

ANDERSON CATELAN

**INFLUÊNCIA DO SELANTE DE SUPERFÍCIE EM PROPRIEDADES FÍSICAS
E MECÂNICAS DE RESINAS COMPOSTAS SUBMETIDAS A
ENVELHECIMENTOS ARTIFICIAIS**

ARAÇATUBA
2009

ANDERSON CATELAN

**INFLUÊNCIA DO SELANTE DE SUPERFÍCIE EM PROPRIEDADES FÍSICAS
E MECÂNICAS DE RESINAS COMPOSTAS SUBMETIDAS A
ENVELHECIMENTOS ARTIFICIAIS**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia, Campus de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte integrante dos requisitos para obtenção do título de MESTRE, pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Área de concentração em Dentística.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique dos Santos

Co-orientador: Prof. Dr. André Luiz Fraga Briso

ARAÇATUBA
2009

Catálogo-na-Publicação

Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação – FOA / UNESP

C358i	<p>Catelan, Anderson</p> <p>Influência do selante de superfície em propriedades físicas e mecânicas de resinas compostas submetidas a envelhecimentos artificiais / Anderson Catelan. - Araçatuba : [s.n.], 2009 128 f. : il. ; tab. + 1 CD-ROM</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia, Araçatuba, 2009 Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique dos Santos Co-orientador: Prof. Dr. André Luiz Fraga Briso</p> <p>1. Materiais dentários 2. Resinas compostas 3. Propriedades de superfície 4. Dureza 5. Cor</p> <p>Black D2 CDD 617.695</p>
-------	---

DADOS CURRICULARES

ANDERSON CATELAN

NASCIMENTO	14/09/1983 - Mirandópolis – SP
FILIAÇÃO	Rubens Catelan Marlene Tamie Hisamatsu Catelan
2003/2006	Graduação Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP
2007/2008	Obtenção dos créditos referentes ao Curso de Pós-Graduação em Odontologia, área de Dentística, em nível de Mestrado Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP

DEDICATÓRIA

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, **Rubens** e **Marlene**, exemplos de vida.

O incentivo e o apoio incondicional que me deram durante toda minha vida
foram essenciais para chegar até aqui.

À minha irmã, **Daniele**, pela amizade e por todo apoio.

Aos meus **familiares** e **amigos**.

AGRADECIMIENTO

ESPECIAL

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao meu orientador, Prof. Dr. **Paulo Henrique dos Santos**, exemplo de competência e dedicação. O meu sincero agradecimento pela orientação, amizade, paciência, ensinamentos e, principalmente, por ter acreditado em mim e possibilitado a realização de um sonho.

AGRADECIMENTOS

AGRADECIMENTOS

À **Deus**, por ter me dado o dom da vida e permitir que os meus desejos pudessem ser transformados em realidade.

À Faculdade de Odontologia do Campus de Araçatuba – UNESP, na pessoa do seu diretor Prof. Dr. **Pedro Felício Estrada Bernabé**, pela oportunidade de realização dos cursos de graduação e mestrado.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. **André Luiz Fraga Briso**, pela contribuição na elaboração deste trabalho.

Aos Coordenadores do Curso de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, Prof. Dr. **Idelmo Rangel Garcia Júnior** e Prof. Dr. **Wilson Roberto Poi**.

Aos meus grandes amigos **Ana Laura, Arley, Caio, Eduardo, Éllen, Hilka, Leonardo, Luciano, Mariene e Tatiana**, por todos os bons momentos vividos durante a graduação. A amizade, o apoio e incentivo de vocês foram fundamentais.

Aos queridos amigos de pós-graduação, especialmente, da área de Dentística; **Cristina, Letícia e Vanessa**; por estes anos de convivência.

Aos **docentes e funcionários** do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP.

À Profa. Dra. **Maria Cristina Rosifini Alves Rezende**, da disciplina de Materiais Dentários pela oportunidade da realização do estágio docente, a funcionária **Rosemeire** e aos estagiários; **Daniel, Fernanda, Juliana Caires, Juliana Cezarino, Marco, Michele e Renan**; pelos momentos agradáveis vividos durante esse segundo semestre.

Aos **funcionários** da Seção de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, pela paciência, atenção e orientação.

Aos **bibliotecários** da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, pela dedicação, pelos ensinamentos, colaboração e presteza durante todo o período de elaboração deste trabalho.

Ao Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese, na pessoa do Prof. Dr. **Marcelo Coelho Goiato**, pela autorização do uso de equipamentos indispensáveis para a realização deste trabalho.

Ao Departamento de Odontologia Infantil e Social, na pessoa do Prof. Dr. **Alberto Carlos Botazzo Delbem**, pela autorização do uso de equipamentos indispensáveis para a realização deste trabalho.

À Profa. Dra. **Kikue Takebayashi Sasaki**, da disciplina de Bioquímica, pela ajuda na leitura do pH das soluções.

À empresa, **FGM Produtos Odontológicos**, pela doação de parte das resinas compostas utilizadas.

À **FAPESP**, pelo auxílio à pesquisa concedido.

Àqueles que direta ou indiretamente contribuíram durante essa fase.

RESUMO

CATELAN A. Influência do selante de superfície em propriedades físicas e mecânicas de resinas compostas submetidas a envelhecimentos artificiais [dissertação]. Araçatuba: Faculdade de Odontologia de Araçatuba da Universidade Estadual Paulista; 2009.

RESUMO

O propósito deste estudo foi avaliar a influência do selante de superfície (Biscover LV, Bisco) na microdureza Knoop, rugosidade de superfície e alteração de cor de resinas compostas microhíbridas e nanoparticulada submetidas a envelhecimentos artificiais. Cem espécimes foram confeccionados para cada resina composta, Supreme XT (3M/Espe), Vit-I-escence (Ultradent) e Opallis (FGM). Após 24h, as superfícies das amostras foram polidas e o selante foi aplicado em 50 amostras de cada compósito. A rugosidade de superfície (Ra) foi determinada com um perfilômetro (SJ-400, Mitutoyo) e *cut-off* de 0,25mm; a microdureza Knoop foi avaliada em um microdurômetro (HMV-2000, Shimadzu), com carga de 50g durante 15s; e a análise cromática inicial foi avaliada de acordo com o sistema CIE L*a*b* em espectrofotômetro de reflexão (UV-2450, Shimadzu). Após as avaliações iniciais, 10 espécimes de cada grupo foram envelhecidos durante 252h em câmara de envelhecimento acelerado de UV (EQUV, Equilam) ou imersos por 4 semanas em uma das três soluções corantes (refrigerante de cola, suco de laranja ou vinho tinto) ou água destilada como controle. Após os envelhecimentos, as propriedades testadas foram re-avaliadas. Os dados de microdureza, rugosidade, alteração de cor foram analisados pela ANOVA e teste de Fischer ($\alpha=0,05$). Os envelhecimentos artificiais causaram mudanças de cor em todos os grupos e diminuíram os valores

de microdureza para todos os materiais, exceto para os compósitos Vit-I-escence e Supreme XT selados, mas não alteraram os valores de rugosidade. O armazenamento em água destilada teve o menor efeito sobre a microdureza e os menores valores de ΔE comparado com os outros processos de envelhecimento ($p < 0,05$). Os materiais selados apresentaram os menores valores de rugosidade e microdureza comparados aos compósitos não selados. Independente do material estudado, a solução de vinho tinto demonstrou o maior nível de manchamento ($p < 0,0001$). Valores intermediários de ΔE foram encontrados para as amostras armazenadas em suco de laranja, envelhecimento acelerado de UV e refrigerante de cola. Os métodos de envelhecimento diminuíram os valores de microdureza, exceto para os de alguns compósitos selados, mas não alteraram a rugosidade de superfície dos materiais. Todos os compósitos mostraram alguma alteração de cor após os métodos de envelhecimento, mas o selante de superfície não afetou a estabilidade de cor dos materiais testados.

Palavras-chave: Materiais Dentários. Resinas Compostas. Propriedades de Superfície. Dureza. Cor.

ABSTRACT

CATELAN A. Influence of the surface sealant in physical and mechanical properties of composite resins submitted to artificial aging [dissertation]. Araçatuba: UNESP - São Paulo State University; 2009.

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the influence of surface sealant (Biscover LV, Bisco) on the Knoop microhardness, surface roughness and color alteration of microhybrids and nanofilled composite resins submitted to artificial aging. One hundred specimens were made for each of the composite resins; Supreme XT (3M/Espe), Vit-I-escence (Ultradent) and Opallis (FGM). After 24h, the samples' surfaces were polished and sealant was applied to 50 samples of each composite. The surface roughness (Ra) was determined using a perfilometer (SJ-400, Mitutoyo) and *cut-off* of 0.25mm; the Knoop microhardness was evaluated in a microdurometer (HNV-2000, Shimadzu), with 50g load during 15s; and the initial chromatic analysis was evaluated in accordance with CIE L*a*b* system in reflection spectrophotometer (UV-2450, Shimadzu). After the initial evaluations, 10 specimens of each group were aged during 252h in a UV-accelerated aging chamber (EQUV, Equilam) or immersed for 4 weeks in one of three staining solutions (cola soft drink, orange juice or red wine) or distilled water as control. After aging, the properties tested were re-evaluated. The microhardness, surface roughness and color alteration data were analyzed by ANOVA and Fischer's test ($\alpha=0.05$). The artificial aging caused color changes in all the groups and decreased the microhardness values for all the materials, except for the Vit-I-escence and Supreme XT sealed composites, but had no effect on the roughness values. The storage in distilled water had the least effect

on microhardness and resulted in the lowest values of ΔE compared with other aging processes ($p < 0.05$). The sealed materials presented the lowest values of surface roughness and microhardness compared to the unsealed composites. Regardless of the material studied, the red wine solution demonstrated the highest level of staining ($p < 0.0001$). Intermediate ΔE values were found in the samples stored in orange juice, UV accelerated aging and cola soft drink. The aging methods decreased the microhardness values, except for those of some sealed composites, but did not alter the surface roughness of the materials. All composites showed a color change after the aging methods, but the sealant surface did not affect the color stability of the materials tested.

Key words: Dental Materials. Composite Resins. Surface Properties. Hardness. Color.

LISTAS E SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS

°C	= grau Celsius
ΔE	= unidade de alteração cromática
μm	= micrometro
%	= percentagem
ASTM	= American Society for Testing and Materials (Sociedade Americana para Teste e Materiais)
ANOVA	= Análise da variância
Bis-EMA	= Bisfenol A glicidil dimetacrilato etoxilado
Bis-GMA	= Bisfenol A glicidil dimetacrilato
cm	= centímetro (unidade de medida equivalente a 10 ⁻² m)
CT	= Connecticut
Dr.	= Doutor
Dra.	= Doutora
EUA	= Estados Unidos da América
et al.	= e colaboradores
g	= grama (o grama)
h	= hora
IL	= Illinois
Ind. Com. Ltda.	= Indústria e Comércio Limitada
KHN	= Koop Hardness Number (Número de Dureza Knoop)
MEV	= Microscopia eletrônica de varredura

mm	= milímetro (unidade de medida equivalente a 10^{-3} m)
mm/s	= milímetros por segundo
mW/cm ²	= mili-Watts por centímetro quadrado
MN	= Minnesota
nm	= nanometro
s	= segundo
SC	= Santa Catarina
SP	= São Paulo
TEGDMA	= Dimetacrilato de trietilenoglicol
UDMA	= Dimetacrilato de uretano
UT	= Utah
UV	= radiação ultravioleta
UVB	= radiação ultravioleta B

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1:	Rugosidade de superfície (μm) dos materiais testados.....	45
------------------	--	----

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1:	Materiais usados neste estudo.....	40
Tabela 2:	ANOVA dois critérios para microdureza knoop.....	43
Tabela 3:	Microdureza knoop (KHN) dos materiais testados após os processos de envelhecimento.....	44
Tabela 4:	ANOVA dois critérios para rugosidade de superfície.....	44
Tabela 5:	Valores originais da rugosidade média de superfície (em micrometros) da resina composta Vit-l-escence antes dos envelhecimentos.....	90
Tabela 6:	Valores originais da rugosidade média de superfície (em micrometros) da resina composta Vit-l-escence após os envelhecimentos.....	90
Tabela 7:	Valores originais da rugosidade média de superfície (em micrometros) da resina composta Vit-l-escence com aplicação do selante de superfície antes dos envelhecimentos.....	91
Tabela 8:	Valores originais da rugosidade média de superfície (em micrometros) da resina composta Vit-l-escence com aplicação do selante de superfície após os envelhecimentos.....	91
Tabela 9:	Valores originais da rugosidade média de superfície (em micrometros) da resina composta Opallis antes dos envelhecimentos.....	92
Tabela 10:	Valores originais da rugosidade média de superfície (em micrometros) da resina composta Opallis após os envelhecimentos.....	92

Tabela 11:	Valores originais da rugosidade média de superfície (em micrometros) da resina composta Opallis com aplicação do selante de superfície antes dos envelhecimentos.....	93
Tabela 12:	Valores originais da rugosidade média de superfície (em micrometros) da resina composta Opallis com aplicação do selante de superfície após os envelhecimentos.....	93
Tabela 13:	Valores originais da rugosidade média de superfície (em micrometros) da resina composta Supreme XT antes dos envelhecimentos.....	94
Tabela 14:	Valores originais da rugosidade média de superfície (em micrometros) da resina composta Supreme XT após os envelhecimentos.....	94
Tabela 15:	Valores originais da rugosidade média de superfície (em micrometros) da resina composta Supreme XT com aplicação do selante de superfície antes dos envelhecimentos.....	95
Tabela 16:	Valores originais da rugosidade média de superfície (em micrometros) da resina composta Supreme XT com aplicação do selante de superfície após os envelhecimentos.....	95
Tabela 17:	Valores originais da microdureza média knoop (em KHN) da resina composta Vit-l-escence antes dos envelhecimentos.....	96
Tabela 18:	Valores originais da microdureza média knoop (em KHN) da resina composta Vit-l-escence após os envelhecimentos.....	96
Tabela 19:	Valores originais da microdureza média knoop (em KHN) da resina composta Vit-l-escence com aplicação do selante de superfície antes dos envelhecimentos.....	97

Tabela 20:	Valores originais da microdureza média knoop (em KHN) da resina composta Vit-I-escence com aplicação do selante de superfície após os envelhecimentos.....	97
Tabela 21:	Valores originais da microdureza média knoop (em KHN) da resina composta Opallis antes dos envelhecimentos.....	98
Tabela 22:	Valores originais da microdureza média knoop (em KHN) da resina composta Opallis após os envelhecimentos.....	98
Tabela 23:	Valores originais da microdureza média knoop (em KHN) da resina composta Opallis com aplicação do selante de superfície antes dos envelhecimentos.....	99
Tabela 24:	Valores originais da microdureza média knoop (em KHN) da resina composta Opallis com aplicação do selante de superfície após os envelhecimentos.....	99
Tabela 25:	Valores originais da microdureza média knoop (em KHN) da resina composta Supreme XT antes dos envelhecimentos.....	100
Tabela 26:	Valores originais da microdureza média knoop (em KHN) da resina composta Supreme XT após os envelhecimentos.....	100
Tabela 27:	Valores originais da microdureza média knoop (em KHN) da resina composta Supreme XT com aplicação do selante de superfície antes dos envelhecimentos.....	101
Tabela 28:	Valores originais da microdureza média knoop (em KHN) da resina composta Supreme XT com aplicação do selante de superfície após os envelhecimentos.....	101

CAPÍTULO 2

Tabela 1:	Materiais usados neste estudo.....	61
Tabela 2:	ANOVA dois critérios para os materiais testados e métodos de envelhecimento.....	64
Tabela 3:	Mudanças de cor (ΔE) dos materiais testados após os métodos de envelhecimento.....	65
Tabela 4:	Mudanças de cor (ΔE) após os métodos de envelhecimento independente dos materiais testados.....	65
Tabela 5:	Valores originais da alteração de cor (ΔE) da resina composta Vit-l-escence após o envelhecimento em água destilada.....	102
Tabela 6:	Valores originais da alteração de cor (ΔE) da resina composta Vit-l-escence após o envelhecimento em vinho tinto.....	102
Tabela 7:	Valores originais da alteração de cor (ΔE) da resina composta Vit-l-escence após o envelhecimento em suco de laranja.....	103
Tabela 8:	Valores originais da alteração de cor (ΔE) da resina composta Vit-l-escence após o envelhecimento em refrigerante de cola.....	103
Tabela 9:	Valores originais da alteração de cor (ΔE) da resina composta Vit-l-escence após o envelhecimento acelerado em câmara de UV.....	104
Tabela 10:	Valores originais da alteração de cor (ΔE) da resina composta Vit-l-escence com aplicação do selante de superfície após o envelhecimento em água destilada.....	104
Tabela 11:	Valores originais da alteração de cor (ΔE) da resina composta Vit-l-escence com aplicação do selante de superfície após o envelhecimento em vinho tinto.....	105

Tabela 12:	Valores originais da alteração de cor (ΔE) da resina composta Vit-I-escence com aplicação do selante de superfície após o envelhecimento em suco de laranja.....	105
Tabela 13:	Valores originais da alteração de cor (ΔE) da resina composta Vit-I-escence com aplicação do selante de superfície após o envelhecimento em refrigerante de cola.....	106
Tabela 14:	Valores originais da alteração de cor (ΔE) da resina composta Vit-I-escence com aplicação do selante de superfície após o envelhecimento acelerado em câmara de UV.....	106
Tabela 15:	Valores originais da alteração de cor (ΔE) da resina composta Opallis após o envelhecimento em água destilada.....	107
Tabela 16:	Valores originais da alteração de cor (ΔE) da resina composta Opallis após o envelhecimento em vinho tinto.....	107
Tabela 17:	Valores originais da alteração de cor (ΔE) da resina composta Opallis após o envelhecimento em suco de laranja.....	108
Tabela 18:	Valores originais da alteração de cor (ΔE) da resina composta Opallis após o envelhecimento em refrigerante de cola.....	108
Tabela 19:	Valores originais da alteração de cor (ΔE) da resina composta Opallis após o envelhecimento acelerado em câmara de UV.....	109
Tabela 20:	Valores originais da alteração de cor (ΔE) da resina composta Opallis com aplicação do selante de superfície após o envelhecimento em água destilada.....	109

