



Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"

Faculdade de Odontologia de Araraquara

Uliracy Gaião

***EFEITO DE DIFERENTES
MEIOS DE IMERSÃO
NA EMISSÃO
FLUORESCENTE DE
RESINAS COMPOSTAS***

Araraquara

2010



Uliracy Gaião

***Efeito de diferentes meios de imersão na emissão
fluorescente de resinas compostas***

Tese apresentada ao Programa de Pós -
Graduação em Ciências Odontológicas –
Área de Dentística Restauradora da
Faculdade de Odontologia de
Araraquara, da Universidade Estadual
Paulista, para o título de Doutor em
Dentística Restauradora

Orientador: Prof. Dr. Osmir Batista de Oliveira Junior

*Araraquara
2010*

Gaião, Ubiracy

Efeito de diferente meios de imersão na emissão fluorescente de resinas compostas / Ubiracy Gaião.– Araraquara: [s.n.], 2010.

168 f. ; 30 cm.

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Odontologia

Orientador : Prof. Dr. Osmir batista de Oliveira Júnior

1. Resinas compostas 2. Fluorescência 3. Cor I. Título

Ubiracy Gaião

Efeito de diferentes meios de imersão na emissão fluorescente de resinas compostas

Banca Examinadora

Tese para obtenção do grau de Doutor

Presidente e orientador: Prof. Dr. Osmir Batista de Oliveira Júnior

2º examinador: Prof^a. Dr. Letícia Chun Pei Pan

3º examinador: Prof. Dr. Celso Yamashita

4º examinador: Prof. Dr. Edson Alves Campos

5º examinador: Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade

Araraquara 17 de Marco de 2010

DADOS CURRICULARES

Uliracy Gaião

Filiação: Sebastião Gaião Fernandes

Maria Gaião

Data de Nascimento: 13 de novembro de 1965

Naturalidade: Curitiba-Paraná

1989-1992: GRADUAÇÃO – Curso de Graduação em Odontologia na Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

1995-1997: MESTRADO – Curso de Pós-Graduação, nível Mestrado realizado na Indiana University School of Dentistry – Indianápolis – Indiana – USA, no período de agosto de 1995 a dezembro de 1997.

1995-1997: ESPECIALIZAÇÃO – Curso de Especialização em Dentística Restauradora, realizado na Indiana University School of Dentistry – Indianápolis – Indiana – USA, no período de agosto de 1995 a maio de 1997.

1998-1999: ESPECIALIZAÇÃO – Curso de Especialização em Endodontia, realizado na Universidade Federal do Paraná, no período de 24 de julho de 1998 a 14 de dezembro de 1999.

2000-2001: ESPECIALIZAÇÃO – Curso de Especialização em Prótese Dentária, realizado na Associação Odontológica do Norte do Paraná, no período de 10 de janeiro de 2000 a 05 de dezembro de 2001.

2007-2010: *DOCTORADO* – Curso de Pós-Graduação em Ciência Odontológicas - Área de Dentística Restauradora, na Faculdade de Odontologia de Araraquara-UNESP.

DEDICATÓRIA

A Deus

“Nem olhos viram, nem ouvidos ouviram o que Deus preparou para nós: um futuro certo, cheio de esperança e paz, muita paz.

Quero viver Teus Sonhos, Teus Planos, tudo o que por mim conquistastes na cruz, a Tua vontade é o meu prazer. Sem Ti nada posso, opera em mim o teu poder, alegra-te sobre mim. É tão bom sonhar Teus sonhos, é tão bom viver Teus planos e conhecer a graça de pertencer a Ti, Deus Fiel. É tão bom fechar meus olhos e contemplar todas as Tuas palavras, Tuas promessas pra mim, Deus Fiel.”

Obrigado Senhor!!!

DEDICATÓRIA

Aos meus pais

Sebastião Gaião Fernandes e Maria Gaião

(in memoriam)

Aos meus pais que se esforçaram e privaram-se de algumas coisas para sempre oferecer o melhor para mim. Pelo amor, dedicação, doação e confiança a mim oferecidos. O apoio e incentivo que sempre me proporcionaram, mesmo que para isso tivessem que substituir os seus sonhos para realização dos meus, foram fundamentais para a concretização do meu ideal. Acreditaram na minha capacidade no meu empenho e me incentivaram em meus estudos. Vocês foram o símbolo da força de vontade, da persistência, do amor, da esperança e do trabalho. Obrigado por estarem presentes em minha memória. Amarei muito vocês para sempre. Minha eterna gratidão!

DEDICATÓRIA

Aos grandes amores da minha vida

Minha esposa Muramí e minhas filhas Laura e Júlia

Jamais esquecerei o dia em que a decisão de iniciar meu doutorado foi tomada junto a você Muramí, mais um passo importante na minha vida que não poderia ser dado sem que você estivesse ao meu lado. Naquele momento sabia que períodos difíceis iríamos passar, mas que ao final seria gratificante. Agradeço a Deus por cruzar nossos caminhos e me permitir aprender e amadurecer a cada dia ao seu lado. Sou feliz por todo o amor, carinho, dedicação e paciência que você teve comigo. Tenho orgulho imenso de você, e saiba que quero tê-la ao meu lado para o resto de minha vida. Quanto a vocês minhas filhas, saibam que as imagens de quando eu as deixava para ir viajar nunca sairão de minha cabeça. Laura perguntando se eu já ia voltar e se isso era verdade verdadeira e a Júlia perguntando se eu estava indo para “Alalaquala”. Papai ama muito todas vocês.

Quando o coração está pleno, não correm as palavras.

Rabindranath Tagore.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao Prof. Dr. Osmir Batista de Oliveira

Pela orientação, pelos ensinamentos, exemplos de ética e profissionalismo e, acima de tudo, pela paciência, dedicação, transmissão de conhecimentos e por acreditar em mim, permitindo que eu fizesse minhas escolhas galgando o caminho para a conclusão deste trabalho. Nesta convivência, aprendi a ter admiração e respeito por você e gostaria muito de poder continuar trabalhando ao seu lado.

Sinceros Agradecimentos!

