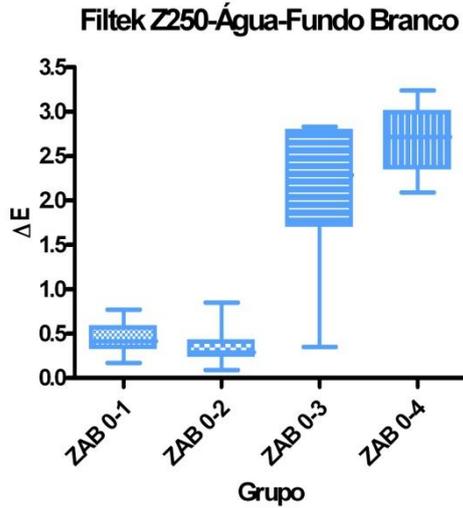


Gráfico 74 – Médias dos valores de  $\Delta E$  da resina Filtek Z250<sup>®</sup> imersa em água.

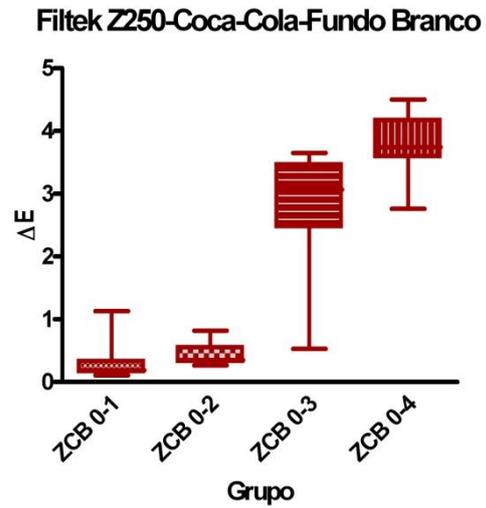


Gráfico 75 – Médias dos valores de  $\Delta E$  da resina Filtek Z250<sup>®</sup> desafiada em Coca-cola<sup>®</sup>.

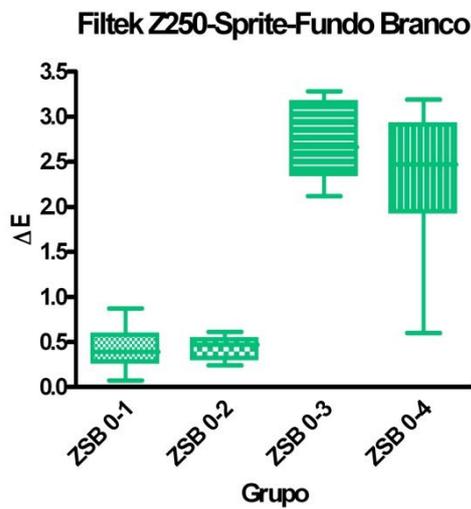


Gráfico 76 – Médias dos valores de  $\Delta E$  da resina Filtek Z250<sup>®</sup> desafiada em Sprite<sup>®</sup>.

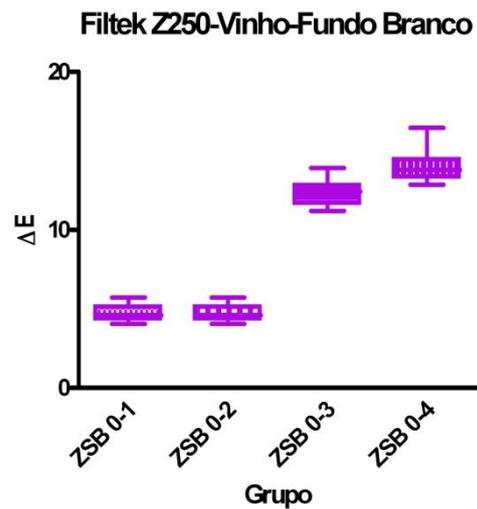


Gráfico 77 – Médias dos valores de  $\Delta E$  da resina Filtek Z250<sup>®</sup> desafiada em vinho.

Os Gráficos 78 a 81 mostram as médias dos valores de  $\Delta E$  para a resina composta Master Fill<sup>®</sup> ao longo do tempo avaliado.