Tabela 21:	Valores originais da alteração de cor (ΔE) da resina composta Opallis com aplicação do selante de superfície após o envelhecimento em vinho tinto.....	110
Tabela 22:	Valores originais da alteração de cor (ΔE) da resina composta Opallis com aplicação do selante de superfície após o envelhecimento em suco de laranja.....	110
Tabela 23:	Valores originais da alteração de cor (ΔE) da resina composta Opallis com aplicação do selante de superfície após o envelhecimento em refrigerante de cola.....	111
Tabela 24:	Valores originais da alteração de cor (ΔE) da resina composta Opallis com aplicação do selante de superfície após o envelhecimento acelerado em câmara de UV.....	111
Tabela 25:	Valores originais da alteração de cor (ΔE) da resina composta Supreme XT após o envelhecimento em água destilada.....	112
Tabela 26:	Valores originais da alteração de cor (ΔE) da resina composta Supreme XT após o envelhecimento em vinho tinto.....	112
Tabela 27:	Valores originais da alteração de cor (ΔE) da resina composta Supreme XT após o envelhecimento em suco de laranja.....	113
Tabela 28:	Valores originais da alteração de cor (ΔE) da resina composta Supreme XT após o envelhecimento em refrigerante de cola.....	113
Tabela 29:	Valores originais da alteração de cor (ΔE) da resina composta Supreme XT após o envelhecimento acelerado em câmara de UV.....	114

Tabela 30:	Valores originais da alteração de cor (ΔE) da resina composta Supreme XT com aplicação do selante de superfície após o envelhecimento em água destilada.....	114
Tabela 31:	Valores originais da alteração de cor (ΔE) da resina composta Supreme XT com aplicação do selante de superfície após o envelhecimento em vinho tinto.....	115
Tabela 32:	Valores originais da alteração de cor (ΔE) da resina composta Supreme XT com aplicação do selante de superfície após o envelhecimento em suco de laranja.....	115
Tabela 33:	Valores originais da alteração de cor (ΔE) da resina composta Supreme XT com aplicação do selante de superfície após o envelhecimento em refrigerante de cola.....	116
Tabela 34:	Valores originais da alteração de cor (ΔE) da resina composta Supreme XT com aplicação do selante de superfície após o envelhecimento acelerado em câmara de UV.....	116

SUMÁRIO

1	Introdução geral	29
2	Capítulo 1 – Efeito de envelhecimentos artificiais na rugosidade e microdureza de compósitos selados	33
	2.1 Resumo.....	34
	2.2 Abstract	36
	2.3 Introdução e proposição.....	38
	2.4 Material e método.....	40
	2.5 Resultado.....	43
	2.6 Discussão	46
	2.7 Conclusão	49
	2.8 Referências.....	50
3	Capítulo 2 – Estabilidade de cor de materiais a base de resina selados após envelhecimentos artificiais	53
	3.1 Resumo.....	54
	3.2 Abstract	56
	3.3 Introdução e proposição.....	58
	3.4 Material e método.....	61
	3.5 Resultado.....	64
	3.6 Discussão	66
	3.7 Conclusão	70
	3.8 Referências.....	71
	Anexos	75

INTRODUÇÃO GERAL

1- Introdução geral

A preocupação com a estética corporal e facial está se tornando inerente às civilizações modernas. No campo odontológico, a busca por procedimentos restauradores com materiais estéticos tem aumentado consideravelmente nos últimos anos. O advento de novas tecnologias e a crescente melhora das propriedades mecânicas e biológicas dos materiais restauradores estéticos tem contribuído para tal fato, aumentando consideravelmente suas indicações.

Os procedimentos de acabamento e polimento das restaurações de resina composta são passos importantes na odontologia restauradora. Uma superfície polida minimiza o acúmulo de placa bacteriana, irritação gengival e alteração de cor de compósitos, contribuindo para melhor estética e minimizando a possibilidade de recidiva de cárie.

No entanto, durante o acabamento e polimento pequenos defeitos e microrrachaduras podem ser criados. Assim, o desenvolvimento de um selante de superfície capaz de preencher esses defeitos e microrrachaduras foi sugerido há alguns anos na literatura, o qual seria capaz de promover uma superfície mais lisa, além de reforçar a matriz orgânica e aumentar a resistência ao desgaste e manchamento dos compósitos.

A estabilidade de cor é uma propriedade desejável para manter a aparência estética de restaurações odontológicas. As superfícies ásperas podem sofrer alterações de cor pela adsorção de manchas, embora nem sempre exista correlação direta entre aspereza e manchas. A susceptibilidade ao manchamento de resina composta não é apenas relacionada a fatores extrínsecos tais como aspereza de superfície, mas também a fatores intrínsecos como tipo de monômero, carga inorgânica e grau de polimerização.

A alteração de cor é uma das principais causas para substituição de uma restauração. A alteração de cor pode ser causada pela rugosidade e alterações na superfície, acarretando em acúmulo de placa e pigmentação de agentes corantes na camada superficial ou sub-superficial da resina composta ou em porções profundas do compósito devido a reações químicas e físicas originadas pela exposição ao calor e radiação ultravioleta (UV).

Durante os últimos anos, vários estudos relacionados à estabilidade de cor de resinas compostas mostraram, por exemplo, alterações de cor após irradiação de luz UV. Além disto, a exposição aos efeitos acumulativos de comida, pigmentos e bebidas alcoólicas poderia resultar em danos na superfície do material.

A alteração de cor pode ser avaliada com vários instrumentos de medida que eliminam a interpretação subjetiva de comparação visual de cor. Os espectrofotômetros e colorímetros vêm sendo utilizados para medir alteração de cor em materiais restauradores. Em princípio, se um material está completamente estável, nenhuma diferença de cor será detectada depois da exposição ao envelhecimento ($\Delta E=0$). Diferença de cor de restauração estética mostrando $\Delta E>1$ poderia ser visualmente perceptível, enquanto $\Delta E>3.3$ é considerado clinicamente inaceitável.

A avaliação da dureza de superfície tem sido aplicada para o estudo da resistência de materiais odontológicos, sendo considerada como fator indicativo de resistência mecânica do material. A composição e distribuição do tamanho das partículas de carga podem ser os fatores mais importantes na dureza das resinas odontológicas. Em bebidas com baixo pH, a resina poderia mostrar alta solubilidade causando erosão e dissolução superficial, que afetaria o desgaste e dureza das restaurações.

Desta forma, o estudo da rugosidade de superfície, microdureza e alteração de cor materiais restauradores a base de resina, torna-se fundamental no desenvolvimento de materiais e/ou técnicas restauradoras que possibilitem a manutenção estética e maior longevidade clínica dos compósitos odontológicos.

CAPÍTULO 1

EFEITO DE ENVELHECIMENTOS ARTIFICIAIS NA RUGOSIDADE E MICRODUREZA DE COMPÓSITOS SELADOS

2.1- Resumo

Relevância do estudo: A aplicação de um selante de superfície poderia melhorar a qualidade de superfície e o sucesso das restaurações de compósito odontológico; entretanto, é importante avaliar o comportamento deste material quando influenciado por diversos processos de envelhecimento.

Propósito: Avaliar o efeito de envelhecimentos artificiais na rugosidade de superfície e microdureza Knoop de resinas compostas microhíbridas e nanoparticulada seladas.

Material e métodos: Cem espécimes em forma de disco foram feitos para cada compósito: Vit-I-escence (Ultadent), Opallis (FGM) e Supreme XT (3M/Espe). Após 24 horas, todas as amostras foram polidas e o selante de superfície Biscover LV (Bisco) foi aplicado em 50 espécimes de cada compósito. A rugosidade de superfície (Ra) foi determinada com perfilômetro (SJ-400, Mitutoyo) usando *cut-off* de 0,25mm e a microdureza Knoop avaliada em microdurômetro (HVM-2000, Shimadzu) com carga de 50g durante 15s. Dez espécimes de cada grupo foram envelhecidos durante 252h em câmara de envelhecimento acelerado de UV ou imersos por 4 semanas em soluções corantes de refrigerante de cola, suco de laranja, vinho tinto ou água destilada como controle. Após os envelhecimentos, as propriedades foram re-avaliadas. Os dados foram analisados pela ANOVA dois critérios e teste PLSD de Fischer ($\alpha=0,05$).

Resultados: Os envelhecimentos artificiais diminuíram os valores de microdureza para todos os materiais, exceto para os compósitos Vit-I-escence e Supreme XT selados, mas não alteraram os valores de rugosidade de superfície. O

armazenamento em água causou o menor efeito sobre a microdureza comparado com os outros processos de envelhecimento. Os materiais selados apresentaram os menores valores de rugosidade e microdureza comparados aos compósitos não selados.

Conclusões: Os métodos de envelhecimento diminuíram os valores de microdureza, com exceção de alguns compósitos selados, mas não alteraram a rugosidade de superfície dos materiais estudados.

Significância clínica

A manutenção da qualidade de superfície dos materiais a longo prazo é fundamental para maior longevidade de restaurações estéticas.

Palavras-chave: Materiais Dentários. Resinas Compostas. Propriedades de superfície. Dureza.

EFFECT OF ARTIFICIAL AGING ON THE ROUGHNESS AND MICROHARDNESS OF SEALED COMPOSITES

2.2- Abstract

Statement of problem: The surface sealant application could improve the surface quality and success of the composite restorations; however, it is important to assess the behavior of this material when influenced by several aging procedures.

Purpose: To evaluate the effect of artificial aging on the surface roughness and Knoop microhardness of sealed microhybrids and nanofilled composite resins.

Materials and methods: One hundred disc-shaped specimens were made for each composite: Vit-I-escence (Ultadent), Opallis (FGM) and Supreme XT (3M/Espe). After 24 hours, all samples were polished and surface sealant was applied to 50 specimens of each composite. Surface roughness (Ra) was determined with a profilometer (SJ-400, Mitutoyo) using a *cut-off* of 0.25mm and Knoop microhardness was assessed using a microhardness tester (HMV-2000, Shimadzu) with a 50g load for 15s. Ten specimens of each group were aged during 252h in a UV-accelerated aging chamber or immersed for 4 weeks in cola soft drink, orange juice, red wine staining solutions or distilled water as control. After aging, properties were re-evaluated. Data were analyzed by two-way ANOVA and Fischer's PLSD test ($\alpha=0.05$).

Results: The artificial aging decreased the microhardness values for all materials, except for Vit-I-escence and Supreme XT sealed composites, but did not alter the surface roughness values. The water storage caused less effect on the microhardness compared with other aging processes. The sealed materials

presented lower roughness and microhardness values, compared with the unsealed composites.

Conclusions: The aging methods decreased the microhardness values, with the exception of some sealed composites, but did not alter the surface roughness of the materials.

Clinical significance

The long-term maintenance of the surface quality of materials is fundamental to improve the longevity of aesthetic restorations.

Key words: Dental Materials. Composite Resins. Surface Properties. Hardness.

2.3- Introdução*

Atualmente, as resinas compostas são extensamente usadas na prática dentária como materiais para restaurações estéticas, devido ao aumento da demanda estética pelos pacientes, simplificação dos procedimentos de união e melhora em suas características e composição.¹⁻⁴

A alta qualidade do acabamento e polimento das restaurações dentárias são passos essenciais no procedimento restaurador que aumentam a estética e longevidade clínica de dentes restaurados.^{3,5} Como a matriz resinosa e as partículas de carga diferem na dureza, estas não abrasionam ao mesmo grau.^{3,6} Assim, vários defeitos de superfície podem aparecer, como microrrachaduras e irregularidades, devido a remoção de algumas partículas da superfície durante o acabamento,^{3,7,8} diminuindo a resistência ao desgaste da restauração.⁷

A degradação de superfície de compósitos causada pela erosão da matriz resinosa e exposição de partículas de carga após a exposição ao envelhecimento acelerado de UV tem sido relatado na literatura.⁹ Além disso, a exposição a bebidas alcoólicas e de baixo pH, além da água, poderiam afetar a estética e propriedades físicas, como microdureza, rugosidade de superfície e translucidez de compósitos.¹ Alguns componentes químicos nas formulações das bebidas poderiam levar ao desgaste e degradação de superfície de materiais compósitos,¹ aumentando o risco de acúmulo de placa e manchamento. Um estudo prévio¹⁰ definiu um limiar crítico de 0,2µm para rugosidade de superfície de materiais restauradores, acima do qual o acúmulo de placa bacteriana poderia ocorrer, favorecendo assim o desenvolvimento de cárie e inflamação periodontal.¹⁰

* Normalização segundo a revista Journal of Esthetic and Restorative Dentistry (Anexo A)

Entretanto, poucos estudos têm avaliado o efeito de diferentes processos de envelhecimento sobre a rugosidade de superfície e microdureza de resinas compostas seladas com selantes de superfície. Baseado nestas informações, as seguintes hipóteses nulas foram testadas: (1) os procedimentos de envelhecimento não causariam alteração na rugosidade de superfície e microdureza de compósitos restauradores, (2) não haveria diferença entre os diferentes tipos de compósitos estudados quanto aos mesmos fatores avaliados.

2.4- Materiais e métodos

Os materiais usados neste estudo estão listados na Tabela 1. Cem espécimes em forma de disco foram preparados para cada compósito (6mm em diâmetro e 1,5mm de espessura), totalizando 300 espécimes. Para confecção dos corpos-de-prova, uma matriz metálica foi completamente preenchida com a resina composta, coberta então com uma tira de poliéster e lâmina de vidro. Para compactar o material e prevenir a formação de bolhas, a placa de vidro foi gentilmente pressionada para remover o excesso de material. O compósito foi polimerizado por 20 segundos, de acordo com as recomendações dos fabricantes, utilizando unidade fotoativadora de lâmpada halógena (Ultralux; Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil) a $570\text{mW}/\text{cm}^2$ de irradiância, monitorado por radiômetro (modelo 100 – Demetron, Danbury, CT, EUA). Os espécimes foram armazenados a 37°C e 100% de umidade relativa por 24 horas para assegurar a completa polimerização.

Tabela 1. Materiais usados neste estudo

Código	Material	Produto/Cor	Lote	Composição*	Fabricante
SUP [†]	Resina composta nanoparticulada	Supreme XT/A2E	7EF	Carga: 59,5 vol.% combinação de agregados zircônia/sílica cluster com tamanho de partícula básica de 5-20nm, e partícula de sílica não aglomerada de 20nm Resina: Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA and TEGDMA	3M ESPE, St. Paul, MN, EUA
VIT [†]	Resina composta microhíbrida	Vit-I-escence/Pearl Neutral	G0212	Carga: 58 vol%, partículas microhíbridas de $0,7\mu\text{m}$ Resina: a base de Bis-GMA	Ultradent Produtos Inc., South Jordan UT, EUA
OPL [‡]	Resina composta microhíbrida	Opallis/ EA2	131107	Carga: 57-58 vol% combinação de Bário-Alumínio, silicato e nanopartículas de dióxido de silício. Partículas com tamanho entre 40nm e $3\mu\text{m}$, com tamanho médio de partícula de $0,5\mu\text{m}$ Resina: Bis-GMA, Bis-EMA e TEGDMA	FGM Produtos, Odontológicos Joinville, SC, Brasil
B [‡]	Líquido de polimento	Biscover LV	0700008228	Dipentaerithritol pentaacrilato ésteres e álcool	Bisco Inc., Schaumburg, IL, EUA

* De acordo com [†]Lee e Powers, 2007²⁴ e [‡]fabricantes

Após este período, a superfície de topo de todas as amostras foi polida usando politriz automática (APL-4; Arotec Ind. Com., Cotia, SP, Brasil), com lixas de papel de granulação 360, 600 e 1200, sob irrigação com água; as amostras foram limpas em cuba ultra-sônica (modelo 2210; Branson Ultrasonics Corp., Danbury CT, EUA) com água deionizada durante 2 minutos entre as lixas e ao final do processo.

Cinqüenta espécimes de cada compósito foram condicionados com ácido fosfórico a 32% (UNI-ETCH; Bisco Inc.) por 15 segundos, lavados com água destilada e secos com ar. Subseqüentemente, o selante de superfície Biscover LV foi aplicado usando uma ponta aplicadora; as amostras foram fotoativadas por 30 segundos, seguindo a instrução do fabricante, usando o mesmo aparelho fotoativador (Ultralux). Os outros cinqüenta espécimes de cada compósito permaneceram não selados.

A rugosidade de superfície foi determinada com perfilômetro (Surftest SJ-400; Mitutoyo Corp., Tóquio, Japão). Cada espécime foi individualmente fixado numa base de acrílico e a ponta medidora do perfilômetro posicionada na superfície do espécime. Os valores de Ra (média aritmética da rugosidade de superfície), foram mensurados usando *cut-off* de 0,25mm, à velocidade de 0,05mm/s. Três leituras foram feitas sobre cada superfície em diferentes posições, e a média foi calculada. Cada leitura foi obtida depois de girar o espécime em 120 graus.