"Se eu não fosse imperador, desejaria ser professor.

Não conheço missão maior e mais nobre que a de dirigir as inteligências jovens e preparar os homens do futuro."

D. Pedro II

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

A minha família Wozniaki, por sempre acreditar em mim, pelo valioso incentivo, harmonia e amor permutados.

A minha família Graciano, por me doarem todo o suporte, companherismo e principalmente me dar muita segurança.

A amiga Marta Almeida de Ponte, secretária do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese da Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP, pelo carinho, atenção e compreensão em todos os momentos que estive em Araraquara, e também pela presteza de dedicação na formatação, revisão e impressão desta Tese de Doutorado.

Ninguém chega a se tornar humano se está sozinho. Nós nos fazemos humanos uns aos outros.

Fernando Savater

AGRADECIMENTOS

Aos amigos e colegas de pós-graduação Benícia Ribeiro, Desirre Rossato, Milko Cortes, Priscila Portero, Renato Queiroz, Simone Xavier, Adriano Mendonça, Cristiane Henriques, Darlon Lima, Esther Saad, Fábio Alvarenga, Fernando Florez, Gislaine Padovani, João Paulo Lima, Juliana Boaventura, Martín Kreidler, Matheus Bandeca, Rafael Calixto, Victor Clavijo e William Kabbach, por todos os momentos vividos neste período. Espero encontrá-los em breve.

*É melhor tentar e falhar,
que preocupar-se e ver a vida passar;
é melhor tenta, ainda que em vão,
que sentar-se fazendo nada até o final.
Eu prefiro na chuva caminhar,
que em dias tristes em casa me esconder.
Prefiro ser feliz, embora louco,
que em conformidade viver...*

Martin Luter King

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual Paulista e à Faculdade de Odontologia de Araraquara, representadas pelo Magnífico Reitor **Herman Jacobus Cornelis Voorwald** e pelo Digníssimo Diretor **José Cláudio Martins Segalla**.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, representado pela Prof.^a Dr.^a **Josimeri Hebling** e pelo Prof. Dr. **Osmir Batista de Oliveira Jr.**

Aos professores do Programa de Pós-Graduação da área de Dentística Restauradora: **José Roberto Cury Saad**, **Marcelo Ferrarezzi de Andrade**, **Maria Salete Machado Candido** (*in memoriam*), **Osmir Batista de Oliveira Júnior**, **Sizenando de Toledo Porto Neto** e **Sillas Luiz Lordelo Duarte Júnior**, pelo conhecimento e experiência transmitidos, além dos momentos de convivência.

A todos os demais professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, pelos conhecimentos e experiência compartilhados.

Aos funcionários do Departamento de Odontologia Restauradora (Creusa, Wanderley, Cida, Cida Ignácio e Marinho), pela amizade, compreensão, incentivo e solidariedade incondicionais.

Aos funcionários da Seção de Pós-Graduação (Mara, José Alexandre, Rosângela e Flávia), pela forma atenciosa com que nos recebem e auxiliam.

Aos funcionários da biblioteca, em especial à Ceres, Marley e Maria Helena pela prestatividade, sempre com cordialidade, no atendimento e esclarecimento das dúvidas.

A todos os amigos e alunos da Faculdade de Odontologia de Araraquara.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo auxílio financeiro concedido durante todo o curso.

Ao estatístico João Cardoso Neto, pelo auxílio na análise dos resultados.

Ao laboratório do Instituto de Química da Universidade de Araraquara e, em especial, ao amigo **Dr. Danilo**, pelo suporte laboratorial.

Ao laboratório do Instituto de Física da Universidade de Ribeirão Preto em nome do **Prof. Dr. Osvaldo Antônio Serra** e, em especial, ao amigo **Paulo Cezar de Souza Filho**, pelo suporte laboratorial.

À minha secretária **Edivânia Clarindo Paz**, por toda sua ajuda, seja cuidando dos meus pacientes, seja participando da conclusão deste estudo.

Aos colegas da Universidade Positivo, **Celso Yamashita, Fernando Osterneck, Letícia Pan, Edson Campos, Gisele Correr e Dilcele Dziedzic**, que sempre me deram todo o suporte e incentivo para a conclusão deste estudo e especialmente minha coordenadora de curso **Maria da Graça Kfoury Lopes**, que soube compreender todas as vezes que necessitei de sua ajuda.

Aos amigos **Andréia e Anadélia Soares (3MESPE), Alexandre Pedemeiras, Cláudia Garbin, Herbert Mendes (Ivoclar - Vivadent), Ricardo Pain (Dentsply), Humberto e Luiz Augusto (Ultradent), Vera Lúcia Dias de Souza (Heraeus - Kulzer) e Murilo Calgaro e Alexandre Santos do laboratório Studio Dental**, pela amizade e suporte sempre que necessitei.

A todos aqueles que de alguma forma colaboraram com a realização deste trabalho.

Muito obrigado.

Aprender é a única coisa de que a mente nunca se cansa, nunca tem medo e nunca se arrepende.

Leonardo da Vinci

Sumário

<i>Resumo</i>	20
<i>Abstract</i>	23
<i>Listas de tabelas, gráficos e figuras</i>	25
<i>Introdução</i>	32
<i>Revisão da Literatura</i>	35
<i>Proposição</i>	78
<i>Materiais e Método</i>	81
<i>Resultados</i>	102
<i>Discussão</i>	137
<i>Conclusão</i>	155
<i>Referências Bibliográficas</i>	159