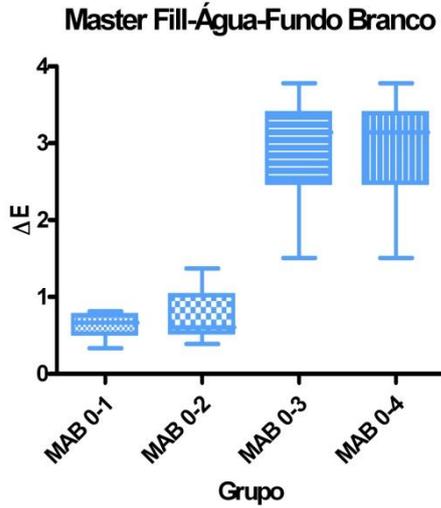


Gráfico 78 – Médias dos valores de  $\Delta E$  da resina Master Fill<sup>®</sup> imersa em água.

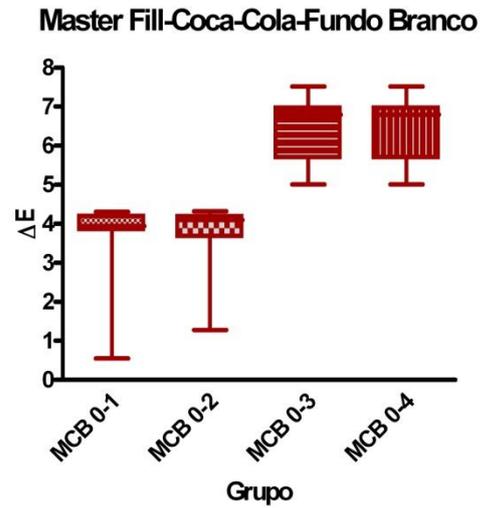


Gráfico 79 – Médias dos valores de  $\Delta E$  da resina Master Fill<sup>®</sup> desafiada em Coca-Cola<sup>®</sup>.

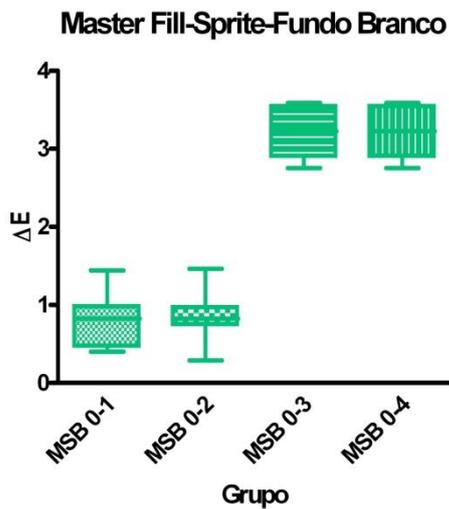


Gráfico 80 – Médias dos valores de  $\Delta E$  da resina Master Fill<sup>®</sup> desafiada em Sprite<sup>®</sup>.

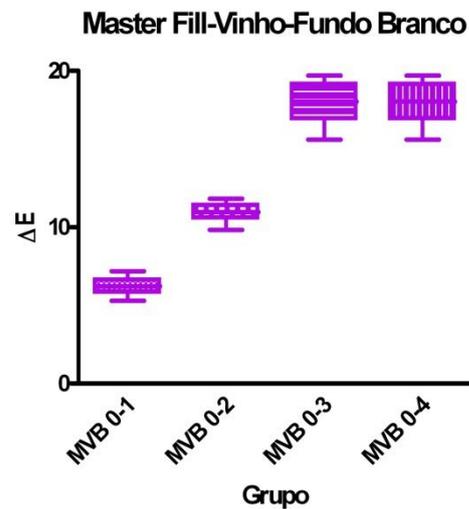


Gráfico 81 – Médias dos valores de  $\Delta E$  da resina Master Fill<sup>®</sup> desafiada em vinho.

Os resultados das variáveis  $a^*$ ,  $b^*$  e  $L^*$  do sistema CIEL\*a\*b\* para a resina Filtek Z350<sup>®</sup> imersa em água (FAB<sup>1</sup>), desafiada em solução coca-cola<sup>®</sup> (FCB), em solução sprite<sup>®</sup> (FSB) e em solução vinho tinto (FVB), ao longo das semanas, está na Tabela 10.

Tabela 10 - Médias e erros padrão dos valores das variáveis  $a^*$ ,  $b^*$  e  $L^*$  para a resina composta Filtek Z350<sup>®</sup>.