O número de dureza Knoop (KHN) foi mensurado em microdurômetro (HMV-2000; Shimadzu Corp., Kioto, Japão), com uma carga de 50g aplicada durante 15s. O espécime foi individualmente fixado em uma base de acrílico, posicionado perpendicularmente à ponta de teste, e os valores KHN foram avaliados pelo programa C.A.M.S. (New Age Industries). Em cada amostra, cinco indentações em diferentes pontos foram registrados, e o valor médio de microdureza calculado.

Após a avaliação inicial da rugosidade e microdureza, 10 espécimes de cada grupo experimental foram envelhecidos em câmara de envelhecimento acelerado de UV EQUV (Equilam Ind. Com. Ltda, Diadema, SP, Brasil), de acordo com a ASTM G154.¹¹ O processo de envelhecimentos acelerado consistiu de períodos alternados de luz ultravioleta (8h) e condensação (4h), sob calor ($65 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ou $45 \pm 3^{\circ}\text{C}$) e 100% de umidade. As amostras foram submetidas a um total de 252h de envelhecimento e 168h de irradiação UVB com pico de emissão de 313nm.

As outras amostras de cada compósito a base de resina foram individualmente imersas (n=10) em frascos contendo 5 ml de refrigerante de cola (Coca-Cola[®], pH 2.36; Coca-Cola Co, Ribeirão Preto, SP, Brasil), suco de laranja (Del Valle de laranja, pH 3.39; Sucos Del Valle do Brasil Ltda, Americana, SP, Brasil), vinho tinto (Concha y Toro Cabernet Sauvignon 2004, pH 3.41, Chile) ou água destilada (pH 6.37) por um período de teste de 28 dias, mantidos em estufa (ECB-2. Adamo Produtos para Laboratórios Ltda., Piracicaba, SP, Brasil) em temperatura de 37°C . Os frascos foram selados para prevenir a evaporação das soluções. As soluções foram renovadas semanalmente.¹²

Depois dos envelhecimentos, a rugosidade e microdureza foram re-avaliadas. Os dados foram analisados usando análise de variância dois critérios e teste PLSD de Fischer ($\alpha=0,05$).

2.5- Resultados

Microdureza Knoop

A ANOVA dois critérios mostrou diferença significativa entre os materiais ($p < 0,0001$), processos de envelhecimento ($p < 0,0001$), bem como na interação destes fatores ($p < 0,0001$) (Tabela 2).

Tabela 2. ANOVA dois critérios para microdureza Knoop

Variável	df	Soma dos quadrados	Média dos quadrados	F-Valor	p-Valor
Material	5	165698.405	33139.681	2618.092	<.0001*
Envelhecimento	5	4696.796	939.359	74.211	<.0001*
Material*Envelhecimento	25	2785.211	111.408	8.801	<.0001*
Residual	564	7139.084	12.658		

*Significativamente diferente $p < 0,05$

A Tabela 3 mostra KHN dos materiais antes e após os métodos de envelhecimentos. Os envelhecimentos artificiais diminuíram os valores de microdureza para todos os materiais, exceto para os compósitos Vit-I-escence e Supreme XT selados. O armazenamento em água causou o menor efeito sobre a KHN comparado com os outros envelhecimentos. O selante de superfície diminuiu a KHN das resinas compostas seladas.

Tabela 3. Microdureza Knoop (KHN) dos materiais testados antes e após os processos de envelhecimento*

	Aging					
	Before	Distilled water	Red wine	Orange juice	Cola soft drink	Accelerated aging
VIT	82.5 (1.1) B a	79 .2 (1.7) B b	71.5 (1.2) B d	74.8 (1.8) B c	72.4 (2.0) B d	72.3 (2.2) B d
VIT-B	43.8 (4.9) E a	42.9 (5.0) D a	39.8 (5.3) E a	44.6 (6.1) C a	43.5 (4.9) D a	41.1 (2.6) C a
OPL	79.6 (0.9) C a	71.8 (2.0) C c	62.2 (2.5) C e	77.8 (1.3) B b	67.5 (2.0) C d	71.8 (0.8) B c
OPL-B	41.6 (3.2) F a	39.2 (2.7) E b	36.7 (4.0) F bc	39.5 (2.7) D ab	37.6 (5.0) E bc	36.1 (1.7) D c
SUP	96.9 (4.0) A a	92.4 (2.8) A b	89.1 (1.8) A c	90.3 (2.4) A bc	90.2 (1.8) A bc	91.7 (3.4) A bc
SUP-B	45.3 (5.3) D a	43.0 (2.8) D a	43.8 (4.2) D a	45.1 (6.5) C a	46.2 (4.1) D a	42.9 (5.8) C a

*Médias seguidas por letras distintas. Letras maiúsculas na coluna e minúsculas nas linhas são estatisticamente diferentes (5%) (desvio padrão)

Rugosidade de superfície

A tabela 4 apresenta a ANOVA dois critérios, houve diferença significativa somente entre os materiais ($p < 0,0001$).

Tabela 4. ANOVA dois critérios para rugosidade de superfície

Variável	df	Soma dos quadrados	Média dos quadrados	F-Valor	p-Valor
Material	5	.032	.006	81.296	<.0001*
Envelhecimento	5	.001	1.185E-4	1.485	.1927
Material*Envelhecimento	25	.002	8.081E-5	1.013	.4470
Residual	564	.045	7.977E-5		

*Significativamente diferente $p < 0,05$

Os materiais selados apresentaram os menores valores de rugosidade de superfície comparados com os compósitos não selados (Fig. 1). Todos os compósitos apresentaram diferença estatística nos valores de rugosidade, exceto para Vit-I-escence e Supreme XT (Fig. 1).

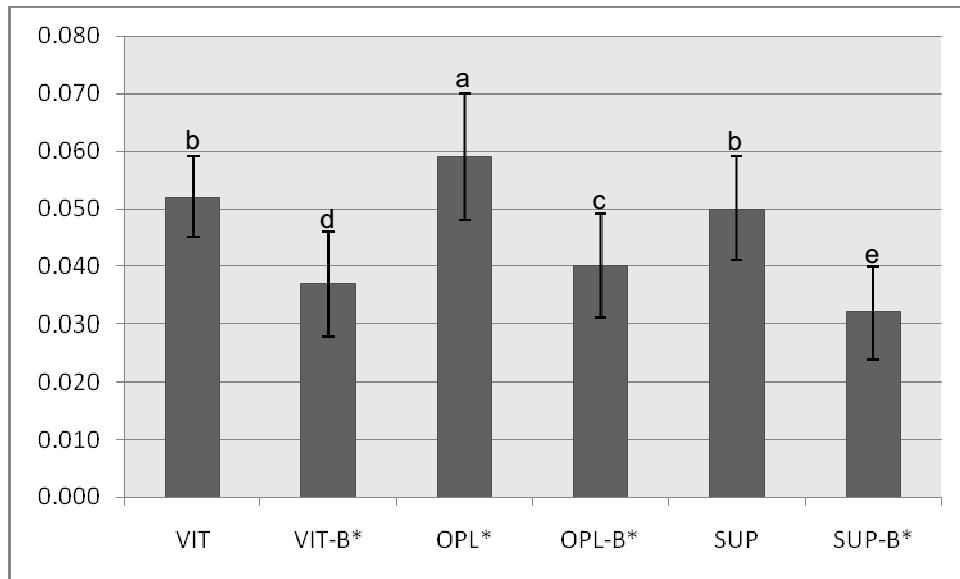


Fig 1. Rugosidade de superfície (µm) dos materiais testados. *Letras distintas são significativamente diferentes $p < 0,05$

2.6- Discussão

A primeira hipótese nula testada foi parcialmente rejeitada porque os envelhecimentos causaram alteração na microdureza, entretanto, não tiveram efeito na rugosidade dos materiais. Já a segunda hipótese nula foi rejeitada porque houve diferença na microdureza e rugosidade entre os diferentes materiais testados.

De acordo com os resultados da Tabela 3, a imersão em água destilada diminuiu a dureza dos compósitos estudados, exceto para VIT-B e SUP-B. De acordo com a literatura, a água poderia causar amolecimento do componente resinoso do polímero, reduzindo as forças de fricção entre as cadeias poliméricas.¹³ Em bebidas de baixo pH, as resinas mostram alta solubilidade, podendo acarretar em erosão de superfície e dissolução, afetando negativamente a resistência ao desgaste, a dureza e a integridade de superfície pelo amolecimento da matriz que causa uma perda de íons estruturais.^{14,15} O vinho tinto, o suco de laranja e a cola são bebidas de baixo pH, o que poderia explicar os resultados obtidos neste estudo. Além disso, o vinho é bebida alcoólica e tem sido relatado que a sorção das moléculas do álcool, contidas nas bebidas e nos colutórios, dentro da matriz resinosa, poderia resultar no amolecimento da superfície do compósito.¹⁵⁻¹⁷ As matrizes resinosas Bis-GMA e UDMA são monômeros susceptíveis ao amolecimento químico pelo álcool.¹⁴ No presente estudo, todas as soluções causaram redução do KHN dos compósitos, exceto para alguns materiais selados (Tabela 3). O selante de superfície parece ter bloqueado o efeito do envelhecimento artificial para SUP-B e VIT-B (Fig. 1). Entretanto, a perfilometria mecânica não mostrou nenhuma diferença significativa entre os valores de rugosidade de superfície dos materiais testados após os métodos de envelhecimento.

O processo de envelhecimento acelerado envolve exposição à UV e mudanças de temperatura e umidade, simulando os efeitos de exposição a condições ambientais em longo prazo.¹⁸ Estudo em microscopia eletrônica de varredura (MEV) mostrou aumento na rugosidade de superfície de várias resinas compostas após exposição à irradiação UV,¹⁹ atribuída ao desgaste, exposição de porosidades internas²⁰ e microrrachaduras com exposição de partículas de carga.¹⁹ No presente estudo, apesar da microdureza ter diminuído após 168h de irradiação UV, não houve diferença significativa na rugosidade dos materiais.

O principal objetivo dos selante de superfície é melhorar o selamento e integridade marginal de materiais compósitos, aumentando a lisura e qualidade estética da restauração. De acordo com Bertrand *et al.* (2000),⁸ o selante de superfície diminuiria a microdureza, melhorando a qualidade de superfície de todos os compósitos devido ao desaparecimento de microfissuras e ligeiras irregularidades de superfície quando examinados através de MEV. O selante de superfície é composto principalmente por monômeros resinosos, além do álcool como solvente, o que poderia ter influenciado nos menores valores de microdureza das resinas compostas cobertas com este material (Tabela 3). Attar (2007)⁵ avaliou o efeito dos procedimentos de acabamento e polimento sobre a rugosidade de superfície de resinas compostas e observou que o uso do selante de superfície melhorou significativamente a lisura de superfície de todos os compósitos testados, como encontrado no estudo atual. Entretanto, o tipo de resina composta influenciou os valores de microdureza (Tabela 3) e rugosidade de superfície (Fig. 1) dos materiais selados, provavelmente os diferentes tipos e tamanhos das partículas de carga dos compósitos estudados poderiam explicar tais resultados.

A manutenção dos menores valores de microdureza dos compósitos selados após os envelhecimentos artificiais poderiam ser um indicativo da permanência do selante de superfície sobre a restauração de compósito. Além disso, a manutenção dos valores de microdureza para a maioria das resinas compostas seladas, após os processos de envelhecimento, poderia estar relacionado a uma superfície mais curada e sem a presença de defeitos resultante dos procedimentos de acabamento e polimento.²¹ Apesar dos materiais selados apresentarem menor rugosidade de superfície do que os compósitos não selados, os valores de rugosidade de superfície de todos os materiais ficaram abaixo do limiar crítico para acúmulo de placa bacteriana.¹⁰

Neste estudo um perfilômetro mecânico foi usado para medir a rugosidade de superfície dos materiais. Joniot *et al.*²² compararam a rugosidade de superfície usando dois analisadores de superfície e concluíram que a perfilometria mecânica, considerando a textura de superfície, tenderia a mostrar a rugosidade causada pelo polimento, enquanto a perfilometria óptica detectaria a micro-rugosidade, que geralmente reflete na estrutura do material em si. De acordo com Tholt *et al.* (2006),²³ a combinação de perfilometria e microscopia de força atômica poderia caracterizar a topografia de superfície sobre uma escala de comprimento variável e, conseqüentemente, os resultados seriam mais confiáveis e precisos. Além disso, a constante exposição dos materiais as soluções durante o teste não retrataria a exposição intermitente que ocorre em uma condição *in vivo*. Assim, o estudo de outras propriedades físicas e mecânicas seria essencial para o desenvolvimento de novos materiais e técnicas restauradoras em busca de maior longevidade clínica das restaurações de compósito.

2.7- Conclusão

Com base nos resultados e limitações deste estudo, conclui-se que os envelhecimentos artificiais diminuíram o KHN das resinas compostas, exceto para alguns materiais selados. Os compósitos selados mostraram os menores valores de microdureza e rugosidade comparados com os materiais não selados, mas a rugosidade de superfície não foi alterada por nenhum método de envelhecimento.

Agradecimentos

Esta pesquisa foi apoiada pela FAPESP # 2007/54780-6. Os autores agradecem à FGM Produtos Odontológicos, Joinville, SC, Brasil, pela doação da resina composta microhíbrida Opallis usada neste estudo.

2.8- Referências[†]

- 1- Badra VV, Faraoni JJ, Ramos RP, Palma-Dibb RG. Influence of different beverages on the microhardness and surface roughness of resin composites. *Oper Dent* 2005;30:213-19.
- 2- Lu H, Roeder LB, Lei L, Powers JM. Effect of surface roughness on stain resistance of dental resin composites. *J Esthet Restor Dent* 2005;17:102-9.
- 3- Sarac D, Sarac YS, Kulunk S, et al. The effect of polishing techniques on the surface roughness and color change of composite resins. *J Prosthet Dent* 2006;96:33-40.
- 4- Korkmaz Y, Ozel E, Attar N, Aksoy G. The influence of one-step polishing systems on the surface roughness and microhardness of nanocomposites. *Oper Dent* 2008;33:44-50.
- 5- Attar N. The effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of composite resin materials. *J Contemp Dent Pract* 2007;8:27-35.
- 6- Gedik R, Hürmüzlü F, Coşkun A, et al. Surface roughness of new microhybrid resin-based composites. *J Am Dent Assoc* 2005;136:1106-12.
- 7- Ratanapridakul K, Leinfelder KF, Thomas J. Effect of finishing on the in vivo wear rate of a posterior composite resin. *J Am Dent Assoc* 1989;118:333-5.
- 8- Bertrand MF, Leforestier E, Muller M, et al. Effect of surface penetrating sealant on surface texture and microhardness of composite resins. *J Biomed Mater Res* 2000;53:658-63.
- 9- Powers JM, Fan PL. Erosion of composite resins *J Dent Res* 1980;59:815-9.

[†] Referências identificadas no texto em números arábicos sobrescritos e numeradas consecutivamente na ordem em que aparecem citadas no texto (Anexo A)

- 10- Bollen CML, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: A review of the literature. *Dent Mater* 1997;13:258-269.
- 11- ASTM Standards G154-00a. Standard practice for operating fluorescent light apparatus for UV exposure of nonmettalic materials. *Annual Book of ASTM Standards* 2006;14.04:646-54.
- 12- Stober T, Gilde H, Lenz P. Color stability of highly filled composite resin materials for facings. *Dent Mater* 2001;17: 87-94.
- 13- Da Fonte Porto Carreiro A, Dos Santos Cruz CA, Vergani CE. Hardness and compressive strength of indirect composite resins: effects of immersion in distilled water. *J Oral Rehabil* 2004;31:1085-9.
- 14- Okte Z, Villalta P, García-Godoy F, et al. Surface hardness of resin composites after staining and bleaching. *Oper Dent* 2006;31:623-8.
- 15- Villalta P, Lu H, Garcia-Godoy F, Powers JM. Effects of staining and bleaching on color change of dental composite resins. *J Prosthet Dent* 2006;95:137-42.
- 16- Deepa CS, Krishnan VK. Effect of resin matrix ratio, storage medium, and time upon the physical properties of a radiopaque dental composite. *J Biomater Appl* 2000;14:296-315.
- 17- Doray PG, Eldiwany MS, Powers JM. Effect of resin surface sealers on improvement of stain resistance for a composite provisional material. *J Esthet Restor Dent* 2003;15:244-50.
- 18- Douglas RD. Color stability of new-generation indirect resins for prosthodontic application. *J Prosthet Dent* 2000;83:166-70.
- 19- Wozniak WT, Moser JB, Willis E, Stanford JW. Ultraviolet light stability of composite resins. *J Prosthet Dent* 1985;53:204-9.

- 20- Schulze KA, Marshall SJ, Gansky SA, Marshall GW. Color stability and hardness in dental composites after accelerated aging. *Dent Mater* 2003;19: 612-9.
- 21- Suh BI. Oxygen-inhibited layer in adhesion dentistry. *J Esthet Restor Dent* 2004;16:316-23.
- 22- Joniot S, Salomon JP, Dejou J, Grégoire G. Use of two surface analyzers to evaluate the surface roughness of four esthetic restorative materials after polishing. *Oper Dent* 2006;31:39-46.
- 23- Tholt B, Miranda-Júnior WG, Prioli R, et al. Surface roughness in ceramics with different finishing techniques using atomic force microscope and profilometer. *Oper Dent* 2006;31:442-9.
- 24- Lee YK, Powers JM. Combined effects of staining substances on resin composites before and after surface sealant application. *J Mater Sci Mater Med* 2007;18:685-91.

CAPÍTULO 2

ESTABILIDADE DE COR DE MATERIAIS A BASE DE RESINA SELADOS APÓS ENVELHECIMENTOS ARTIFICIAIS

3.1- Resumo

Relevância clínica

O desenvolvimento de materiais ou técnicas que melhore a estabilidade de cor de restaurações de compósitos a base de resina é um componente essencial da odontologia restauradora estética.