Gaião, U. Efeito de diferentes meios de imersão na emissão fluorescente de resinas compostas [Tese de Doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2010.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do manchamento sobre a intensidade de fluorescência de resinas compostas, em função dos meios de imersão e do tempo. Para isso, foram selecionadas as seguintes resinas compostas: Filtek Supreme XT (3MESPE), 4 Seasons (Ivoclar Vivadent), Venus (Heraeus – Kulzer), Vitreoscience (Ultradent) e Esthet-X (Dentsply). Foram selecionadas também as seguintes soluções: café, suco de laranja, refrigerante de cola, vinho tinto e saliva (controle). Para cada condição experimental foram confeccionados cinco corpos-de-prova (n=5) em forma de disco medindo 10,0mm de diâmetro e 1,0mm de espessura, que permaneceram imersos em saliva artificial e mantidos em estufa a uma temperatura de $37^{\circ}\text{C}\pm 1$. Esses corpos-de-prova foram retirados da estufa três vezes ao dia para imersão nas soluções testadas, durante o período de cinco minutos. Após este período foram lavados em água corrente e novamente imersos em saliva artificial e mantidos em estufa, até o momento da mensuração da intensidade de fluorescência. As leituras foram realizadas em seis níveis de variação: T0 - após confecção dos corpos-de-prova sem imersão em saliva artificial; T1 - 24 horas após imersão em saliva artificial; T2 - 24 horas após imersão nas soluções; T3 - 07 dias após imersão nas soluções; T4 - 14 dias após imersão nas soluções e T5 - 21 dias após imersão nas

soluções. Para a obtenção dos valores de intensidade de fluorescência foi utilizado um espectrofotômetro (Spex Triax Fluorolog 3) calibrado para que o raio incidente fosse emitido com um comprimento de onda de 390nm e para que todo o fenômeno de fluorescência fosse registrado em uma faixa compreendida entre 400nm e 700nm. Os resultados obtidos foram submetidos à Análise de Variância e ao Teste de Tukey a 5%. De acordo com os resultados observou-se que as soluções influenciaram na intensidade de fluorescência emitida pelas resinas ($p < 0,05$), sendo que o café apresentou maior ação na diminuição da intensidade de fluorescência, seguido pelo vinho tinto, suco de laranja, refrigerante de cola e saliva artificial. Com relação ao tempo notou-se que a partir de T2 houve uma significativa alteração ($p < 0,05$) na emissão de fluorescência das resinas compostas. Também foi possível observar que em relação à intensidade de fluorescência as resinas compostas apresentaram diferenças estatísticas entre si ($p < 0,05$) mesmo antes do processo de manchamento, sendo que a 4Seasons apresentou a maior fluorescência, seguida pela Vit~l~escence, Venus, Filtek Supreme XT e Esthet-X. Mediante a metodologia aplicada pôde-se concluir que as resinas apresentaram intensidade de fluorescência significativamente diferentes no momento inicial da avaliação, que o processo de manchamento alterou significativamente esta intensidade e o café foi a solução que promoveu maior alteração na intensidade;

PALAVRAS-CHAVE: Cor; fluorescência; resinas compostas; espectrofotometro.

Gaião, U. The effect of commonly consumed beverages on the fluorescence emission of resin composites (Tese de Doutorado). Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2010.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of staining on the fluorescence intensity of composite resins, depending on the solutions and immersion time. The following composites were selected: Filtek Supreme XT (3M/SPE), 4 Seasons (Ivoclar Vivadent), Vênus (Heraeus – Kulzer), Vit~escence (Ultradent) and Esthet-X (Dentsply). We also selected the following solutions: coffee, orange juice, cola soft drink, red wine and artificial saliva (control). For each experimental condition were made five specimens (n=5) in a disk shape measuring 10,0mm diameter and 1,0mm thickness. All the specimens were immersed in artificial saliva and kept in an incubator at a temperature of 37°C±1. The specimens were removed from the incubator three times a day for immersion in the solutions tested, during the period of five minutes. After it was washed in running water and again immersed in artificial saliva, until the time of measurement of fluorescence intensity. The readings were taken at six levels of variation. T0 - 24 hours after preparing the specimens, T1 - 24 hours after immersion in artificial saliva, T2 - 24 hours after immersion in the solutions, T3 after seven days, T4 after fourteen days and T5 after 21 days. To obtain the values of fluorescence intensity, was used a calibrated spectrophotometer (Spex Triax Fluorolog 3) with an incident ray delivered with a wavelength of 390nm. The phenomenon of fluorescence was registered between 400nm and 700nm. The results were submitted to the analysis of variance and Tukey's test 5%. The results showed that the solutions influenced the intensity of fluorescence emitted by resin composites (p<0,05). Coffee was the higher staining solution, followed by red wine, orange juice, cola soft drink and artificial saliva. Regarding the time it was noted that after T2 there was a significant change in fluorescence emission of composite resins (p<0,05). It was also observed that the resin composites were statistically different between themselves (p<0,05), and that 4 Seasons showed the highest fluorescence, followed by Vit~escence, Venus, Filtek Supreme XT and Esthet-X. It can be conclude that coffee was the solution that provided greater change in intensity fluorescence, the composites have undergone significant change in fluorescence during the staining and the resins composite showed fluorescence intensity statistically different at the initial time of analysis.

KEYWORDS: Color; fluorescence; composite resins; spectrophotometer.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Apresentação resina composta Esthet-X

Tabela 2: Apresentação resina composta 4Seasons

Tabela 3: Apresentação resina composta Filtek Supreme XT

Tabela 4: Apresentação resina composta Venus

Tabela 5: Apresentação resina composta Vit-l-escence

Tabela 6: Composição da Saliva Artificial para a quantidade 1000g

Tabela 7: Cores representantes dos diferentes meios de imersão

Tabela 8: Cores representantes das diferentes resinas compostas

Tabela 9: Valores das Intensidades de Fluorescência por tipo de Resina

Tabela 10: Valores das Intensidades de Fluorescência nos diferentes Meios de Imersão

Tabela 11: Valores das Intensidades de Fluorescência nos diferentes tempos do estudo

Tabela 12: Variação total da Intensidade de Fluorescência da resina Esthet-X em porcentagem nos diferentes meios de imersão

Tabela 13: Variação total da Intensidade de Fluorescência da resina 4Seasons em porcentagem nos diferentes meios de imersão

Tabela 14: Variação total da Intensidade de Fluorescência da resina Filtek Supreme XT em porcentagem nos diferentes meios de imersão

Tabela 15: Variação total da Intensidade de Fluorescência da resina Venus em porcentagem nos diferentes meios de imersão

Tabela 16: Variação total da Intensidade de Fluorescência da resina
Vit~l~escence em porcentagem nos diferentes meios de imersão