FAB	$a^*$		$b^*$		$L^*$	
	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro
Inicial	1,42	0,06	10,24	0,12	84,74	0,08
07 dias	1,38	0,02	10,06	0,08	85,11	0,10
14 dias	1,34	0,02	9,19	0,08	85,59	0,08
21 dias	1,56	0,02	10,02	0,04	83,61	0,35
28 dias	1,68	0,01	9,55	0,06	83,57	0,39
FCB	$a^*$		$b^*$		$L^*$	
	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro
Inicial	1,49	0,01	10,18	0,09	84,68	0,09
07 dias	1,62	0,03	10,25	0,09	84,66	0,04
14 dias	1,59	0,03	9,35	0,08	84,94	0,10
21 dias	1,56	0,04	9,67	0,08	81,09	0,11
28 dias	1,65	0,05	9,78	0,09	82,35	0,25
FSB	$a^*$		$b^*$		$L^*$	
	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro
Inicial	1,47	0,04	10,03	0,18	84,71	0,24
07 dias	1,48	0,02	9,91	0,08	85,14	0,06
14 dias	1,47	0,02	9,08	0,07	85,51	0,06
21 dias	1,68	0,05	9,66	0,05	82,68	0,21
28 dias	1,78	0,06	9,87	0,08	83,93	0,20
FVB	$a^*$		$b^*$		$L^*$	
	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro
Inicial	1,48	0,03	9,71	0,17	84,22	0,13
07 dias	3,16	0,07	9,01	0,12	79,27	0,22
14 dias	3,82	0,08	6,99	0,15	76,75	0,22
21 dias	4,94	0,07	7,36	0,15	73,55	0,38
28 dias	5,45	0,10	6,19	0,20	69,67	0,41

<sup>1</sup> A letra B após as siglas que indicam a resina e solução refere-se ao fundo branco sobre o qual foi feita a leitura da cor.

Os resultados das variáveis  $a^*$ ,  $b^*$  e  $L^*$  do sistema CIEL\*a\*b\* para a resina Grandio® imersa em água (GAB), desafiada em solução coca-cola® (GCB), em solução sprite® (GSB) e em solução vinho tinto (GVB), ao longo das semanas, estão na Tabela 11.

Tabela 11 - Médias e erros padrão dos valores das variáveis  $a^*$ ,  $b^*$  e  $L^*$  para a resina composta Grandio®.

GAB	$a^*$		$b^*$		$L^*$	
	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro
Inicial	1,26	0,03	10,13	0,13	85,19	0,19
07 dias	1,27	0,03	10,20	0,09	85,58	0,10
14 dias	1,32	0,04	9,74	0,19	85,38	0,12
21 dias	1,40	0,03	10,18	0,10	83,29	0,47
28 dias	1,47	0,01	10,14	0,05	84,22	0,11
GCB	$a^*$		$b^*$		$L^*$	
	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro
Inicial	1,28	0,02	10,30	0,07	85,25	0,13
07 dias	1,43	0,01	10,53	0,09	84,97	0,05
14 dias	1,52	0,02	10,36	0,06	84,42	0,13
21 dias	1,60	0,04	10,16	0,11	83,40	0,09
28 dias	1,55	0,05	9,60	0,14	80,93	0,37
GSB	$a^*$		$b^*$		$L^*$	
	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro
Inicial	1,29	0,03	10,22	0,11	85,20	0,12
07 dias	1,28	0,04	10,24	0,13	85,19	0,12
14 dias	1,35	0,02	10,27	0,10	84,81	0,11
21 dias	1,44	0,03	10,37	0,07	84,47	0,10
28 dias	1,38	0,03	9,98	0,10	82,21	0,31
GVB	$a^*$		$b^*$		$L^*$	
	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro
Inicial	1,34	0,01	10,30	0,08	85,28	0,05
07 dias	3,17	0,06	8,58	0,13	80,75	0,23
14 dias	3,79	0,14	7,78	0,16	76,53	0,29
21 dias	4,59	0,13	6,55	0,16	74,26	0,37
28 dias	5,25	0,11	6,30	0,13	70,52	0,39

Os resultados das variáveis  $a^*$ ,  $b^*$  e  $L^*$  do sistema CIEL\*a\*b\* para a resina Filtek Z250<sup>®</sup> imersa em água (ZAB), desafiada em solução coca-cola<sup>®</sup> (ZCB), em solução sprite<sup>®</sup> (ZSB) e em solução vinho tinto (ZVB), ao longo das semanas, está na Tabela 12.