Sumário

Este estudo avaliou a influência do selante de superfície (Biscover LV, Bisco) na estabilidade de cor de resinas compostas nanoparticulada (Supreme XT, 3M/ESPE) e microhíbridadas (Vit-I-escence, Ultradent e Opallis, FGM) após envelhecimentos artificiais. Cem espécimes em forma de disco foram feitos para cada compósito (6mm em diâmetro; 1,5mm de espessura). Após 24 horas, todas as amostras foram polidas e o selante foi aplicado em 50 espécimes de cada compósito. A cor inicial foi mensurada de acordo com o sistema CIE L*a*b* usando espectrofotômetro de reflexão (UV-2450, Shimadzu). Dez espécimes de cada grupo foram envelhecidos durante 252h em câmara de envelhecimento acelerado de UV (EQUV, Equilam) ou imersos por 4 semanas em soluções corantes, refrigerante de cola, suco de laranja, vinho tinto, ou água destilada como controle. A diferença de cor (ΔE) após os envelhecimentos foi calculada com base nas coordenadas de cor antes e após o tratamento de envelhecimento. Os dados foram analisados pela ANOVA dois critérios e teste PLSD de Fischer ($\alpha=0,05$). Os resultados mostraram

mudanças na cor após os envelhecimentos artificiais em todos os grupos ($p < 0,05$). Independente do material estudado, a solução de vinho tinto mostrou o maior nível de alteração de cor ($p < 0,0001$). Valores intermediários foram encontrados para as amostras armazenadas em suco de laranja, envelhecimento acelerado de UV, e refrigerante de cola. Os menores valores de ΔE foram encontrados para as amostras armazenadas em água destilada ($p < 0,0001$). Todos os compósitos mostraram alguma alteração de cor após os métodos de envelhecimento, mas o selante de superfície não alterou a estabilidade de cor dos materiais testados.

Palavras-chave: Materiais Dentários. Resinas Compostas. Cor

COLOR STABILITY OF SEALED RESIN-BASED MATERIALS AFTER ARTIFICIAL AGING

3.2- Abstract

Clinical relevance

The development of materials or techniques that improve the color stability of resin-based composite restorations is an essential component of aesthetic restorative dentistry.

Summary

This study assessed the influence of surface sealant (Biscover LV, Bisco) on the color stability of nanofilled (Supreme XT, 3M/ESPE) and microhybrids (Vit-I-escence, Ultradent and Opallis, FGM) composite resins after artificial aging. One hundred disc-shaped specimens were made for each composite (6 mm diameter; 1.5 mm thick). After 24 hours, all samples were polished and sealant was applied to 50 specimens of each composite. Baseline color was measured according to the CIE L*a*b* system using a reflection spectrophotometer (UV-2450, Shimadzu). Ten specimens of each group were aged during 252h in a UV-accelerated aging chamber (EQUV, Equilam) or immersed for 4 weeks in cola soft drink, orange juice, red wine staining solutions or distilled water as control. Color difference (ΔE) after aging was calculated based on the color coordinates before (baseline) and after aging treatment. Data were analyzed by two-way ANOVA and Fischer's PLSD test ($\alpha=0.05$). The results showed changes in color after artificial aging in all the groups ($p<0.05$). Independent of the material studied, red wine solution showed the highest level of staining ($p<0.0001$).

Intermediate values were found for orange juice, UV accelerated aging, and cola soft drink. The lowest values of ΔE were found for samples stored in distilled water ($p < 0.0001$). All the composites showed some color alteration after aging methods, but the surface sealant did not altered color stability of the tested materials.

Key words: Dental Materials. Composite Resins. Color.

3.3- Introdução[‡]

O uso clínico de compósitos a base de resina como material restaurador tem aumentado substancialmente nos últimos anos devido as suas excelentes propriedades estéticas e simplificação dos procedimentos de adesão.¹⁻² Apesar da melhoria nas formulações mais recentes, a estabilidade de cor a longo prazo de compósitos após exposição ao ambiente bucal permanece um desafio em procedimentos restauradores odontológicos.¹⁻³

A alteração de cor de materiais restauradores estéticos é uma das razões mais comuns para troca de restaurações.⁴⁻⁵ Três tipos de alterações de cor são descritas na literatura: 1) alterações extrínsecas devido ao acúmulo de placa e manchas de superfície; 2) alterações de superfície ou sub-superficiais resultando em degradação superficial ou ligeira penetração e adsorção de agentes pigmentantes dentro da camada superficial dos compósitos;³ 3) alterações intrínsecas devido a reações físico-químicas na matriz do compósito, na superfície e em camadas mais profundas do material, provocada por irradiação UV, energia térmica ou umidade.^{3-4,6}

A estabilidade de cor de compósitos à base de resina pode ser influenciada por fontes extrínsecas e intrínsecas. Os fatores extrínsecos são: intensidade e duração da polimerização, exposição a fatores ambientais, incluindo o ambiente e irradiação UV, calor, água e corantes de alimentos. Os fatores intrínsecos incluem: composição da matriz resinosa, quantidade e distribuição do tamanho da partícula, tipo de foto-iniciador e porcentagem de ligações C=C remanescentes.⁷

A alteração de cor pode ser avaliada por mecanismos visuais e mecânicos. Técnicas instrumentais eliminam a interpretação subjetiva da comparação de cor visual; assim, mesmo pequenas mudanças de cor em materiais podem ser

[‡] Normalização segundo a revista Operative Dentistry (Anexo A)

detectadas usando espectrofotômetros e colorímetros.⁸⁻¹⁰ Estudos têm mostrado que diferenças de cor de restaurações estéticas mostrando $\Delta E > 1$ podem ser visualmente perceptíveis, julgando $\Delta E > 3.3$ o valor crítico para aceitabilidade clínica da restauração.^{6,8,11} Em princípio, nenhuma diferença de cor ($\Delta E = 0$) indicaria um material com completa estabilidade de cor ou não manchado por corantes.¹⁰ O manchamento de materiais à base de resina por enxaguatório bucal, café, chá, vinho tinto, cola sucos, molho de soja, água e luz UV simulando a exposição a longo período tem sido relatados.¹⁻²¹

O acabamento e polimento das restaurações são passos essenciais no procedimento restaurador que aumentam a estética e longevidade das restaurações de resina composta.¹ O uso de resinas sem carga para o selamento de resinas compostas foi sugerido há aproximadamente 20 anos atrás, numa tentativa de preencher defeitos microestruturais e melhorar a resistência a abrasão^{1,22} e ao manchamento pela redução da porosidade através de uma superfície mais completamente curada.^{17,21}

Poucos estudos têm avaliado a resistência ao manchamento de selantes de superfície. Doray *et al.* (2003)¹⁷ investigaram o efeito de seladores de superfície resinosos na alteração de cor de um compósito para restaurações provisórias após armazenagem em três soluções corantes (café, vinho tinto, suco de cranberry) e água. Lee e Powers (2007)²¹ avaliaram o efeito combinado de mucina, clorexidina e chá sobre o manchamento de quatro resinas compostas, e determinaram o efeito do selante de superfície sobre o manchamento. Soares *et al.* (2007)²³ avaliaram a influência da unidade polimerizadora e a proteção do selante de superfície sobre resinas compostas manchadas por café. Entretanto, o papel do selante de superfície

sobre a estabilidade de cor de resinas compostas estéticas após exposição a diversos agentes corantes ainda apresenta dados inconclusivos na literatura.

Os objetivos deste estudo *in vitro* foram determinar o efeito dos métodos de envelhecimento na estabilidade de cor de materiais restauradores estéticos, e avaliar a influência de uma superfície selada na susceptibilidade ao manchamento. Duas hipóteses nulas foram testadas: (1) os envelhecimentos não causariam nenhuma alteração de cor nos compósitos e (2) não haveria diferença na alteração de cor dos materiais estudados.

3.4- Materiais e métodos

Neste estudo, três resinas compostas fotoativadas e um selante de superfície foram usados (Tabela 1). Cem espécimes em forma de disco foram preparados para cada compósito (6mm em diâmetro e 1,5mm de espessura), para um total de 300 espécimes. Para confecção dos corpos-de-prova, uma matriz metálica foi completamente preenchida com a resina composta, coberta então com uma tira de poliéster e lâmina de vidro. Para compactar o material e prevenir a formação de bolhas, a placa de vidro foi gentilmente pressionada para remover o excesso de material. O compósito foi polimerizado por 20 segundos, de acordo com as recomendações dos fabricantes, usando uma unidade fotoativadora halógena (Ultralux; Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil) a $570\text{mW}/\text{cm}^2$ de irradiância, monitorado por radiômetro (modelo 100 – Demetron, Danbury, CT, EUA). Os espécimes foram armazenados a 37°C e 100% de umidade relativa por 24 horas para assegurar a completa polimerização.

Tabela 1. Materiais usados neste estudo

Código	Material	Produto/Cor	Lote	Composição*	Fabricante
SUP [†]	Resina composta nanoparticulada	Supreme XT/A2E	7EF	Carga: 59,5 vol.% combinação de agregados zircônia/sílica cluster com tamanho de partícula básica de 5-20nm, e partícula de sílica não aglomerada de 20nm Resina: Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA and TEGDMA	3M ESPE, St. Paul, MN, EUA
VIT [†]	Resina composta microhíbrida	Vit-I-escence/Pearl Neutral	G0212	Carga: 58 vol%, partículas microhíbridas de $0,7\mu\text{m}$ Resina: a base de Bis-GMA	Ultradent Produtos Inc., South Jordan UT, EUA
OPL [‡]	Resina composta microhíbrida	Opallis/ EA2	131107	Carga: 57-58 vol% combinação de Bário-Alumínio, silicato e nanopartículas de dióxido de silício. Partículas com tamanho entre 40nm e $3\mu\text{m}$, com tamanho médio de partícula de $0,5\mu\text{m}$ Resina: Bis-GMA, Bis-EMA e TEGDMA	FGM Produtos, Odontológicos Joinville, SC, Brasil
B [‡]	Líquido de polimento	Biscover LV	0700008228	Dipentaerithritol pentaacrilato ésteres e álcool	Bisco Inc., Schaumburg, IL, EUA

* De acordo com [†]Lee e Powers, 2007²¹ e [‡]fabricantes

Após este período, a superfície de topo de todas as amostras foi polida em politriz automática (APL-4; Arotec Ind. Com., Cotia, SP, Brasil), com lixas de papel de granulação 360, 600 e 1200, sob irrigação com água; as amostras foram limpas usando cuba ultra-sônica (modelo 2210; Branson Ultrasonics Corp., Danbury CT, EUA) com água deionizada durante 2 minutos entre as lixas e ao final do processo.

Cinquenta espécimes de cada compósito foram condicionados com ácido fosfórico a 32% (UNI-ETCH; Bisco Inc.) por 15 segundos, lavados com água destilada e secos com ar. Subseqüentemente, o selante de superfície Biscover LV foi aplicado diretamente usando uma ponta aplicadora; as amostras foram fotoativadas por 30 segundos, seguindo a instrução do fabricante, usando a mesma unidade de luz (Ultralux). Os outros cinquenta espécimes de cada compósito permaneceram não selados.

A cor inicial foi medida de acordo com a escala de cor CIE $L^*a^*b^*$ (Commission Internationale de l'Eclairage), relativo ao iluminante padrão D65 sobre o *background* branco, através do espectrofotômetro de reflexão (UV-2450; Shimadzu Corp., Kyoto, Japão). O sistema de cor CIE $L^*a^*b^*$ é uma medição tridimensional da cor: L^* refere-se à coordenada do brilho e seu valor varia de 0 para o preto perfeito e 100 para o branco perfeito. a^* e b^* são coordenadas de cromaticidade dos eixos verde-vermelho ($-a^*$ = verde; $+a^*$ = vermelho) e azul-amarelo ($-b^*$ = azul; $+b^*$ = amarelo).^{2,6,9}

Após a medição da cor inicial, 10 espécimes de cada grupo experimental foram envelhecidos com câmara de envelhecimento acelerado de UV EQUV (Equilam Ind. Com. Ltda, Diadema, SP, Brasil), de acordo com a ASTM G154.²⁴ O processo de envelhecimentos acelerado consistiu de períodos alternados de luz ultravioleta (8h) e condensação (4h), sob calor ($65 \pm 3^\circ\text{C}$ ou $45 \pm 3^\circ\text{C}$) e 100% de

umidade. As amostras foram submetidas a um total de 252h de envelhecimento e 168h de irradiação UVB com pico de emissão de 313nm.

As outras amostras de cada compósito a base de resina foram individualmente imersos (n=10) em frascos contendo 5 ml de refrigerante de cola (Coca-Cola[®], pH 2.36; Coca-Cola Co, Ribeirão Preto, SP, Brasil), suco de laranja (Del Valle de laranja, pH 3.39; Sucos Del Valle do Brasil Ltda, Americana, SP, Brasil), vinho tinto (Concha y Toro Cabernet Sauvignon 2004, pH 3.41, Chile) ou água destilada (pH 6.37) por um período de teste de 28 dias, mantidos em estufa (ECB-2. Adamo Produtos para Laboratórios Ltda., Piracicaba, SP, Brasil) em temperatura de 37°C. Os frascos foram selados para prevenir a evaporação das soluções. As soluções foram renovadas semanalmente.¹¹

A diferença de cor (ΔE) após os envelhecimentos foi calculada entre as coordenadas de cor antes e após os tratamentos de envelhecimento, medido no modo de reflectância, pela aplicação da fórmula $\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$. Os valores de ΔE foram analisados pela ANOVA dois critérios e o teste PLSD de Fischer ($\alpha=0,05$). As médias foram comparadas em termos dos materiais testados e métodos de envelhecimentos.

3.5- Resultados

A ANOVA dois critérios mostrou diferenças significativas entre os procedimentos de envelhecimento ($p < 0,0001$) e a interação dos fatores ($p = 0,0061$). Entretanto, não houve diferença estatística significativa entre os materiais ($p = 0,6683$) (Tabela 2).

Tabela 2. ANOVA dois critérios para os materiais testados e métodos de envelhecimentos

Variável	df	Soma dos quadrados	Média dos quadrados	F-Valor	p-Valor
Material	5	1.312	.262	.641	.6683
Envelhecimento	4	809.723	202.431	494.890	<.0001*
Material*Envelhecimento	20	16.728	.836	2.045	.0061*
Residual	270	110.441	.409		

*Significativamente diferente $p < 0,05$.

A tabela 3 mostra a diferença de cor (ΔE) dos materiais após os envelhecimentos. Mudanças na cor após os envelhecimentos artificiais foram observados em todos os grupos ($p < 0,05$), variando de $\Delta E 1.48 \pm 0.58$ (Supreme – envelhecimento em água destilada) a $\Delta E 6.75 \pm 0.50$ (Vit-I-escence + Biscover – envelhecimento em vinho tinto) (Tabela 3). Independente do material estudado, a solução de vinho tinto mostrou o maior nível de manchamento ($\Delta E 6.06 \pm 1.04$), significativamente diferente dos outros procedimentos de envelhecimento ($p < .0001$). Valores intermediários foram encontrados para o suco de laranja ($\Delta E 2.27 \pm 0.57$), envelhecimento acelerado de UV ($\Delta E 2.07 \pm 0.52$), e refrigerante de cola ($\Delta E 2.01 \pm 0.55$). Os menores valores de ΔE foram encontrados para as amostras armazenadas em água destilada ($\Delta E 1.59 \pm 0.45$) ($p < 0,0001$) (Tabela 4).

Tabela 3. Mudanças de cor (ΔE) dos materiais testados após os métodos de envelhecimentos*

	Envelhecimentos				
	Água destilada	Vinho tinto	Suco de laranja	Refrigerante de cola	Envelhecimento acelerado
VIT	1.51 (0.61) c	6.43 (0.51) a	2.67 (0.58) b	2.00 (0.67) c	1.90 (0.69) c
VIT-B	1.65 (0.18) c	6.75 (0.50) a	2.20 (0.40) b	1.94 (0.73) bc	1.79 (0.33) bc
OPL	1.64 (0.43) c	5.40 (0.62) a	2.34 (0.29) b	2.13 (0.66) b	2.20 (0.48) b
OPL-B	1.70 (0.57) b	5.80 (1.54) a	2.09 (0.66) b	2.02 (0.41) b	2.21 (0.42) b
SUP	1.48 (0.58) c	6.29 (0.69) a	2.06 (0.42) b	1.95 (0.36) b	2.20 (0.41) b
SUP-B	1.56 (0.12) b	5.66 (1.38) a	2.24 (0.82) b	2.02 (0.49) b	2.14 (0.65) b

*Médias seguidas por letras distintas nas linhas são estatisticamente diferentes ($p < 0,05$) (desvio padrão)

Tabela 4. Mudanças de cor (ΔE) após os métodos de envelhecimentos independente dos materiais*

Envelhecimentos	ΔE
Água destilada	1.59 (0.45) D
Vinho tinto	6.06 (1.04) A
Suco de laranja	2.27 (0.57) B
Refrigerante de cola	2.01 (0.55) C
Envelhecimento acelerado	2.07 (0.52) BC

*Médias seguidas por letras distintas são estatisticamente diferentes ($p < 0,05$) (desvio padrão)

3.6- Discussão

A primeira hipótese nula foi rejeitada porque os procedimentos de envelhecimento promoveram significativa alteração de cor nos materiais compósitos ($p < 0,0001$). Entretanto, a segunda hipótese nula foi aceita porque não houve diferença na alteração de cor dos materiais estudados ($p = 0,6683$).