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Comportamento da Intensidade de Fluorescência da Resina Esthet-X nos diferentes meios

Gráfico 2: Comportamento da Intensidade de Fluorescência da Resina 4 Seasons nos diferentes meios

Gráfico 3: Comportamento da Intensidade de Fluorescência da Resina Supreme XT nos diferentes meios

Gráfico 4: Comportamento da Intensidade de Fluorescência da Resina Venus nos diferentes meios

Gráfico 5: Comportamento da Intensidade de Fluorescência da Resina Vit~l~escence nos diferentes meios

Gráfico 6: Comportamento da Intensidade de Fluorescência das diferentes resinas no meio Café

Gráfico 7: Comportamento da Intensidade de Fluorescência das diferentes resinas no meio Refrigerante de cola

Gráfico 8: Comportamento da Intensidade de Fluorescência das diferentes resinas no meio Saliva

Gráfico 9: Comportamento da Intensidade de Fluorescência das diferentes resinas no meio Suco de Laranja

Gráfico 10: Comportamento da Intensidade de Fluorescência das diferentes resinas no meio Vinho

Gráfico 11: Comportamento da Intensidade de Fluorescência das diferentes resinas no momento T0

Gráfico 12: Comportamento da Intensidade de Fluorescência das diferentes resinas no momento T1

Gráfico 13: Comportamento da Intensidade de Fluorescência das diferentes resinas no momento T2

Gráfico 14: Comportamento da Intensidade de Fluorescência das diferentes resinas no momento T3

Gráfico 15: Comportamento da Intensidade de Fluorescência das diferentes resinas no momento T4

Gráfico 16: Comportamento da Intensidade de Fluorescência das diferentes resinas no momento T5

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Resina composta Filtek Supreme XT

Figura 2 - Resina composta 4 Seasons

Figura 3 - Resina composta Venus

Figura 4 - Resina composta VIT~I~escence

Figura 5 - Resina composta Esthet-X

Figura 6 - Parte superior da matriz – Vista Lateral

Figura 7 - Parte superior da matriz – Vista Superior

Figura 8 - Parte inferior da matriz – Vista Lateral

Figura 9 - Parte inferior da matriz – Vista superior

Figura 10 - Espaçador – Vista Lateral

Figura 11 - Espaçador – Vista Superior

Figura 12 - Conjunto Matriz/Espaçador – Vista Lateral

Figura 13 - Conjunto Matriz/Espaçador – Vista Superior

Figura 14 - Espátula para inserção de resina composta

Figura 15 - Inserção da resina composta na matriz

Figura 16 - Abertura para inserção do fio de nylon

Figura 17 - Inserção do fio de nylon

Figura 18 - Tira de poliéster posicionada sobre a resina composta

Figura 19 - Placa de vidro posicionada sobre resina composta/tira de poliéster com pressão digital

Figura 20 - Fotopolimerizador Demetron Optilux 501

Figura 21 - Fotopolimerização da resina composta

Figura 22 - Apresentação da resina composta

Figura 23 - Recipiente plástico para armazenamento das amostras

Figura 24 - Parte inferior dispositivo de suspensão das amostras

Figura 25 - Parte superior dispositivo de suspensão das amostras

Figura 26 - Parte do dispositivo para suspensão das amostras

Figura 27 - Espectrofotômetro - Spex Triax Fluorolog 3

Figura 28 - Vista da base experimental do espectrofotômetro

Figura 29 - Curva de intensidade de fluorescência

Figura 30 - Meio de imersão – saliva

Figura 31 - Meio de imersão – café

Figura 32 - Meio de imersão – suco de laranja

Figura 33 - Meio de imersão – refrigerante de cola

Figura 34 - Meio de imersão – vinho tinto

Figura 35 - Processo de lavagem das amostras em água corrente

INTRODUÇÃO

Estética, esta é a palavra que nos últimos anos tem sido amplamente usada nas mais diversas áreas e parece exercer um domínio profundo sobre as pessoas que anseiam por um aspecto físico considerado “perfeito” pela sociedade. Na odontologia não é diferente, consultórios odontológicos são cada vez mais procurados por pacientes em busca de um embelezamento dental. Atualmente esta preocupação tem uma conotação de saúde integral, uma vez que a moderna visão de saúde envolve o bem-estar físico e emocional do indivíduo. A odontologia restauradora por meio das suas várias especialidades já é capaz de reconhecer e corrigir a maioria dos problemas estéticos que possam estar impossibilitando este bem-estar físico e emocional.

As propriedades dos materiais utilizados para recompor um sorriso quando este sofreu qualquer tipo de alteração são de suma importância. O resultado de uma restauração depende de variações no que diz respeito às propriedades do material restaurador e da habilidade do operador. A simples inserção desse material no preparo cavitário tornou-se inaceitável mesmo quando critérios rígidos de saúde são obedecidos. As técnicas estéticas prescrevem a realização de restaurações que apresentem não só fundamentos científicos, mas também artísticos. Com isso, a busca de materiais estéticos e técnicas restauradoras e (ou) reabilitadoras que produzam restaurações com resultado final semelhantes ao dente natural se faz cada vez mais presente.

Com a evolução e o desenvolvimento de materiais e técnicas restauradoras, a capacidade da leitura das dimensões das cores e suas variações se torna

fundamental. As propriedades ópticas são de extrema importância para que o resultado final de qualquer tipo de restauração estética atinja sua plenitude.

Para que o profissional da odontologia estética consiga a excelência no ato de restaurar dentes e atingir a grande expectativa do paciente, é necessário que esteja totalmente interado à gama de materiais restauradores, técnicas restauradoras já existentes e, principalmente, saber interpretar a natureza, no caso, a dos dentes. O alcance desta excelência enfrenta uma série de dificuldades, entre elas está a reprodução natural da fluorescência presente nos dentes, que cada vez se torna mais imprescindível na composição dos materiais restauradores. Quando estes materiais conseguem atingir uma intensidade de fluorescência adequada, surge um novo requisito: a manutenção desta propriedade; e um dos problemas que pode ter como consequência a diminuição da fluorescência é o manchamento dental. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a alteração da fluorescência após processos de manchamento com diferentes substâncias.