Tabela 12 - Médias e erros padrão dos valores das variáveis  $a^*$ ,  $b^*$  e  $L^*$  para a resina composta Filtek Z250<sup>®</sup>.

ZAB	$a^*$		$b^*$		$L^*$	
	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro
Inicial	1,34	0,18	8,86	0,09	81,80	0,09
07 dias	1,36	0,17	8,86	0,13	82,15	0,13
14 dias	1,45	0,18	9,08	0,09	81,74	0,09
21 dias	1,51	0,18	8,75	0,07	79,73	0,30
28 dias	1,58	0,18	8,86	0,08	79,13	0,17
ZCB	$a^*$		$b^*$		$L^*$	
	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro
Inicial	0,14	0,02	9,42	0,10	80,96	0,12
07 dias	0,25	0,01	9,45	0,08	81,13	0,11
14 dias	0,41	0,02	9,54	0,10	80,89	0,11
21 dias	0,49	0,01	9,38	0,05	78,28	0,33
28 dias	0,55	0,02	9,14	0,09	77,23	0,18
ZSB	$a^*$		$b^*$		$L^*$	
	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro
Inicial	0,19	0,01	9,17	0,07	81,87	0,06
07 dias	0,18	0,01	8,98	0,05	82,17	0,08
14 dias	0,26	0,03	9,12	0,08	81,65	0,07
21 dias	0,30	0,02	8,76	0,07	79,20	0,16
28 dias	0,43	0,02	9,03	0,04	79,60	0,32
ZVB	$a^*$		$b^*$		$L^*$	
	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro
Inicial	0,19	0,02	8,70	0,07	81,73	0,13
07 dias	2,36	0,08	7,93	0,10	77,61	0,17
14 dias	3,27	0,08	7,67	0,18	74,51	0,18
21 dias	3,67	0,09	6,03	0,26	70,20	0,30
28 dias	4,28	0,11	5,72	0,20	68,63	0,41

Os resultados das variáveis  $a^*$ ,  $b^*$  e  $L^*$  do sistema CIEL\* $a^*b^*$  para a resina Master Fill<sup>®</sup> imersa em água (MAB), desafiada em solução coca-cola<sup>®</sup> (MCB), em solução sprite<sup>®</sup> (MSB) e em solução vinho tinto (MVB), ao longo das semanas, está na Tabela 13.

Tabela 13 - Médias e erros padrão dos valores das variáveis  $a^*$ ,  $b^*$  e  $L^*$  para a resina composta Master Fill<sup>®</sup>.

MAB	$a^*$		$b^*$		$L^*$	
	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro
Inicial	0,82	0,05	12,77	0,15	85,11	0,20
07 dias	0,84	0,03	12,72	0,12	85,16	0,17
14 dias	0,90	0,05	12,45	0,28	84,91	0,14
21 dias	0,96	0,04	12,39	0,10	82,25	0,27
28 dias	0,96	0,04	12,39	0,10	82,25	0,27
MCB	$a^*$		$b^*$		$L^*$	
	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro
Inicial	0,68	0,07	12,77	0,13	85,24	0,10
07 dias	1,53	0,08	9,35	0,54	85,42	0,12
14 dias	1,74	0,09	9,36	0,46	84,65	0,10
21 dias	1,88	0,10	8,27	0,52	80,98	0,18
28 dias	1,88	0,10	8,27	0,52	80,98	0,18
MSB	$a^*$		$b^*$		$L^*$	
	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro
Inicial	0,76	0,01	12,75	0,14	85,10	0,12
07 dias	0,34	0,07	12,51	0,11	84,74	0,08
14 dias	0,44	0,05	12,63	0,12	84,45	0,04
21 dias	0,61	0,05	12,25	0,08	81,95	0,12
28 dias	0,61	0,05	12,25	0,08	81,95	0,12
MVB	$a^*$		$b^*$		$L^*$	
	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro
Inicial	0,77	0,02	13,04	0,09	85,28	0,06
07 dias	3,37	0,09	11,06	0,10	79,99	0,25
14 dias	4,40	0,05	9,14	0,29	75,76	0,24
21 dias	5,11	0,11	6,89	0,24	69,01	0,53
28 dias	5,11	0,11	6,89	0,24	69,01	0,53

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)