No presente estudo, todos os métodos de envelhecimento causaram mudança de cor nos compósitos. O vinho tinto causou a maior mudança de cor para todos os materiais comparado com os outros envelhecimentos e soluções corantes, com valores de ΔE entre 5.4-6.75 (Tabela 3), descritos como inaceitáveis clinicamente.^{6,8,11} Este resultado está em acordo com os achados por Stober *et al.* (2001)¹¹ em que o vinho tinto causou o mais severo manchamento comparado com os agentes corantes chá, café, enxaguatório bucal e irradiação UV. A sorção de moléculas de álcool contidas em bebidas e colutórios dentro da matriz resinosa poderia resultar no amolecimento da superfície do compósito e contribuir ao manchamento, que poderiam explicar os resultados obtidos pela solução de vinho tinto.^{2,17,25}

Embora as medidas de cor tenham sido realizadas somente após quatro semanas, a maior mudança de cor parece ter ocorrido durante a primeira semana de imersão, principalmente na solução corante de vinho tinto. Dietschi *et al.* (1994)³ mostraram que o manchamento poderia ser relacionado com a sorção de água. A água atuaria como um veículo para os agentes corantes no processo de sorção de água⁶ e, portanto, a adsorção tenderia a seguir a evolução da sorção de água, ocorrendo principalmente durante a primeira semana.³ O vinho cabernet sauvignon apresenta cor escura borgonha, adquirida principalmente das uvas usadas.¹⁸ Estes

pigmentos mais escuros do vinho tinto possuem a habilidade de causar manchamentos drásticos.

As soluções de suco de laranja, cola e água destilada causaram visíveis mudanças de cor, mas que são consideradas como aceitáveis clinicamente (ΔE de 1.48 a 2.67). O menor pH poderia afetar negativamente a integridade de superfície pelo amolecimento da matriz, causando a perda de íons estruturais e afetar a resistência ao desgaste de materiais dentários.^{2,9,18} O baixo pH do refrigerante de cola (2.36) não influenciou a mudança de cor, já que o maior pH das soluções como suco de laranja (2.36) e vinho tinto (3.41) causaram maior manchamento (Tabela 4). A cor caramelo da solução de cola causaria mudanças na cor variando do amarelo claro ao marrom mais escuro.¹⁸ No entanto, de acordo com Bagheri *et al.* (2005)⁹ e Ertas *et al.* (2006),¹⁹ a falta de corante amarelo em cola resultou em menor manchamento do que o causado por café e chá. Além disto, Sajewicz (2007)²⁶ investigou o desgaste e fricção do esmalte em ambiente de vinho tinto e suco de maçã (bebidas com pH similares, mas diferentes ácidos principais) e observaram que em valores de pH similares, diferentes tipos de superfície são formadas. Refrigerante de cola contém ácido carbônico²⁷ e ácido fosfórico;²⁸ vinho tinto, ácido tartárico²⁶ e suco de laranja, ácido cítrico;²⁸ assim, os diferentes ácidos encontrados nas bebidas poderiam explicar tais resultados.

Desde 1978, o processo de envelhecimento acelerado de UV tem sido usado para avaliar a estabilidade de cor de materiais restauradores.¹² O processo envolve a exposição à luz UV e mudanças de temperatura e umidade, simulando os efeitos da exposição a condições ambientais a longo prazo.¹⁶ No presente estudo, não foi observada diferença na mudança de cor entre os métodos de envelhecimento acelerado UV, suco de laranja ou cola (Tabela 4).

O teste de envelhecimento acelerado não considera a influência de manchas externas, mas foca-se somente nas descolorações internas.²⁹ Mudança na cor de materiais restauradores por irradiação UV tem sido relacionada a alterações químicas no sistema iniciador, ativador e na resina em si,^{14;29} degradação da amina residual e oxidação das ligações duplas de carbono não reagidas culminando na formação de componentes amarelos.^{4,20,30} Powers *et al.* (1980)³ relataram que após 300h de envelhecimento acelerado, compósitos apresentaram mudança nos parâmetros de cor similares aqueles observados em estudo clínico de 24 meses. Em nossa investigação, após 168h de irradiação UV, houve alteração de cor visível para todos os materiais. Entretanto, esta mudança de cor foi considerada aceitável clinicamente ($\Delta E < 3.3$).

A composição e as propriedades físico-químicas dos monômeros usados na matriz resinosa poderiam influenciar na resistência ao manchamento.¹⁵ Vit-I-escence é composta principalmente da resina Bis-GMA; Opallis contém Bis-GMA, Bis-EMA e TEGDMA; Supreme XT apresenta semelhante formulação da matriz de Opallis com acréscimo do conteúdo de UDMA. A absorção de água em resinas à base Bis-GMA aumenta proporcionalmente à concentração de TEGDMA^{7,19} e reduz com a substituição parcial de TEGDMA por UDMA.⁷ UDMA parece ser menos susceptível ao manchamento do que Bis-GMA.^{15,19} O conteúdo em volume de carga são similares nas três compósitos estudados, apesar do tamanho da partícula e composição serem diferentes. Os compósitos contendo maior porcentagem de partículas de carga de grande tamanho poderiam ser mais susceptíveis ao manchamento.⁷ Entretanto, o tipo de matriz resinosa, partículas de carga e tratamento de superfície do selante de superfície não influenciou a estabilidade de cor das resinas compostas testadas.

Os resultados de estudos prévios são controversos na literatura.^{17,21,23} Doray *et al.* (2003)¹⁷ concluíram que os seladores de superfície poderiam melhorar a resistência ao manchamento de resinas provisórias armazenadas em suco de cranberry, café e vinho tinto. Soares *et al.* (2007),²³ entretanto, mostraram por análise de reflectância, que o manchamento de superfície por café foi maior nos grupos que receberam selantes de superfície. Similares aos nossos achados, Lee e Powers (2007)²¹ relataram que as mudanças de cor do grupo selado submetido ao manchamento por mucina, clorexidina e chá não foram significativamente diferentes daquelas do grupo controle (não selado). Diferenças na química, modo de polimerização e espessura destes selantes poderiam influenciar na susceptibilidade ao manchamento.¹⁷ Além disto, a possível ausência da camada inibida pelo oxigênio após a cura do selante de superfície aplicado³¹ poderia explicar a similaridade aos compósitos não selados.

Limitações metodológicas em estudos laboratoriais são inerentes na avaliação da estabilidade de cor. O processo de envelhecimento acelerado em estudos *in vitro* tentam simular os efeitos a longo prazo da exposição ao meio bucal em curto período de tempo, objetivando prever o desempenho clínico de materiais. No meio bucal, a saliva e outros fluídos poderiam diluir as manchas e as soluções pigmentantes. Além disso, o contato das estruturas dentais e materiais restauradores com os agentes corantes seria intermitente e poderia ser exacerbado pelo desgaste mecânico. Apesar destas limitações, nossos resultados elucidam como a cor dos materiais é afetada pelos processos de envelhecimentos.

3.7- Conclusões

De acordo com os resultados e limitações deste estudo, as seguintes conclusões foram tiradas:

- 1- Mudanças na cor após os métodos de envelhecimentos foram observados em todas as resinas compostas. A solução corante de vinho tinto causou o maior manchamento.
- 2- Não houve diferença na alteração de cor dos materiais testados.

Agradecimentos

Esta pesquisa foi apoiada pela FAPESP # 2007/54780-6. Os autores agradecem à FGM Produtos Odontológicos, Joinville, SC, Brasil, pela doação da resina composta microhíbrida Opallis usada neste estudo.

3.8- Referências[§]

- 1- Sarac D, Sarac YS, Kulunk S, Ural C & Kulunk T (2006) The effect of polishing techniques on the surface roughness and color change of composite resins *Journal of Prosthetic Dentistry* **96(1)** 33-40.
- 2- Villalta P, Lu H, Garcia-Godoy F & Powers JM (2006) Effects of staining and bleaching on color change of dental composite resins *Journal of Prosthetic Dentistry* **95(2)** 137-142.
- 3- Dietschi D, Campanile G, Holz J & Meyer JM (1994) Comparison of the color stability of ten new-generation composites: an in vitro study *Dental Materials* **10(6)** 353-362.
- 4- Leibrock A, Rosentritt M, Lang R, Behr M & Handel G (1997) Colour stability of visible light-curing hybrid composites *European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry* **5(3)** 125-130.
- 5- Pires-de-Souza FdeP, Garcia LdaR, Hamida HM & Casemiro LA (2007) Color stability of composites subjected to accelerated aging after curing using either a halogen or a light emitting diode source *Brazilian Dental Journal* **18(2)** 119-123.
- 6- Schulze KA, Marshall SJ, Gansky SA & Marshall GW (2003) Color stability and hardness in dental composites after accelerated aging *Dental Materials* **19(7)** 612-619.
- 7- Sarafianou A, Iosifidou S, Papadopoulos T & Eliades G (2007) Color stability and degree of cure of direct composite restoratives after accelerated aging *Operative Dentistry* **32(4)** 406-411.

[§] Referências identificadas no texto em números arábicos sobrescritos e numeradas consecutivamente na ordem em que aparecem citadas no texto (Anexo A)

- 8- Um CM & Ruyter IE (1991) Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea *Quintessence International* **22(5)** 377-386.
- 9- Bagheri R, Burrow MF & Tyas M (2005) Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials *Journal of Dentistry* **33(5)** 389-398.
- 10-Guler AU, Yilmaz F, Kulunk T, Guler E & Kurt S (2005) Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials *Journal of Prosthetic Dentistry* **94(2)** 118-124.
- 11-Stober T, Gilde H & Lenz P (2001) Color stability of highly filled composite resin materials for facings *Dental Materials* **17(1)** 87-94.
- 12-Powers JM, Dennison JB & Koran A (1978) Color stability of restorative resins under accelerated aging *Journal of Dental Research* **57(11-12)** 964-970.
- 13-Powers JM, Fan PL & Raptis CN (1980) Color stability of new composite restorative materials under accelerated aging *Journal of Dental Research* **59(12)** 2071-2074.
- 14-Wozniak WT, Moser JB, Willis E & Stanford JW (1985) Ultraviolet light stability of composite resins *Journal of Prosthetic Dentistry* **53(2)** 204-209.
- 15-Khokhar ZA, Razzoog ME & Yaman P (1991) Color stability of restorative resins *Quintessence International* **22(9)** 733-737.
- 16-Douglas RD (2000) Color stability of new-generation indirect resins for prosthodontic application *Journal of Prosthetic Dentistry* **83(2)** 166-170.
- 17-Doray PG, Eldiwany MS & Powers JM (2003) Effect of resin surface sealers on improvement of stain resistance for a composite provisional material *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* **15(4)** 244-250.

- 18-Patel SB, Gordan VV, Barrett AA & Shen C (2004) The effect PF surface finishing and storage solutions on the color stability of resin-based composites *Journal of the American Dental Association* **135(5)** 587-594.
- 19-Ertas E, Güler AU, Yücel AC, Köprülü H & Güler E (2006) Color stability of resin composites after immersion in different drinks *Dental Materials Journal* **25(2)** 371-376.
- 20-Kolbeck C, Rosentritt M, Lang R & Handel G (2006) Discoloration of facing and restorative composites by UV-irradiation and staining food *Dental Materials* **22(1)** 63-68.
- 21-Lee YK & Powers JM (2007) Combined effects of staining substances on resin composites before and after surface sealant application *Journal of Materials Science. Materials in Medicine* **18(5)** 685-691.
- 22-Ratanapridakul K, Leinfelder KF & Thomas J (1989) Effect of finishing on the in vivo wear rate of a posterior composite resin *Journal of the American Dental Association* **118(3)** 333-335.
- 23-Soares LE, Cesar IC, Santos CG, De Cardoso AL, Liporoni PC, Munin E & Martin AA (2007) Influence of coffee on reflectance and chemistry of resin composite protected by surface sealant *American Journal of Dentistry* **20(5)** 299-304.
- 24-ASTM Standards (2006) G154-00a Standard practice for operating fluorescent light apparatus for UV exposure of nonmettalic materials *Annual Book of ASTM Standards* v.14.04 646-654.
- 25-Deepa CS & Krishnan VK (2000) Effect of resin matrix ratio, storage medium, and time upon the physical properties of a radiopaque dental composite *Journal of Biomaterials Applications* **14(3)** 296-315.

- 26-Sajewicz E (2007) Tribological behaviour of human enamel in red wine and apple juice environments *Wear* **262(3-4)** 308-315.
- 27-Badra VV, Faraoni JJ, Ramos RP & Palma-Dibb RG (2005) Influence of different beverages on the microhardness and surface roughness of resin composites *Operative Dentistry* **30(2)** 213-219.
- 28-Aliping-McKenzie M, Linden RW & Nicholson JW (2004) The effect of Coca-Cola and fruit juices on the surface hardness of glass-ionomers and compomers *Journal of Oral Rehabilitation* **31(11)** 1046-1052.
- 29-Janda R, Roulet JF, Kaminsky M, Steffin G & Latta M (2004) Color stability of resin matrix restorative materials as a function of the method of light activation. *European Journal of Oral Sciences* **112(3)** 280-285.
- 30-Ferracane JL, Moser JB & Greener EH (1985) Ultraviolet light-induced yellowing of dental restorative resins *Journal of Prosthetic Dentistry* **54(4)** 483-487.
- 31-Suh BI (2004) Oxygen-inhibited layer in adhesion dentistry *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* **16(5)** 316-323.

Anexos

ANEXO A – Normas das revistas selecionadas para as publicações dos artigos

CAPÍTULO 1

Journal of Esthetic and Restorative Dentistry

[The Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry, Japan Academy of Esthetic Dentistry, International Federation of Esthetic Dentistry, American Academy of Cosmetic and Adhesive Dentistry, Belgian Academy of Esthetic Dentistry, Dutch Academy of Esthetic Dentistry, Scandinavian Academy of Esthetic Dentistry, British Academy of Aesthetic Dentistry, Hellenic Academy of Esthetic Dentistry](#)

Edited by:

Harald O. Heymann

Print ISSN: 1496-4155

Online ISSN: 1708-8240

Frequency: Bi-monthly

Current Volume: 20 / 2008

Author Guidelines

MANUSCRIPT PREPARATION

Submit one original and two copies of the manuscript. Type or print the manuscript on white bond paper, 8 1/2 × 11", with margins of at least 1". Use double-spacing

throughout. Please provide a copy of the latest version of the text on a CD or on a 3 1/2" disk. Label the CD/disk with the format of the file and version of application software used. (IBM format and Microsoft Word preferred.)

TITLE PAGE

The title page must include all authors' full names, academic degrees, and institutional affiliations and locations. If the manuscript was originally presented as part of a meeting, please state the name, date, and location of the meeting. Sources of support in the form of grants, equipment, products, drugs, or all of these must be disclosed. A corresponding author must be designated and full details of the correspondent's address provided: name, address, telephone and fax numbers, and e-mail address. Unless specified otherwise, the corresponding author's address also will be used for reprint requests.

ABSTRACT

A structured abstract of no more than 250 words must be provided for all research and clinical articles. It should consist of (1) a statement of the problem, (2) the purpose of the study, (3) methods/materials, (4) results, (5) conclusions, and (6) clinical significance (several sentences). Footnotes, references, and abbreviations are not used in the abstract. Product trade names cited in the text must be accompanied by a generic term, and followed by the manufacturer, city, and state/country in parentheses. References in the text and figure legends to teeth illustrated in a figure should be identified by name (eg, upper right central incisor). The manuscripts submitted to the Journal must be written in appropriate English. It is the author's responsibility to ensure this by either having sufficient English language

skills or by obtaining the services of an English-as-second-language expert. Articles in the Journal can be classified as either clinical papers or research reports:

Clinical papers include case presentations, technique reports, or literature reviews (overview) of a clinical topic.

The research report (1) states the problem and the objective of the research; (2) describes clearly the materials and methods so they can be duplicated and their validity judged; (3) reports the results accurately and concisely; (4) provides discussion of the findings; (5) offers the conclusions that may be drawn from the research; and (6) provides, under a separate heading, a statement of the research's clinical implications and relevance to esthetic dentistry.

References

References should be numbered consecutively in the order in which they are first mentioned in the text, and listed at the end of the text in numeric, not alphabetic, order. Identify references in text, tables, and legends by Arabic numerals in superscript. References cited only in tables or figure legends should be numbered subsequent to the numbering of references cited in the text. Unpublished sources, such as manuscripts in preparation and personal communications, are not acceptable as references. Only sources cited in the text should appear in the reference list. List all authors when four or fewer; when more than four, list the first three and add "et al."

Citation Format**Journal Articles**

Donnelly PV, Miller C, Ciardullo T, et al. Occlusion and its role in esthetics. *J Esthet Dent* 1996;8:111-8.

Books

Hickey JC, Zarb GA. Boucher's prosthodontic treatment for edentulous patients. 9th ed. St. Louis (MO): CV Mosby; 1985.

Tables

Type or print out each table with double spacing on a separate page. Ensure that each table is cited in the text, number tables consecutively in the order of their first citation in the text, and provide a brief title for each. Give each column a brief, descriptive heading. No table should contain data that could be included in the text in several sentences.

Illustrations

Images must be submitted electronically according to the following specifications:

- COLOR photographs should be saved as TIF files in CMYK at a minimum of 12.5 cm (5 in.) in width at 300 dpi.
- BLACK AND WHITE photographs should be saved as TIF files in grayscale at a minimum of 12.5 cm (5 in.) in width at 300 dpi.
- Line drawings should be prepared in Microsoft Word or PowerPoint, or in Adobe Illustrator without embedded images from other sources. Existing line drawings

should be scanned at 1,200 dpi at a minimum of 12.5 cm (5 in.) in width and saved as EPS files.