REVISÃO DA LITERATURA

O estudo realizado por Perry et al.⁴⁶ (1969) teve com objetivo principal a identificação de componentes fluorescentes nos colágenos de dentina humana e de pele bovina. Foram utilizados métodos de análises químicas que envolveram hidrólise, espectrofotometria de fluorescência, um método intitulado Sephadex, análise de aminoácidos, centrifugação, separação peptídica e desalinização. Foram encontradas intensidades de fluorescência muito semelhantes para os dois tipos de colágenos. Os autores afirmaram que os aminoácidos aromáticos, encontrados em altas concentrações nas amostras, são responsáveis pela alta fluorescência. Também foi relatado que existe dificuldade para se entender e explicar a fluorescência em misturas complexas. Mesmo assim sugeriram que a fluorescência ocorre em razão de pelo menos dois tipos de componentes.

Spitzer, Boch⁵⁷, em 1976 investigaram o correto espectro de emissão e excitação da parte orgânica e inorgânica (sem separação) do esmalte dental humano e bovino e também analisaram quando se manteve somente a parte orgânica separadamente. O estudo foi realizado em temperatura ambiente e em temperatura de nitrogênio líquido. Em ambos os materiais três picos de luminescência distintos foram encontrados nas regiões de 350-360nm, 405-410nm e 440-450nm. A média de intensidade dos picos das amostras de esmalte não diferenciaram quando ocorreu a remoção dos componentes inorgânicos. Os autores concluem que a porção orgânica é a maior responsável pela luminiscencia do esmalte.

Baran et al.⁵ (1977) relataram em seu estudo que o início da fluorescência nos dentes naturais ocorre quando estes são excitados por um comprimento de onda de 330nm e que o pico de intensidade de fluorescência ocorre com um comprimento de onda de 420nm. Esses autores avaliaram as propriedades fluorescentes de íons de terras raras tendo como substrato um vidro com composição semelhante à das cerâmicas dentais. Esses íons, com exceção do cério, apresentam pico de emissão de energia e cor independente do substrato onde estão. Para a realização do experimento, um espectrofotofluorímetro foi utilizado. Os resultados mostraram que as terras raras podem servir como aditivos fluorescentes e que, ao se usar dois ou mais íons no substrato, o efeito fluorescente dependerá da interação energética entre eles.

Panzeri et al.⁴³ (1977) pesquisaram a fluorescência de diferentes materiais restauradores diretos como: cimento silicato, resina acrílica, compósitos e glazes. Os corpos-de-prova foram confeccionados de forma padronizada com uma matriz retangular. Dez minutos após o início da mistura, os espécimes foram colocados em um umidificador a 37°C por uma hora. O espectro de luz foi determinado utilizando-se uma fonte de luz (UV) de 365nm e a leitura foi realizada por um espectrofotômetro. Os grupos foram determinados de maneira aleatória contendo três espécimes cada. O dente humano também avaliado emitiu luz fluorescente, quando foi excitado com luz (UV), com a maior intensidade no comprimento de onda próximo aos 450nm. Os resultados demonstraram grandes diferenças entre todos os materiais sendo que o grupo dos silicatos apresentou uma alta intensidade a 460 e 525nm. Os testes com a resina acrílica mostram que algumas possuem um pico de fluorescência próximo aos 450nm, outras em torno de 525nm e algumas não

apresentaram fluorescência. Na emissão de fluorescência, alguns agentes glazeadores apresentaram aumento e outros, diminuição.

Wozniak, Moore⁷⁴ (1978) objetivaram comparar o espectro de luminescência de dentes artificiais com o de dentes naturais e se os luminóforos utilizados foram adequados às considerações de comprimento de onda e intensidade de sua luz de emissão. Durante o curso da investigação examinou-se o espectro de luminescência de uma variedade de dentes artificiais, dentre eles o de plástico (vinil e acrílico) e o de porcelana, mediante um espectrofluorímetro Aminco-Bowman. O raio de luz incidente foi de 350nm. O pico máximo do comprimento de onda variou na faixa de 410-420nm. Os autores observaram em relação ao comprimento de onda e intensidade de luminescência que muitos dos dentes de porcelana avaliados não apresentaram as características luminescentes dos dentes naturais. Poucas amostras se aproximaram dos valores obtidos pelos dentes naturais, sendo a maioria inaceitável.

Em 1980, Powers et al.⁴⁸ avaliaram a estabilidade de cor de resinas compostas convencionais e microparticuladas, submetidas ao envelhecimento artificial, por meio de espectroscopia de reflectância. Foram confeccionadas três amostras para cada material estudado, as quais foram envelhecidas em câmara própria, com exposição à luz (UV) em associação a jatos de água, por 900 horas. As avaliações de cor foram realizadas antes e após o envelhecimento, em 300, 600 e 900 horas do processo. Em face dos resultados obtidos, os autores concluíram que, com o processo de envelhecimento artificial, todas as resinas compostas tornaram-se mais escuras, mais cromáticas e mais opacas. Porém, as resinas compostas microparticuladas obtiveram maior estabilidade de cor do que as resinas compostas convencionais.

Nesse estudo, os autores Yan, Wang⁷⁰ (1980) propuseram a incorporação do elemento químico térbio, na forma de $[Tb(OMBA)_3]_n$, $[Tb(OCBA)_3]_n$ e $[Tb(MMBA)_3]_n$, em diferentes concentrações (0,01 mMol a 0,2 mMol) em cadeias poliméricas de etilmetacrilato (EMA). Para isso, foi desenvolvido um polímero híbrido formando uma matriz monomérica polimerizada pela adição de peróxido de benzoíla e aplicação de calor. Foram realizadas leituras de absorvância UV, excitação e emissão de fluorescência, e microscopia eletrônica de varredura. Nos resultados de fluorescência foram encontrados dois picos de emissão de maior intensidade (489nm e 544nm) quando excitados a 246,3nm. Com esse método desenvolvido pelos autores, foi possível compor uma cadeia polimérica de PEMA com os complexos de térbio. A absorvância e excitação fluorescente sugerem que o térbio é sensibilizado pelos OMBA, OCBA e MMBA no processo de transferência de energia. O polímero emitiu fluorescência verde com a intensidade se elevando com o aumento da concentração de térbio. A microscopia mostrou homogeneidade na formação do polímero obtido.