- All images must be labeled clearly in consecutive order with the figure number and part. Hard copies of images are no longer accepted. Photomicrographs must feature internal scale markers. Symbols, arrows, or letters used in these should contrast with the background. Original magnification must be provided.

Figure reproduction cannot improve on the quality of the originals. It does not correct the exposure, sharpen the focus, or improve the contrast of the original print. Any special instructions about sizing, placement, or color should be clearly noted. Electronic submissions are not returned to the authors. Figure legends must be numbered to correspond with the figures and typed or printed on a separate page. Symbols, arrows, or letters used to identify parts of the illustration must be explained clearly in the legend. If a figure has been previously published, the legend must acknowledge the original source.

PERMISSIONS

Written permission must be obtained for material that has been published in copyrighted material; this includes tables, figures, and quoted text that exceeds 150 words. Signed patient release forms are required for photographs of identifiable persons. A copy of all permissions and patient release forms must accompany the manuscript.

DISCLOSURE AND ACKNOWLEDGMENTS

Please provide any information you wish to include acknowledging contributions from individuals such as for statistical support, labwork, etc. Also it is imperative that you

provide a disclosure statement if you have any financial interest in any of the companies whose products or devices are included in the paper. If no financial interest exists, the following statement should be used: "The authors do not have any financial interest in the companies whose materials are included in this article."

SUBMISSION CHECKLIST

- Letter of submission
- Original and two copies of manuscript (typed, double-spaced), which includes:
 - Title page - (1) title of article; (2) full name, academic degrees/affiliations of authors; (3) name, address, telephone and fax numbers, e-mail of corresponding author
- Abstract
- Article proper (clinical or research)
- References (on separate sheet)
- Tables (on separate sheets)
- Legends (on separate sheet)
- Illustrations properly labeled
- Signed permissions and patient releases
- Latest version of text on disk (IBM format, Microsoft Word preferred)

Please submit manuscripts to:

Dr. Harald Heymann

Department of Operative Dentistry

University of North Carolina

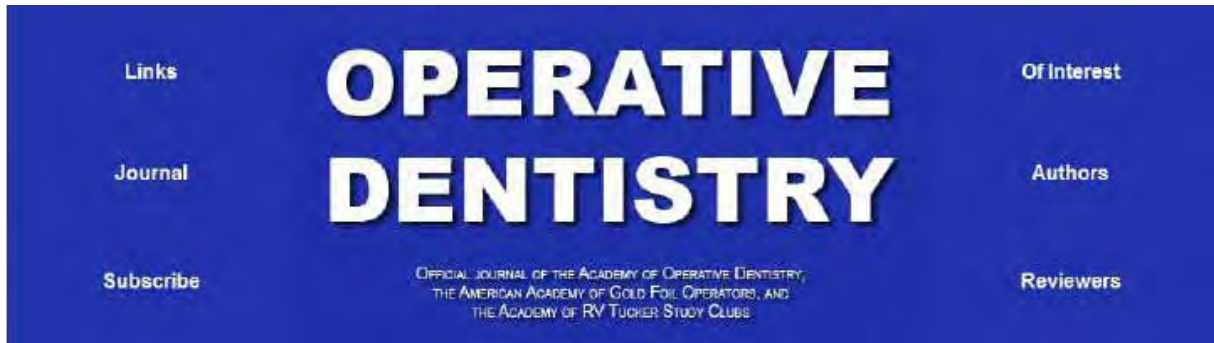
CB#7450, 302 Brauer Hall

Chapel Hill, NC, USA 27599-7450

NEW: Online production tracking is now available for your article through Blackwell's Author Services.

Author Services enables authors to track their article - once it has been accepted - through the production process to publication online and in print. Authors can check the status of their articles online and choose to receive automated e-mails at key stages of production. The author will receive an e-mail with a unique link that enables them to register and have their article automatically added to the system. Please ensure that a complete e-mail address is provided when submitting the manuscript. Visit www.blackwellpublishing.com/bauthor for more details on online production tracking and for a wealth of resources including FAQs and tips on article preparation, submission and more.

CAPÍTULO 2



INSTRUCTIONS TO AUTHORS

New Instructions as of **20 September 2008**

Operative Dentistry requires electronic submission of all manuscripts. This will greatly improve our efficiency and communication, reduce turn-around time on papers and eliminate many of the format problems that can delay publication. We have just upgraded our submission process to allow the submission of larger sized files. Starting in October 2007, all submissions must be sent to Operative Dentistry using the [Allen Track upload site](#). Be prepared to submit the following manuscript files in your upload:

- A Laboratory or Clinical Research Manuscript file must include:
 - a title
 - a running (short) title
 - a clinical relevance statement
 - a concise summary (abstract)
 - introduction, methods & materials, results, discussion and conclusion
 - references (see Below)
 - The manuscript **MUST NOT** include any:
 - identifying information such as:
 - Authors

- Acknowledgements
 - Correspondence information
 - Figures
 - Graphs
 - Tables
- An acknowledgement, disclaimer and/or recognition of support (if applicable) must in a separate file and uploaded as supplemental material.
 - All figures, illustrations, graphs and tables must also be provided as individual files. These should be high resolution images, which are used by the editor in the actual typesetting of your manuscript.
 - All other manuscript types use this template, with the appropriate changes as listed below.

Complete the online form which includes complete author information and select the files you would like to send to Operative Dentistry. Manuscripts that do not meet our formatting and data requirements listed below will be sent back to the corresponding author for correction.

GENERAL INFORMATION

- All materials submitted for publication must be submitted exclusively to Operative Dentistry.
- The editor reserves the right to make literary corrections.
- Currently, color will be provided at no cost to the author if the editor deems it essential to the manuscript. However, we reserve the right to convert to gray scale if color does not contribute significantly to the quality and/or information content of the paper.

- The author(s) retain the right to formally withdraw the paper from consideration and/or publication if they disagree with editorial decisions.
- International authors whose native language is not English must have their work reviewed by a native English speaker prior to submission.
- Spelling must conform to the American Heritage Dictionary of the English Language, and SI units for scientific measurement are preferred.
- While we do not currently have limitations on the length of manuscripts, we expect papers to be concise; Authors are also encouraged to be selective in their use of figures and tables, using only those that contribute significantly to the understanding of the research.
- Acknowledgement of receipt is sent automatically. If you do not receive such an acknowledgement, please contact us at editor@jopdent.org rather than resending your paper.
- **IMPORTANT:** Please add our e-mail address to your address book on your server to prevent transmission problems from spam and other filters. Also make sure that your server will accept larger file sizes. This is particularly important since we send page-proofs for review and correction as .pdf files.

REQUIREMENTS

- **FOR ALL MANUSCRIPTS**

1. **CORRESPONDING AUTHOR** must provide a WORKING / VALID e-mail address which will be used for all communication with the journal.

NOTE: Corresponding authors **MUST** update their profile if their e-mail or postal address changes. If we cannot contact authors within seven days, their manuscript will be removed from our publication queue.

2. **AUTHOR INFORMATION** must include:

- full name of all authors
- complete mailing address **for each author**
- degrees (DDS, DMD, PhD)
- affiliation (Department of Dental Materials, School of Dentistry, University of Michigan)

3. **MENTION OF COMMERCIAL PRODUCTS/EQUIPMENT** must include:

- full name of product
- full name of manufacturer
- city, state and/or country of manufacturer

4. **MANUSCRIPTS AND TABLES** must be provided as Word, Word Perfect or Rich Text files. Please limit size of tables to no more than one US letter sized page.

5. **GRAPHS** must be provided as Excel, Comma Separated, or Tab Separated files. For numbering purposes, they are considered figures.

6. **ILLUSTRATIONS AND FIGURES** must be provided as TIFF, JPEG, GIF, EPS or Postscript files with the following parameters

- gray scale/black & white figures must have a minimum size of 3" x 5" and a minimum resolution of 300 dpi.
- color figures must have a minimum size of 2" x 3" and a minimum resolution of 600 dpi.
- **DO NOT SEND POWER POINT FILES.** They are not suitable for publication.

• **OTHER MANUSCRIPT TYPES**

1. **CLINICAL TECHNIQUE/CASE STUDY MANUSCRIPTS** must include:

- a running (short) title
- purpose
- description of technique
- list of materials used
- potential problems
- summary of advantages and disadvantages
- references (see below)

2. **LITERATURE AND BOOK REVIEW MANUSCRIPTS** must include:

- a running (short) title
- a clinical relevance statement based on the conclusions of the review
- conclusions based on the literature review...without this, the review is just an exercise
- references (see below)

• **FOR REFERENCES**

REFERENCES must be numbered (superscripted numbers) consecutively as they appear in the text and, where applicable, they should appear after punctuation.

The reference list should be arranged in numeric sequence at the end of the manuscript and should include:

1. Author(s) last name(s) and initial (ALL AUTHORS must be listed) followed by the date of publication in parentheses.
2. Full article title.

3. Full journal name in italics (no abbreviations), volume and issue numbers and first and last page numbers complete (i.e. 163-168 NOT attenuated 163-68).
4. Abstracts should be avoided when possible but, if used, must include the above plus the abstract number and page number.
5. Book chapters must include chapter title, book title in italics, editors names (if appropriate), name of publisher and publishing address.
6. Websites may be used as references, but must include the date (day, month and year) accessed for the information.
7. Papers in the course of publication should only be entered in the references if they have been accepted for publication by a journal and then given in the standard manner with "In press" following the journal name.
8. **DO NOT** include unpublished data or personal communications in the reference list. Cite such references parenthetically in the text and include a date.

EXAMPLES OF REFERENCE STYLE

- Journal article: two authors Evans DB & Neme AM (1999) Shear bond strength of composite resin and amalgam adhesive systems to dentin *American Journal of Dentistry* **12(1)** 19-25.
- Journal article: multiple authors Eick JD, Gwinnett AJ, Pashley DH & Robinson SJ (1997) Current concepts on adhesion to dentin *Critical Review of Oral and Biological Medicine* **8(3)** 306-335.
- Journal article: special issue/supplement Van Meerbeek B, Vargas M, Inoue S, Yoshida Y, Peumans M, Lambrechts P & Vanherle G (2001) Adhesives and

cements to promote preservation dentistry *Operative Dentistry (Supplement 6)* 119-144.

- Abstract:
Yoshida Y, Van Meerbeek B, Okazaki M, Shintani H & Suzuki K (2003) Comparative study on adhesive performance of functional monomers *Journal of Dental Research* **82(Special Issue B)** Abstract #0051 p B-19.
- Corporate publication: ISO-Standards (1997) ISO 4287 Geometrical Product Specifications Surface texture: Profile method – Terms, definitions and surface texture parameters *Geneve: International Organization for Standardization 1st edition* 1-25.
- Book: single author Mount GJ (1990) *An Atlas of Glass-ionomer Cements* Martin Duntz Ltd, London.
- Book: two authors Nakabayashi N & Pashley DH (1998) *Hybridization of Dental Hard Tissues* Quintessence Publishing, Tokyo.
- Book: chapter Hilton TJ (1996) Direct posterior composite restorations In: Schwarts RS, Summitt JB, Robbins JW (eds) *Fundamentals of Operative Dentistry* Quintessence, Chicago 207-228.
- Website: single author Carlson L (2003) Web site evolution; Retrieved online July 23, 2003 from: <http://www.d.umn.edu/~lcarlson/cms/evolution.html>
- Website: corporate publication National Association of Social Workers (2000) NASW Practice research survey 2000. NASW Practice Research Network, 1. 3. Retrieved online September 8, 2003 from: <http://www.socialworkers.org/naswprn/default>

ANEXO B – Tabelas dos valores originais obtidos nos testes realizados

CAPÍTULO 1

TABELA 5: Valores originais da rugosidade média de superfície (em micrometros) da resina composta Vit-l-escence antes dos envelhecimentos

Corpo-de-prova	Água destilada	Vinho tinto	Suco de laranja	Refrigerante de cola	Envelhecimento Acelerado
1	0,0600	0,0567	0,0533	0,0500	0,0600
2	0,0600	0,0567	0,0667	0,0533	0,0533
3	0,0400	0,0467	0,0633	0,0500	0,0533
4	0,0500	0,0533	0,0533	0,0500	0,0500
5	0,0567	0,0533	0,0433	0,0567	0,0667
6	0,0500	0,0667	0,0400	0,0533	0,0533
7	0,0600	0,0533	0,0467	0,0533	0,0433
8	0,0633	0,0500	0,0567	0,0567	0,0567
9	0,0500	0,0600	0,0600	0,0533	0,0400
10	0,0533	0,0500	0,0633	0,0600	0,0600
média	0,0543	0,0547	0,0547	0,0537	0,0537

TABELA 6: Valores originais da rugosidade média de superfície (em micrometros) da resina composta Vit-l-escence após os envelhecimentos

Corpo-de-prova	Água destilada	Vinho tinto	Suco de laranja	Refrigerante de cola	Envelhecimento Acelerado
1	0,0500	0,0567	0,0467	0,0533	0,0667
2	0,0533	0,0500	0,0633	0,0500	0,0533
3	0,0433	0,0433	0,0533	0,0467	0,0533
4	0,0433	0,0433	0,0500	0,0500	0,0533
5	0,0467	0,0500	0,0367	0,0567	0,0633
6	0,0467	0,0567	0,0400	0,0400	0,0533
7	0,0500	0,0400	0,0567	0,0467	0,0400
8	0,0600	0,0467	0,0433	0,0467	0,0567
9	0,0500	0,0567	0,0500	0,0500	0,0400
10	0,0500	0,0467	0,0567	0,0467	0,0600
média	0,0493	0,0490	0,0497	0,0487	0,0540

TABELA 7: Valores originais da rugosidade média de superfície (em micrometros) da resina composta Vit-l-escence com aplicação do selante de superfície antes dos envelhecimentos

Corpo-de-prova	Água destilada	Vinho tinto	Suco de laranja	Refrigerante de cola	Envelhecimento Acelerado
1	0,0200	0,0300	0,0333	0,0367	0,0433
2	0,0500	0,0400	0,0267	0,0300	0,0367
3	0,0333	0,0300	0,0367	0,0333	0,0433
4	0,0333	0,0400	0,0300	0,0467	0,0267
5	0,0233	0,0300	0,0400	0,0267	0,0500
6	0,0467	0,0467	0,0400	0,0333	0,0433
7	0,0233	0,0433	0,0433	0,0533	0,0333
8	0,0533	0,0367	0,0367	0,0300	0,0333
9	0,0400	0,0300	0,0467	0,0367	0,0333
10	0,0400	0,0367	0,0300	0,0433	0,0233
média	0,0363	0,0363	0,0363	0,0370	0,0367

TABELA 8: Valores originais da rugosidade média de superfície (em micrometros) da resina composta Vit-l-escence com aplicação do selante de superfície após os envelhecimentos

Corpo-de-prova	Água destilada	Vinho tinto	Suco de laranja	Refrigerante de cola	Envelhecimento Acelerado
1	0,0200	0,0200	0,0333	0,0367	0,0500
2	0,0600	0,0433	0,0233	0,0267	0,0433
3	0,0300	0,0267	0,0333	0,0267	0,0367
4	0,0333	0,0467	0,0300	0,0300	0,0367
5	0,0233	0,0233	0,0467	0,0467	0,0533
6	0,0433	0,0533	0,0433	0,0433	0,0467
7	0,0233	0,0333	0,0500	0,0533	0,0333
8	0,0267	0,0367	0,0400	0,0267	0,0333
9	0,0433	0,0300	0,0367	0,0467	0,0400
10	0,0333	0,0433	0,0300	0,0433	0,0267
média	0,0337	0,0357	0,0367	0,0380	0,0400

TABELA 9: Valores originais da rugosidade média de superfície (em micrometros) da resina composta Opallis antes dos envelhecimentos

Corpo-de-prova	Água destilada	Vinho tinto	Suco de laranja	Refrigerante de cola	Envelhecimento Acelerado
1	0,0533	0,0400	0,0700	0,0600	0,0567
2	0,0700	0,0733	0,0567	0,0567	0,0733
3	0,0667	0,0700	0,0800	0,0767	0,0433
4	0,0600	0,0633	0,0500	0,0600	0,0667
5	0,0700	0,0533	0,0500	0,0367	0,0633
6	0,0500	0,0700	0,0400	0,0667	0,0567
7	0,0600	0,0767	0,0767	0,0733	0,0400
8	0,0733	0,0533	0,0533	0,0467	0,0567
9	0,0433	0,0633	0,0600	0,0633	0,0700
10	0,0700	0,0467	0,0767	0,0633	0,0667
média	0,0617	0,0610	0,0613	0,0603	0,0593

TABELA 10: Valores originais da rugosidade média de superfície (em micrometros) da resina composta Opallis após os envelhecimentos

Corpo-de-prova	Água destilada	Vinho tinto	Suco de laranja	Refrigerante de cola	Envelhecimento Acelerado
1	0,0600	0,0333	0,0400	0,0567	0,0567
2	0,0667	0,0667	0,0467	0,0600	0,0767
3	0,0700	0,0600	0,0667	0,0667	0,0500
4	0,0467	0,0467	0,0500	0,0567	0,0733
5	0,0667	0,0533	0,0433	0,0367	0,0667
6	0,0500	0,0600	0,0400	0,0600	0,0700
7	0,0633	0,0700	0,0667	0,0733	0,0433
8	0,0567	0,0633	0,0433	0,0467	0,0600
9	0,0433	0,0667	0,0467	0,0567	0,0733
10	0,0700	0,0567	0,0733	0,0567	0,0700
média	0,0593	0,0577	0,0517	0,0570	0,0640

TABELA 11: Valores originais da rugosidade média de superfície (em micrometros) da resina composta Opallis com aplicação do selante de superfície antes dos envelhecimentos