O autor Foreman¹⁶ (1980) investigou por meio de dissolução e diálise os possíveis componentes fluoróforos de três diferentes tipos de dentina humana (sadia, manchada por tetracilina e dentina de dentes tratados endodonticamente). Após as diálises, foram encontrados dois tipos diferentes de fluoróforos responsáveis por conferir intensa fluorescência à dentina. Um deles apresentou características compatíveis com as do triptofano. O segundo fluoróforo encontrado, considerado pelo autor como o maior responsável pela fluorescência da dentina, não pode ser identificado pelo método utilizado.

Gee et al.¹⁸ (1984) discutiram os fatores clínicos de determinação da fonte de luz, da direção da luz, a intervenção dos tecidos dentais e profundidade de cura em

compósitos. A superfície endurecida após a fotopolimerização não significaria uma adequada polimerização na base da cavidade. Compósitos inadequadamente fotopolimerizados exibirão pobre estabilidade de cor e maior manchamento. A profundidade de polimerização dos compósitos ativados por energia externa como a luz dos aparelhos fotopolimerizadores pode variar de acordo com a composição da carga do material e a química do compósito, sua tonalidade e translucidez, a concentração do catalisador, a intensidade e distribuição espectral da fonte de luz e a duração da irradiação.

Ferracane et al.¹⁴ (1985) realizaram estudos clínicos para a avaliação da descoloração de compostos in vivo. Afirmaram que a descoloração pode surgir como uma mínima mudança na matiz da restauração como um todo, ou como uma manchamento preferencial pelas margens. O objetivo desse estudo foi determinar os efeitos da formulação do monômero, tipo de catalisador e ligações de carbono duplas não reagidas e sua influência na estabilidade de cor de materiais contendo BISGMA durante a iluminação por luz UV em diferentes períodos de tempo. Foram utilizadas cinco resinas compostas cujas formulações variaram em relação à quantidade de concentração de diluente (TEGDMA), ao tipo de cura (amina/peróxido, luz visível), à amina ativadora (DMPT, DMAPE). Um inibidor (BHT) foi adicionado. Os dois componentes quimicamente curados endureceram depois de misturados entre 3 a 4 minutos a 23°C quando misturados em partes iguais, sendo as resinas fotopolimerizáveis submetidas à luz por 60 segundos. Seis discos de cada material foram feitos e curados durante 24 horas, posteriormente expostos à luz UV e seus resultados analisados 1, 7 e 14 dias. A quantidade de ligações duplas de carbono foi polimerizada e exposta à luz UV. Todas as resinas alteraram de cor após o teste, as quimicamente curadas apresentaram alteração maior e as

fotopolimerizáveis alteraram de cor devido à canforoquinona. Uma possível explicação para a alteração de cor se dá devido a uma oxidação das ligações duplas de carbono para produzir compostos coloridos contendo peróxido.

Shintani et al.⁵⁵ (1985) avaliaram o manchamento e o acúmulo de bactérias in vivo de resinas compostas convencionais (Adaptic, Johnson & Johnson; Clearfil, Kuraray) e microparticuladas (Silar 3M e Microrest GC), polidas por diferentes métodos. Foram confeccionadas amostras com 8mm de diâmetro e 8mm de altura polimerizadas por meio de uma placa de vidro. No total foram 36 amostras de cada produto, que foram armazenadas em água destilada a 37°C por 24 horas. Todas as amostras foram divididas em três grupos de cada resina, contendo 12 unidades, que foram polidos pelas diferentes técnicas, pontas brancas, disco Soflex e sem tratamento. Para a resina Microrest, o polimento foi executado com pontas de silicone ao invés de disco Soflex. Seis das doze amostras foram colocadas em um recipiente com solução de tabaco, e os outros seis foram imersos em solução de óleo de laranja. Todas as quatro marcas de resinas mostraram facilidade em manchamento tanto com a solução de tabaco como com a solução de óleo de laranja, e isto dependeu de suas características físico-químicas e irregularidade superficial. Os autores acreditam que esse efeito ocorre devido à substância absorvida e à natureza da resina composta e afirmam que as superfícies polidas acumulam mais bactérias do que as que não foram tratadas quando testadas in vitro. Mesmo assim não foi encontrada diferença entre as quatro resina quando apresentavam a m

Shintani et al.⁵⁶ (1985) demonstraram que o uso de cromatografia líquida e gasosa com uma coluna de 10% de polietileno glicol é um método eficaz para análise quantitativa da canforoquinona, fotoiniciador utilizado para a polimerização de resinas compostas ativadas por luz visível. Por esse método, foram analisadas

cinco marcas de resinas compostas fotoativadas e foi demonstrado que todas as amostras continham quantidades similares desta ou diquetona. Esse fotoiniciador foi encontrado também em agentes adesivos. A concentração de canforoquinona variou entre as marcas comerciais dos compósitos. Todavia, as resinas compostas convencionais, por possuírem maior carga inorgânica, mostraram maiores concentrações de canforoquinona do que as resinas de micropartículas testadas.

Asmussen, Hansen³ em 1986, avaliou as mudanças de cor em diversas marcas comerciais de resinas compostas resultantes de armazenamento em água e de exposição à luz (UV). Para isso, foram confeccionadas amostras de várias marcas comerciais de resinas compostas, química e fotopolimerizáveis, as quais foram submetidas a tipos diferentes de testes: armazenamento das amostras em água desmineralizada a 37°C por 12 meses; armazenamento em água desmineralizada a 50, 60 e 70°C por um e dois meses. Para cada amostra, antes e depois do processo de envelhecimento artificial, foram realizadas as mensurações de cor com o uso de um colorímetro. Como resultado obteve-se que a estabilidade de cor é maior nas resinas compostas fotopolimerizáveis do que nas resinas compostas de polimerização química. Porém, os resultados de estabilidade de cor por meio do teste de armazenamento em água não se correlacionaram com os obtidos pela exposição à luz (UV).