Corpo-de-prova	Água destilada	Vinho tinto	Suco de laranja	Refrigerante de cola	Envelhecimento Acelerado
1	0,0367	0,0333	0,0267	0,0400	0,0233
2	0,0300	0,0400	0,0233	0,0267	0,0367
3	0,0433	0,0333	0,0367	0,0267	0,0400
4	0,0567	0,0300	0,0533	0,0400	0,0433
5	0,0400	0,0367	0,0567	0,0700	0,0300
6	0,0400	0,0267	0,0400	0,0333	0,0467
7	0,0533	0,0433	0,0533	0,0400	0,0367
8	0,0433	0,0433	0,0367	0,0400	0,0400
9	0,0233	0,0333	0,0400	0,0400	0,0533
10	0,0300	0,0567	0,0267	0,0400	0,0400
média	0,0397	0,0377	0,0393	0,0397	0,0390

TABELA 12: Valores originais da rugosidade média de superfície (em micrometros) da resina composta Opallis com aplicação do selante de superfície após os envelhecimentos

Corpo-de-prova	Água destilada	Vinho tinto	Suco de laranja	Refrigerante de cola	Envelhecimento Acelerado
1	0,0467	0,0333	0,0333	0,0400	0,0267
2	0,0367	0,0433	0,0300	0,0267	0,0467
3	0,0433	0,0367	0,0433	0,0367	0,0400
4	0,0567	0,0300	0,0533	0,0367	0,0433
5	0,0433	0,0333	0,0467	0,0633	0,0433
6	0,0433	0,0433	0,0433	0,0433	0,0533
7	0,0533	0,0533	0,0533	0,0433	0,0400
8	0,0333	0,0333	0,0433	0,0400	0,0400
9	0,0367	0,0400	0,0400	0,0433	0,0533
10	0,0200	0,0600	0,0300	0,0367	0,0367
média	0,0413	0,0407	0,0417	0,0410	0,0423

TABELA 13: Valores originais da rugosidade média de superfície (em micrometros) da resina composta Supreme XT antes dos envelhecimentos

Corpo-de-prova	Água destilada	Vinho tinto	Suco de laranja	Refrigerante de cola	Envelhecimento Acelerado
1	0,0467	0,0400	0,0400	0,0433	0,0533
2	0,0667	0,0600	0,0500	0,0300	0,0433
3	0,0567	0,0633	0,0700	0,0467	0,0500
4	0,0400	0,0500	0,0433	0,0600	0,0600
5	0,0433	0,0500	0,0433	0,0500	0,0467
6	0,0467	0,0500	0,0400	0,0533	0,0567
7	0,0500	0,0433	0,0633	0,0500	0,0567
8	0,0500	0,0533	0,0433	0,0500	0,0500
9	0,0500	0,0467	0,0533	0,0667	0,0467
10	0,0700	0,0633	0,0700	0,0500	0,0433
média	0,0520	0,0520	0,0517	0,0500	0,0507

TABELA 14: Valores originais da rugosidade média de superfície (em micrometros) da resina composta Supreme XT após os envelhecimentos

Corpo-de-prova	Água destilada	Vinho tinto	Suco de laranja	Refrigerante de cola	Envelhecimento Acelerado
1	0,0400	0,0400	0,0533	0,0400	0,0500
2	0,0533	0,0533	0,0633	0,0300	0,0367
3	0,0633	0,0567	0,0567	0,0433	0,0500
4	0,0400	0,0467	0,0433	0,0567	0,0533
5	0,0467	0,0400	0,0467	0,0400	0,0467
6	0,0433	0,0433	0,0300	0,0500	0,0467
7	0,0467	0,0400	0,0667	0,0500	0,0533
8	0,0433	0,0467	0,0467	0,0400	0,0500
9	0,0433	0,0433	0,0500	0,0633	0,0467
10	0,0600	0,0567	0,0733	0,0433	0,0400
média	0,0480	0,0467	0,0530	0,0457	0,0473

TABELA 15: Valores originais da rugosidade média de superfície (em micrometros) da resina composta Supreme XT com aplicação do selante de superfície antes dos envelhecimentos

Corpo-de-prova	Água destilada	Vinho tinto	Suco de laranja	Refrigerante de cola	Envelhecimento Acelerado
1	0,0300	0,0267	0,0233	0,0467	0,0333
2	0,0267	0,0333	0,0367	0,0400	0,0400
3	0,0333	0,0300	0,0267	0,0367	0,0333
4	0,0233	0,0267	0,0533	0,0333	0,0300
5	0,0200	0,0367	0,0233	0,0300	0,0233
6	0,0367	0,0400	0,0267	0,0233	0,0400
7	0,0267	0,0333	0,0333	0,0233	0,0333
8	0,0300	0,0300	0,0333	0,0367	0,0300
9	0,0367	0,0333	0,0500	0,0300	0,0300
10	0,0433	0,0233	0,0200	0,0267	0,0233
média	0,0307	0,0313	0,0327	0,0327	0,0317

TABELA 16: Valores originais da rugosidade média de superfície (em micrometros) da resina composta Supreme XT com aplicação do selante de superfície após os envelhecimentos

Corpo-de-prova	Água destilada	Vinho tinto	Suco de laranja	Refrigerante de cola	Envelhecimento Acelerado
1	0,0333	0,0233	0,0167	0,0367	0,0333
2	0,0233	0,0267	0,0300	0,0433	0,0367
3	0,0333	0,0400	0,0233	0,0300	0,0333
4	0,0233	0,0233	0,0600	0,0333	0,0233
5	0,0200	0,0433	0,0267	0,0400	0,0333
6	0,0367	0,0467	0,0267	0,0200	0,0433
7	0,0333	0,0433	0,0300	0,0367	0,0367
8	0,0433	0,0233	0,0333	0,0300	0,0267
9	0,0300	0,0367	0,0433	0,0333	0,0333
10	0,0233	0,0300	0,0333	0,0367	0,0267
média	0,0300	0,0337	0,0323	0,0340	0,0327

TABELA 17: Valores originais da microdureza média Knoop (em KHN) da resina composta Vit-I-escence antes dos envelhecimentos

Corpo-de-prova	Água destilada	Vinho tinto	Suco de laranja	Refrigerante de cola	Envelhecimento Acelerado
1	80,20	83,40	81,60	83,20	82,20
2	82,80	82,60	83,00	82,00	82,20
3	84,60	82,80	81,80	81,40	83,40
4	83,20	82,40	82,40	83,20	82,00
5	84,20	83,60	82,20	83,00	81,80
6	81,40	84,00	83,40	84,40	81,40
7	84,20	82,60	83,20	82,80	83,00
8	82,00	82,60	82,80	81,60	81,60
9	82,80	82,00	81,20	83,00	81,20
10	81,60	79,40	85,00	82,60	81,40
média	82,70	82,54	82,66	82,72	82,02

TABELA 18: Valores originais da microdureza média Knoop (em KHN) da resina composta Vit-I-escence após os envelhecimentos

Corpo-de-prova	Água destilada	Vinho tinto	Suco de laranja	Refrigerante de cola	Envelhecimento Acelerado
1	76,20	73,00	76,00	71,20	70,40
2	76,20	73,60	77,80	71,40	72,00
3	79,80	70,20	76,40	71,80	74,20
4	79,60	69,80	74,40	73,00	72,60
5	79,00	72,00	76,40	67,60	74,00
6	80,00	71,60	73,80	73,80	73,00
7	79,40	71,20	72,80	73,80	71,80
8	81,40	70,40	73,00	74,00	73,80
9	79,40	71,60	72,80	74,00	74,20
10	80,60	71,40	74,80	73,60	67,20
média	79,16	71,48	74,82	72,42	72,32

TABELA 19: Valores originais da microdureza média Knoop (em KHN) da resina composta Vit-I-escence com aplicação do selante de superfície antes dos envelhecimentos

Corpo-de-prova	Água destilada	Vinho tinto	Suco de laranja	Refrigerante de cola	Envelhecimento Acelerado
1	34,40	36,20	35,80	39,20	47,60
2	44,20	43,40	40,80	38,40	41,40
3	39,20	36,40	39,80	40,80	42,00
4	46,00	53,20	49,20	52,80	41,60
5	43,20	41,60	50,40	37,60	43,40
6	48,00	40,20	46,00	40,20	48,20
7	48,20	41,60	48,60	47,80	39,60
8	45,20	40,20	50,40	47,40	44,60
9	51,40	37,80	48,00	47,00	44,00
10	40,60	47,40	48,00	51,80	39,60
média	44,04	41,80	45,70	44,30	43,20

TABELA 20: Valores originais da microdureza média Knoop (em KHN) da resina composta Vit-I-escence com aplicação do selante de superfície após os envelhecimentos

Corpo-de-prova	Água destilada	Vinho tinto	Suco de laranja	Refrigerante de cola	Envelhecimento Acelerado
1	32,60	34,40	33,20	35,80	40,80
2	40,40	37,20	38,60	37,40	39,60
3	44,40	32,80	38,80	38,60	39,00
4	46,20	51,20	50,20	41,60	40,20
5	41,20	40,80	47,20	50,40	42,60
6	45,60	39,60	42,00	45,40	46,80
7	46,40	40,40	47,40	45,40	38,00
8	45,60	40,80	50,80	46,00	43,40
9	49,20	36,40	47,40	47,40	41,60
10	37,60	44,60	50,20	47,40	39,20
média	42,92	39,82	44,58	43,54	41,12

TABELA 21: Valores originais da microdureza média Knoop (em KHN) da resina composta Opallis antes dos envelhecimentos

Corpo-de-prova	Água destilada	Vinho tinto	Suco de laranja	Refrigerante de cola	Envelhecimento Acelerado
1	77,20	80,00	79,60	80,20	79,60
2	80,40	80,00	80,00	78,40	78,60
3	78,80	78,80	80,80	79,40	79,60
4	79,80	79,00	79,60	80,20	79,80
5	78,40	79,60	78,40	79,80	79,80
6	80,00	80,20	79,60	81,60	80,00
7	78,60	79,20	81,20	81,00	78,40
8	78,60	80,00	80,20	79,00	79,20
9	78,00	80,20	79,60	80,20	80,40
10	78,80	79,20	80,40	80,40	79,00
média	78,86	79,62	79,94	80,02	79,44

TABELA 22: Valores originais da microdureza média Knoop (em KHN) da resina composta Opallis após os envelhecimentos

Corpo-de-prova	Água destilada	Vinho tinto	Suco de laranja	Refrigerante de cola	Envelhecimento Acelerado
1	70,00	60,00	74,40	69,80	71,80
2	74,60	66,00	78,40	70,00	72,60
3	73,00	59,40	77,80	68,40	70,40
4	71,80	62,20	78,20	69,40	72,80
5	74,60	66,00	78,80	64,60	72,20
6	73,40	61,80	77,20	64,60	70,80
7	69,00	59,60	79,20	65,80	71,80
8	69,60	62,80	78,20	66,60	72,20
9	70,60	64,00	77,60	67,40	71,60
10	71,20	60,20	78,60	68,40	71,40
média	71,78	62,20	77,84	67,50	71,76

TABELA 23: Valores originais da microdureza média Knoop (em KHN) da resina composta Opallis com aplicação do selante de superfície antes dos envelhecimentos

Corpo-de-prova	Água destilada	Vinho tinto	Suco de laranja	Refrigerante de cola	Envelhecimento Acelerado
1	40,40	38,20	42,20	39,80	39,00
2	40,60	39,60	34,80	41,80	38,20
3	36,00	42,40	40,40	39,60	40,40
4	44,00	33,60	40,80	39,60	42,00
5	41,40	42,80	37,20	39,80	43,00
6	47,20	43,40	38,80	44,00	45,80
7	40,00	45,20	44,40	42,80	42,40
8	42,60	45,80	47,20	47,00	42,80
9	46,20	40,60	45,00	43,20	44,60
10	42,60	37,00	40,00	44,60	38,00
média	42,10	40,86	41,08	42,22	41,62

TABELA 24: Valores originais da microdureza média Knoop (em KHN) da resina composta Opallis com aplicação do selante de superfície após os envelhecimentos

Corpo-de-prova	Água destilada	Vinho tinto	Suco de laranja	Refrigerante de cola	Envelhecimento Acelerado
1	37,60	35,80	41,00	36,40	36,20
2	36,80	34,00	36,20	34,80	35,20
3	34,80	39,00	37,60	34,00	39,00
4	38,60	27,80	38,00	31,00	36,60
5	38,00	37,40	36,80	34,20	32,80
6	42,80	37,00	40,20	35,20	34,60
7	39,40	40,00	40,40	40,40	37,20
8	42,60	42,60	43,60	41,80	37,00
9	39,20	37,40	43,80	47,80	36,40
10	42,40	35,60	37,40	40,80	35,60
média	39,22	36,66	39,50	37,64	36,06

TABELA 25: Valores originais da microdureza média Knoop (em KHN) da resina composta Supreme XT antes dos envelhecimentos

Corpo-de-prova	Água destilada	Vinho tinto	Suco de laranja	Refrigerante de cola	Envelhecimento Acelerado
1	95,80	99,00	103,00	99,20	95,80
2	102,60	93,20	91,80	97,40	105,40
3	91,00	92,40	96,00	93,80	94,00
4	87,40	97,60	93,80	100,40	96,80
5	97,80	94,60	100,60	96,40	96,80
6	98,40	92,40	95,60	95,40	94,60
7	100,60	100,80	93,60	101,20	96,00
8	98,80	97,60	95,00	101,20	99,00
9	93,60	88,00	90,60	95,00	98,40
10	99,40	104,40	98,60	98,40	103,60
média	96,54	96,00	95,86	97,84	98,04

TABELA 26: Valores originais da microdureza média Knoop (em KHN) da resina composta Supreme XT após os envelhecimentos

Corpo-de-prova	Água destilada	Vinho tinto	Suco de laranja	Refrigerante de cola	Envelhecimento Acelerado
1	94,20	89,80	93,60	91,20	87,60
2	89,00	89,20	90,60	91,40	98,20
3	94,20	88,20	89,60	90,00	90,20
4	86,20	88,40	87,60	91,20	87,80
5	91,40	89,80	93,40	90,80	92,00
6	93,00	87,80	90,00	91,60	89,00
7	94,20	91,40	87,80	88,60	90,60
8	94,40	88,60	91,00	85,60	95,60
9	93,40	85,80	87,00	91,20	92,00
10	93,80	92,20	92,60	90,40	94,00
média	92,38	89,12	90,32	90,20	91,70

TABELA 27: Valores originais da microdureza média Knoop (em KHN) da resina composta Supreme XT com aplicação do selante de superfície antes dos envelhecimentos

Corpo-de-prova	Água destilada	Vinho tinto	Suco de laranja	Refrigerante de cola	Envelhecimento Acelerado
1	42,60	39,60	49,60	50,00	56,20
2	54,40	38,80	41,80	42,00	44,00
3	43,80	38,40	55,00	49,80	45,40
4	37,80	45,40	50,40	44,00	45,40
5	44,20	38,20	49,20	49,00	32,80
6	35,40	49,60	43,60	47,40	48,20
7	44,80	46,40	46,00	43,00	49,60
8	42,20	44,00	36,20	51,20	39,40
9	44,20	56,40	49,80	52,40	44,60
10	44,00	48,00	46,80	44,60	40,80
média	43,34	44,48	46,84	47,34	44,64

TABELA 28: Valores originais da microdureza média Knoop (em KHN) da resina composta Supreme XT com aplicação do selante de superfície após os envelhecimentos

Corpo-de-prova	Água destilada	Vinho tinto	Suco de laranja	Refrigerante de cola	Envelhecimento Acelerado
1	39,40	40,00	49,00	37,00	53,80
2	47,00	41,40	40,60	46,00	42,20
3	43,20	41,60	43,00	50,80	44,20
4	42,40	44,20	56,80	46,40	44,20
5	44,00	37,80	45,40	49,80	32,00
6	37,40	49,20	48,00	48,80	45,80
7	44,60	41,80	48,80	44,00	46,80
8	43,00	42,80	34,00	42,80	38,80
9	45,20	50,00	37,80	48,20	43,00
10	43,40	49,00	47,80	47,80	38,60
média	42,96	43,78	45,12	46,16	42,94

ANEXO C – Análise estatística

CAPÍTULO 1

Análise estatística – Rugosidade de superfície

ANOVA Table for Rugosidade

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	5	.032	.006	81.296	<.0001	406.479	1.000
Aging	5	.001	1.185E-4	1.485	.1927	7.427	.516
Material * Aging	25	.002	8.081E-5	1.013	.4470	25.326	.837
Residual	564	.045	7.977E-5				

Fisher's PLSD for Rugosidade

Effect: Material

Significance Level: 5 %

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value	
Supreme, Supreme + biscover	.018	.002	<.0001	S
Supreme, Opallis	-.010	.002	<.0001	S
Supreme, Opallis + biscover	.009	.002	<.0001	S
Supreme, Vit-l-essence	-.002	.002	.0512	
Supreme, Vit-l-essence + biscover	.013	.002	<.0001	S
Supreme + biscover, Opallis	-.027	.002	<.0001	S
Supreme + biscover, Opallis + biscover	-.008	.002	<.0001	S
Supreme + biscover, Vit-l-essence	-.020	.002	<.0001	S
Supreme + biscover, Vit-l-essence + bisco...	-.005	.002	.0004	S
Opallis, Opallis + biscover	.019	.002	<.0001	S
Opallis, Vit-l-essence	.007	.002	<.0001	S
Opallis, Vit-l-essence + biscover	.023	.002	<.0001	S
Opallis + biscover, Vit-l-essence	-.012	.002	<.0001	S
Opallis + biscover, Vit-l-essence + bisco...	.004	.002	.0030	S
Vit-l-essence, Vit-l-essence + biscover	.016	.002	<.0001	S

Fisher's PLSD for Rugosidade**Effect: Aging****Significance Level: 5 %**

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value
antes, agua	.002	.002	.1034
antes, vinho	.002	.002	.1600
antes, suco laranja	.002	.002	.2354
antes, coca cola	.002	.002	.2052
antes, uv	-.001	.002	.4033
agua, vinho	-2.833E-4	.003	.8621
agua, suco laranja	-.001	.003	.7314
agua, coca cola	-4.583E-4	.003	.7788
agua, uv	-.003	.003	.0565
vinho, suco laranja	-2.767E-4	.003	.8653
vinho, coca cola	-1.750E-4	.003	.9146
vinho, uv	-.003	.003	.0828
suco laranja, coca cola	1.017E-4	.003	.9503
suco laranja, uv	-.003	.003	.1175
coca cola, uv	-.003	.003	.1036

Análise estatística – Microdureza Knoop

ANOVA Table for Microdureza

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	5	165698.405	33139.681	2618.092	<.0001	13090.461	1.000
Aging	5	4696.796	939.359	74.211	<.0001	371.055	1.000
Material * Aging	25	2785.211	111.408	8.801	<.0001	220.036	1.000
Residual	564	7139.084	12.658				

ANOVA Table for Microdureza

Split By: Aging

Cell: antes

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	5	145962.479	29192.496	2205.379	<.0001	11026.895	1.000
Residual	294	3891.664	13.237				

Fisher's PLSD for Microdureza

Effect: Material

Significance Level: 5 %

Split By: Aging

Cell: antes

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value	
Supreme, Supreme + biscover	51.528	1.432	<.0001	S
Supreme, Opallis	17.280	1.432	<.0001	S
Supreme, Opallis + biscover	55.280	1.432	<.0001	S
Supreme, Vit-l-essence	14.328	1.432	<.0001	S
Supreme, Vit-l-essence + biscover	53.048	1.432	<.0001	S
Supreme + biscover, Opallis	-34.248	1.432	<.0001	S
Supreme + biscover, Opallis + biscover	3.752	1.432	<.0001	S
Supreme + biscover, Vit-l-essence	-37.200	1.432	<.0001	S
Supreme + biscover, Vit-l-essence + bisco...	1.520	1.432	.0376	S
Opallis, Opallis + biscover	38.000	1.432	<.0001	S
Opallis, Vit-l-essence	-2.952	1.432	<.0001	S
Opallis, Vit-l-essence + biscover	35.768	1.432	<.0001	S
Opallis + biscover, Vit-l-essence	-40.952	1.432	<.0001	S
Opallis + biscover, Vit-l-essence + bisco...	-2.232	1.432	.0024	S
Vit-l-essence, Vit-l-essence + biscover	38.720	1.432	<.0001	S

ANOVA Table for Microdureza**Split By: Aging****Cell: agua**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	5	25564.187	5112.837	565.751	<.0001	2828.754	1.000
Residual	54	488.012	9.037				

Fisher's PLSD for Microdureza**Effect: Material****Significance Level: 5 %****Split By: Aging****Cell: agua**

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value	
Supreme, Supreme + biscover	49.420	2.695	<.0001	S
Supreme, Opallis	20.600	2.695	<.0001	S
Supreme, Opallis + biscover	53.160	2.695	<.0001	S
Supreme, Vit-l-essence	13.220	2.695	<.0001	S
Supreme, Vit-l-essence + biscover	49.460	2.695	<.0001	S
Supreme + biscover, Opallis	-28.820	2.695	<.0001	S
Supreme + biscover, Opallis + biscover	3.740	2.695	.0074	S
Supreme + biscover, Vit-l-essence	-36.200	2.695	<.0001	S
Supreme + biscover, Vit-l-essence + bis...	.040	2.695	.9764	
Opallis, Opallis + biscover	32.560	2.695	<.0001	S
Opallis, Vit-l-essence	-7.380	2.695	<.0001	S
Opallis, Vit-l-essence + biscover	28.860	2.695	<.0001	S
Opallis + biscover, Vit-l-essence	-39.940	2.695	<.0001	S
Opallis + biscover, Vit-l-essence + bisco...	-3.700	2.695	.0080	S
Vit-l-essence, Vit-l-essence + biscover	36.240	2.695	<.0001	S

ANOVA Table for Microdureza**Split By: Aging****Cell: vinho**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	5	21518.539	4303.708	356.339	<.0001	1781.697	1.000
Residual	54	652.188	12.078				

Fisher's PLSD for Microdureza**Effect: Material****Significance Level: 5 %****Split By: Aging****Cell: vinho**

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value	
Supreme, Supreme + biscover	45.340	3.116	<.0001	S
Supreme, Opallis	26.920	3.116	<.0001	S
Supreme, Opallis + biscover	52.460	3.116	<.0001	S
Supreme, Vit-l-essence	17.640	3.116	<.0001	S
Supreme, Vit-l-essence + biscover	49.300	3.116	<.0001	S
Supreme + biscover, Opallis	-18.420	3.116	<.0001	S
Supreme + biscover, Opallis + biscover	7.120	3.116	<.0001	S
Supreme + biscover, Vit-l-essence	-27.700	3.116	<.0001	S
Supreme + biscover, Vit-l-essence + bis...	3.960	3.116	.0137	S
Opallis, Opallis + biscover	25.540	3.116	<.0001	S
Opallis, Vit-l-essence	-9.280	3.116	<.0001	S
Opallis, Vit-l-essence + biscover	22.380	3.116	<.0001	S
Opallis + biscover, Vit-l-essence	-34.820	3.116	<.0001	S
Opallis + biscover, Vit-l-essence + bisco...	-3.160	3.116	.0470	S
Vit-l-essence, Vit-l-essence + biscover	31.660	3.116	<.0001	S

ANOVA Table for Microdureza**Split By: Aging****Cell: suco laranja**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	5	23119.158	4623.832	285.178	<.0001	1425.889	1.000
Residual	54	875.548	16.214				

Fisher's PLSD for Microdureza**Effect: Material****Significance Level: 5 %****Split By: Aging****Cell: suco laranja**

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value	
Supreme, Supreme + biscover	45.200	3.610	<.0001	S
Supreme, Opallis	12.480	3.610	<.0001	S
Supreme, Opallis + biscover	50.820	3.610	<.0001	S
Supreme, Vit-l-essence	15.500	3.610	<.0001	S
Supreme, Vit-l-essence + biscover	45.740	3.610	<.0001	S
Supreme + biscover, Opallis	-32.720	3.610	<.0001	S
Supreme + biscover, Opallis + biscover	5.620	3.610	.0029	S
Supreme + biscover, Vit-l-essence	-29.700	3.610	<.0001	S
Supreme + biscover, Vit-l-essence + bis...	.540	3.610	.7654	
Opallis, Opallis + biscover	38.340	3.610	<.0001	S
Opallis, Vit-l-essence	3.020	3.610	.0993	
Opallis, Vit-l-essence + biscover	33.260	3.610	<.0001	S
Opallis + biscover, Vit-l-essence	-35.320	3.610	<.0001	S
Opallis + biscover, Vit-l-essence + bisco...	-5.080	3.610	.0067	S
Vit-l-essence, Vit-l-essence + biscover	30.240	3.610	<.0001	S

ANOVA Table for Microdureza**Split By: Aging****Cell: coca cola**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	5	20839.179	4167.836	325.448	<.0001	1627.242	1.000
Residual	54	691.548	12.806				

Fisher's PLSD for Microdureza**Effect: Material****Significance Level: 5 %****Split By: Aging****Cell: coca cola**

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value	
Supreme, Supreme + biscover	44.040	3.209	<.0001	S
Supreme, Opallis	22.700	3.209	<.0001	S
Supreme, Opallis + biscover	52.560	3.209	<.0001	S
Supreme, Vit-l-essence	17.780	3.209	<.0001	S
Supreme, Vit-l-essence + biscover	46.660	3.209	<.0001	S
Supreme + biscover, Opallis	-21.340	3.209	<.0001	S
Supreme + biscover, Opallis + biscover	8.520	3.209	<.0001	S
Supreme + biscover, Vit-l-essence	-26.260	3.209	<.0001	S
Supreme + biscover, Vit-l-essence + bisco...	2.620	3.209	.1074	
Opallis, Opallis + biscover	29.860	3.209	<.0001	S
Opallis, Vit-l-essence	-4.920	3.209	.0033	S
Opallis, Vit-l-essence + biscover	23.960	3.209	<.0001	S
Opallis + biscover, Vit-l-essence	-34.780	3.209	<.0001	S
Opallis + biscover, Vit-l-essence + bisco...	-5.900	3.209	.0005	S
Vit-l-essence, Vit-l-essence + biscover	28.880	3.209	<.0001	S

ANOVA Table for Microdureza**Split By: Aging****Cell: uv**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	5	25127.899	5025.580	502.443	<.0001	2512.213	1.000
Residual	54	540.124	10.002				

Fisher's PLSD for Microdureza**Effect: Material****Significance Level: 5 %****Split By: Aging****Cell: uv**

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value	
Supreme, Supreme + biscover	48.760	2.836	<.0001	S
Supreme, Opallis	19.940	2.836	<.0001	S
Supreme, Opallis + biscover	55.640	2.836	<.0001	S
Supreme, Vit-I-essence	19.380	2.836	<.0001	S
Supreme, Vit-I-essence + biscover	50.580	2.836	<.0001	S
Supreme + biscover, Opallis	-28.820	2.836	<.0001	S
Supreme + biscover, Opallis + biscover	6.880	2.836	<.0001	S
Supreme + biscover, Vit-I-essence	-29.380	2.836	<.0001	S
Supreme + biscover, Vit-I-essence + bis...	1.820	2.836	.2037	
Opallis, Opallis + biscover	35.700	2.836	<.0001	S
Opallis, Vit-I-essence	-.560	2.836	.6937	
Opallis, Vit-I-essence + biscover	30.640	2.836	<.0001	S
Opallis + biscover, Vit-I-essence	-36.260	2.836	<.0001	S
Opallis + biscover, Vit-I-essence + bisco...	-5.060	2.836	.0007	S
Vit-I-essence, Vit-I-essence + biscover	31.200	2.836	<.0001	S

ANOVA Table for Microdureza**Split By: Material****Cell: Supreme**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Aging	5	1000.949	200.190	17.824	<.0001	89.119	1.000
Residual	94	1055.771	11.232				

Fisher's PLSD for Microdureza**Effect: Aging****Significance Level: 5 %****Split By: Material****Cell: Supreme**

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value	
antes, agua	4.476	2.305	.0002	S
antes, vinho	7.736	2.305	<.0001	S
antes, suco laranja	6.536	2.305	<.0001	S
antes, coca cola	6.656	2.305	<.0001	S
antes, uv	5.156	2.305	<.0001	S
agua, vinho	3.260	2.976	.0321	S
agua, suco laranja	2.060	2.976	.1726	
agua, coca cola	2.180	2.976	.1491	
agua, uv	.680	2.976	.6511	
vinho, suco laranja	-1.200	2.976	.4254	
vinho, coca cola	-1.080	2.976	.4730	
vinho, uv	-2.580	2.976	.0885	
suco laranja, coca cola	.120	2.976	.9364	
suco laranja, uv	-1.380	2.976	.3595	
coca cola, uv	-1.500	2.976	.3195	

ANOVA Table for Microdureza**Split By: Material****Cell: Supreme + biscover**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Aging	5	112.155	22.431	.862	.5095	4.312	.291
Residual	94	2444.965	26.010				

ANOVA Table for Microdureza**Split By: Material****Cell: Opallis**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Aging	5	3536.123	707.225	352.721	<.0001	1763.604	1.000
Residual	94	188.475	2.005				

Fisher's PLSD for Microdureza**Effect: Aging****Significance Level: 5 %****Split By: Material****Cell: Opallis**

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value	
antes, agua	7.796	.974	<.0001	S
antes, vinho	17.376	.974	<.0001	S
antes, suco laranja	1.736	.974	.0006	S
antes, coca cola	12.076	.974	<.0001	S
antes, uv	7.816	.974	<.0001	S
agua, vinho	9.580	1.257	<.0001	S
agua, suco laranja	-6.060	1.257	<.0001	S
agua, coca cola	4.280	1.257	<.0001	S
agua, uv	.020	1.257	.9749	
vinho, suco laranja	-15.640	1.257	<.0001	S
vinho, coca cola	-5.300	1.257	<.0001	S
vinho, uv	-9.560	1.257	<.0001	S
suco laranja, coca cola	10.340	1.257	<.0001	S
suco laranja, uv	6.080	1.257	<.0001	S
coca cola, uv	-4.260	1.257	<.0001	S

ANOVA Table for Microdureza**Split By: Material****Cell: Opallis + biscover**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Aging	5	446.019	89.204	8.307	<.0001	41.533	1.000
Residual	94	1009.459	10.739				

Fisher's PLSD for Microdureza**Effect: Aging****Significance Level: 5 %****Split By: Material****Cell: Opallis + biscover**

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value	
antes, agua	2.356	2.254	.0407	S
antes, vinho	4.916	2.254	<.0001	S
antes, suco laranja	2.076	2.254	.0706	
antes, coca cola	3.936	2.254	.0008	S
antes, uv	5.516	2.254	<.0001	S
agua, vinho	2.560	2.910	.0839	
agua, suco laranja	-.280	2.910	.8489	
agua, coca cola	1.580	2.910	.2837	
agua, uv	3.160	2.910	.0336	S
vinho, suco laranja	-2.840	2.910	.0556	
vinho, coca cola	-.980	2.910	.5053	
vinho, uv	.600	2.910	.6832	
suco laranja, coca cola	1.860	2.910	.2075	
suco laranja, uv	3.440	2.910	.0210	S
coca cola, uv	1.580	2.910	.2837	

ANOVA Table for Microdureza**Split By: Material****Cell: Vit-I-essence**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Aging	5	2190.746	438.149	201.508	<.0001	1007.541	1.000
Residual	94	204.389	2.174				

Fisher's PLSD for Microdureza**Effect: Aging****Significance Level: 5 %****Split By: Material****Cell: Vit-I-essence**

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value	
antes, agua	3.368	1.014	<.0001	S
antes, vinho	11.048	1.014	<.0001	S
antes, suco laranja	7.708	1.014	<.0001	S
antes, coca cola	10.108	1.014	<.0001	S
antes, uv	10.208	1.014	<.0001	S
agua, vinho	7.680	1.309	<.0001	S
agua, suco laranja	4.340	1.309	<.0001	S
agua, coca cola	6.740	1.309	<.0001	S
agua, uv	6.840	1.309	<.0001	S
vinho, suco laranja	-3.340	1.309	<.0001	S
vinho, coca cola	-.940	1.309	.1573	
vinho, uv	-.840	1.309	.2059	
suco laranja, coca cola	2.400	1.309	.0004	S
suco laranja, uv	2.500	1.309	.0003	S
coca cola, uv	.100	1.309	.8798	

ANOVA Table for Microdureza**Split By: Material****Cell: Vit-I-essence + biscover**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Aging	5	196.015	39.203	1.648	.1550	8.240	.544
Residual	94	2236.025	23.787				

CAPÍTULO 2

Análise estatística – Alteração de cor (ΔE)

ANOVA Table for Delta E

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Material	5	1.312	.262	.641	.6683	3.207	.228
Aging	4	809.723	202.431	494.890	<.0001	1979.562	1.000
Material * Aging	20	16.728	.836	2.045	.0061	40.896	.989
Residual	270	110.441	.409				

Fisher's PLSD for Delta E

Effect: Material

Significance Level: 5 %

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value
supreme, supreme + biscover	.070	.252	.5837
supreme, Opallis	.052	.252	.6829
supreme, Opallis + biscover	.029	.252	.8215
supreme, vit-l-essence	-.112	.252	.3815
supreme, vit-l-essence + biscover	-.073	.252	.5675
supreme + biscover, Opallis	-.018	.252	.8891
supreme + biscover, Opallis + biscover	-.041	.252	.7471
supreme + biscover, vit-l-essence	-.182	.252	.1553
supreme + biscover, vit-l-essence + bisco...	-.143	.252	.2633
Opallis, Opallis + biscover	-.023	.252	.8548
Opallis, vit-l-essence	-.164	.252	.1997
Opallis, vit-l-essence + biscover	-.126	.252	.3272
Opallis + biscover, vit-l-essence	-.141	.252	.2713
Opallis + biscover, vit-l-essence + bisco...	-.102	.252	.4254
vit-l-essence, vit-l-essence + biscover	.039	.252	.7613

ANOVA Table for Delta E

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Aging	4	809.723	202.431	464.793	<.0001	1859.171	1.000
Residual	295	128.481	.436				

Means Table for Delta E**Effect: Aging**

	Count	Mean	Std. Dev.	Std. Err.
agua	60	1.593	.446	.058
vinho tinto	60	6.056	1.041	.134
suco laranja	60	2.267	.570	.074
Coca-cola	60	2.012	.549	.071
UV	60	2.074	.517	.067

Fisher's PLSD for Delta E**Effect: Aging****Significance Level: 5 %**

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value	
agua, vinho tinto	-4.464	.237	<.0001	S
agua, suco laranja	-.674	.237	<.0001	S
agua, Coca-cola	-.419	.237	.0006	S
agua, UV	-.481	.237	<.0001	S
vinho tinto, suco laranja	3.790	.237	<.0001	S
vinho tinto, Coca-cola	4.045	.237	<.0001	S
vinho tinto, UV	3.983	.237	<.0001	S
suco laranja, Coca-cola	.255	.237	.0352	S
suco laranja, UV	.193	.237	.1098	
Coca-cola, UV	-.062	.237	.6087	