Satou et al.⁵¹, em 1989, avaliaram *in vitro*, mediante a utilização de medidas colorimétricas, a suscetibilidade ao manchamento de resinas compostas fotopolimerizáveis sem carga produzidas com diferentes monômeros, quando submetidas a uma solução hidrofóbica e uma hidrofílica. Para isso, foram confeccionados 40 corpos-de-prova medindo 20 ± 1 mm de diâmetro e $1 \pm 0,05$ mm de espessura. Os corpos-de-prova foram divididos em dois grupos, sendo que os do

primeiro grupo foram imersos imediatamente nas soluções pigmentantes, permanecendo por um período de 30 dias (óleo de laranja; Food Red 3). Os corpos-de prova do segundo grupo ficaram imersos em água destilada por 40 dias. Decorrido esse prazo, foram colocados nas soluções pigmentantes e ali permaneceram pelo mesmo período do primeiro grupo. Tanto para as soluções pigmentantes quanto para a água destilada, a temperatura utilizada foi de 37°C. Observou-se que para as resinas compostas com características hidrofóbicas ocorreu maior manchamento com o óleo de laranja, ao passo que para as resinas com características hidrofílicas ocorreu maior alteração de cor com o Food Red 3.

Tjam, Chan⁶¹, em 1989, estudara a rugosidade e a dureza superficial de cinco resinas compostas indicadas para dentes posteriores (Heliomolar, Herculite, Fulfil, P-30 e P-10) e uma de micropartículas (Silux). Para cada material, cinco corpos-de prova foram confeccionados seguindo as instruções dos fabricantes. Foi feito o teste de dureza Rockwell 15T através do equipamento da Wilson Mechanical, realizando-se três leituras em cada espécime, e as medias dos valores observados foram; Siluz com 52,0 em peso apresentou 75,0 de dureza Rockwell, seguida por Heliomolar com 59,1 e 73,8, Herculite com 78,0 e 81,4, Fulfil com 75,8 e 81,9, P-30 com 84,5 e 87,4 e finalmente P-10 com peso de 83,2 e dureza de 88,4. Os autores concluíram que as resinas com maior quantidade de carga apresentaram a maior dureza, ou seja, materiais com altos valores de dureza apresentam também alta rugosidade.

Rueggeberg, Margeson⁵⁰ (1990) analisaram o efeito da inibição do oxigênio em sistema de resinas com e sem carga. Foram avaliados os efeitos de uma resina sendo colocada em uma fina camada sobre o esmalte bovino preparado por ácido, sob atmosfera normal, argônio e sob as duas combinadas. A comparação dos efeitos dos diferentes tipos de atmosfera foi feita mediante a mensuração da força de adesão entre

os discos de resina com e sem carga aderida sobre o esmalte bovino. Os valores da conversão dos monômeros da resina sem carga foram calculados por um espectro de luz infravermelha. A utilização de um jato de ar sobre a resina sem carga antes da polimerização resultou em uma baixa conversão dos monômeros, ocasionando em baixa força de adesão ao esmalte. Tanto uma alta conversão como uma alta força de adesão resultaram quando a polimerização foi realizada sob a atmosfera de argônio. A prática do método clínico de realizar a polimerização sob contínuo jato de argônio se mostrou melhor do que uma polimerização somente sob a atmosfera normal, mostrando uma maior taxa de conversão de monômeros. Os autores concluíram que a resina sem carga polimerizada em atmosfera normal teve uma maior camada de material inibido durante a polimerização do que quando polimerizada sob atmosfera de argônio.

Resinas compostas foto-ativadas e termo-ativadas foram testadas por Um, Ruyter⁶³ (1991), com o objetivo de verificar a estabilidade de cor, quando expostas a café ou chá a temperatura de 50°C. Também foram avaliadas amostras que permaneceram por quatro meses, imersas em água destilada em ambiente escuro a 37°C. Um dos materiais foto-ativados sofreu descoloração de natureza intrínseca durante as imersões em água destilada e nas soluções pigmentantes. Em relação aos outros, a descoloração causada pelo chá ocorreu principalmente devido à adsorção superficial de pigmentos. Já a descoloração decorrente do café foi causada pela adsorção e pela absorção de pigmentos. Os autores especulam que a absorção e a penetração dos pigmentos dentro da fase orgânica dos materiais ocorreram provavelmente em razão da compatibilidade da fase polimérica com os corantes amarelos presentes no café.

Monsenigo, Burdairon⁴⁰ (1993) estudaram o estabelecimento do equipamento e o método para avaliar a fluorescência do esmalte, da porcelana, do

mostruário de prótese e da escala de cor. Para essa investigação, os autores utilizaram um laser de argônio e dentes naturais bovinos, já que esses apresentam a mesma fluorescência dos dentes humanos. Para avaliação da porcelana, foram usadas amostras em forma de discos planos de cerâmica dental Ivoclar para dentina, esmalte e opaco. As amostras foram avaliadas quanto à sua fluorescência em diferentes momentos. Os autores afirmaram que o espectro do esmalte do dente natural tem seu pico máximo em 450nm e diminuiu lentamente a 680nm. O espectro da dentina tem a forma de uma faixa ampla, na qual o pico máximo é de 430nm e cuja intensidade é três vezes maior que a do esmalte, mas não apresenta dados para sua afirmação. Relataram que os mostruários possuíam a forma de uma faixa ampla com pico máximo próximo ao do esmalte. No entanto, sua intensidade diminui rapidamente quando o grau de saturação das amostras aumenta. Quando o grau de saturação da porcelana, que não contém terras raras, cresce, sua intensidade de fluorescência diminui, enquanto a cromaticidade permanece constante. Quando o grau de saturação da porcelana, que contém terras raras, aumenta, sua cor de fluorescência torna-se mais próxima à produzida pelas terras raras.

Com o propósito de avaliar a estabilidade de cor de materiais restauradores, Khokhar et al²⁵. (1994) realizaram um estudo em que submeteram diferentes resinas compostas de uso indireto (Dentacolor, VisioGem, Brilliant D.I. e Concept) à ação de agentes pigmentantes: clorexidina, chá e café. Tal estudo demonstrou que tanto o chá como o café têm efeito pigmentante sobre os materiais. O chá pigmentou as resinas mais do que o café, principalmente quando a ele se adicionou clorexidina e saliva. Os autores sugerem que a presença de bolhas de ar nos corpos-de-prova e o grau de polimerização do material poderiam explicar as diferenças encontradas em relação à pigmentação ocorrida entre os materiais.

No ano de 1994, Dietschi et al¹². avaliaram a estabilidade de cor de dez compósitos restauradores estéticos, que apresentavam diferentes tipos de matriz resinosa, de partículas de carga e de agentes de união, quando submetidos ao processo de manchamento com diferentes soluções corantes (café, corante alimentar E110, vinagre tinto e eritrosina). As amostras sofreram termopolimerização, polimento com discos abrasivos e termociclagem. Após um dos grupos ter sido imerso por uma semana em solução salina, todos os grupos foram avaliados com um colorímetro, utilizando o CIElab. As mensurações foram realizadas após sete e 21 dias e comparados ao grupo controle (solução salina). O grau de penetração do corante foi realizado somente em algumas amostras observando-as em microscópio de transmissão de luz. A eritrosina e o café promoveram o manchamento mais intenso; e o corante alimentar E110, o menor; o vinagre não promoveu mudança de cor nas amostras; o polimento pareceu ser o procedimento mais efetivo para reduzir o manchamento dos compósitos com a eritrosina. A estocagem dos espécimes em solução salina por uma semana reduziu pouco o manchamento para todos os compósitos testados quando comparado com o grupo que não sofreu estocagem. As resinas compostas apresentaram o manchamento variado de mais intenso a menos intenso. Os autores afirmaram que os melhores resultados obtidos no grupo que recebeu polimento superficial devem-se à remoção da camada superficial da resina, que é rica em matriz orgânica e, portanto, mais suscetível ao manchamento. O baixo manchamento foi geralmente relacionado à baixa absorção de água, ao baixo conteúdo de matriz orgânica resina e ao brilho satisfatório após o polimento. Os autores puderam concluir que a suscetibilidade ao manchamento dos compósitos resinosos está relacionada à sua composição e às propriedades superficiais.

Settembrini et al.⁵⁴, em 1995, submeteram 24 corpos-de-prova, confeccionados com resina composta APH, divididos em quatro grupos de oito amostras cada, de 20 mm de diâmetro por 1mm de espessura, a sete diferentes produtos (Listerine, Scope, Viadent, Plax, Lavoris, Clear Choice e Rembrandt Mouth) mediante a imersão de dois minutos diários, cinco dias por semana, durante seis meses. Para o método de análise colorimétrica foi utilizado um medidor de croma (Chroma Meter CR-300 –Minolta), que dá indicações numéricas quanto ao brilho e ao croma, em duas dimensões. Os resultados mostraram o produto Lavoris como o de maior potencial para alteração de cor da resina composta, produzindo manchamento avermelhado, o produto Rembrandt Mouth Refreshing Rinse também foi diferente e menor que as soluções Viadent, Clear Choice e Lavoris. Os outros testados foram Listerine, Scope, Plax e água (controle). A alteração de cor produzida pelo Lavoris foi atribuída especialmente ao seu conteúdo de eugenol, o qual torna a resina composta mais macia e diminui sua dureza superficial. Isso pode ser mais prejudicial na presença de álcool, pois essa substância produz mudanças físicas nos polímeros, deteriorando-os superficialmente ou removendo porções da matriz polimérica. Isso foi observado principalmente na periferia dos corpos-de-prova mesmo com uma resina como APH, onde a fase resinosa é composta de Bis-GMA modificado por uretano com redução de TEG-DMA. Os autores sugerem que o Listerine, bem como o Lavoris, contém metil-salicilato, mas que nesse caso não houve diferença visual entre os corpos-de-prova e o controle, enquanto no Lavoris a diferença foi visualmente perceptível. Concluíram que o uso por seis meses de líquido para limpeza bucal altera a cor de resinas compostas híbridas.

Vanini⁶⁵ (1996) relatou que a fluorescência é uma forma de luminescência definida pela física como a emissão de radiação eletromagnética devido ao fluxo de

qualquer tipo de energia de um corpo emissor, o qual cessa bruscamente ao se interromper a excitação e é independente da temperatura. A absorção de energia na matéria causa a excitação dos átomos constituintes, com a elevação de seus elétrons a níveis energéticos mais altos. A excitação se segue pelo regresso a um estado menos excitado, com conseguinte emissão da luz. Os dentes naturais expostos à luz (UV) apresentam uma fluorescência branca, com uma leve tonalidade azul. O responsável por esse fenômeno é a dentina, que possui uma fluorescência muito mais intensa que o esmalte, devido à presença de maior quantidade de pigmentação orgânica fotossensível ao espectro de luz (UV). A reunião de pigmentos fluorescentes em porcentagem adequada pode alcançar uma calibração ótima das emissões luminosas provenientes do material restaurador e assim cede propriedades idênticas à dos dentes naturais. A emissão luminosa não se limita apenas ao estrato superficial, mas também ao interior do material.

Vanini⁶⁶ (1996) citou que, devido aos seus componentes orgânicos, a dentina apresenta o fenômeno denominado fluorescência, que ocorre quando um corpo absorve energia luminosa e então se difunde abaixo do espectro visível. Para que ocorra a fluorescência, a emissão deve tomar lugar dentro dos dez primeiros segundos de ativação. Na natureza, o fenômeno é criado pelos raios (UV) da luz do sol, por exemplo, ondas curtas invisíveis ao olho humano. Após penetrar o esmalte e alcançar a dentina, os raios (UV) excitam a fotossensibilidade da dentina. O dente natural exposto à luz (UV) exhibe uma fluorescência com uma faixa de emissão de espectro que vai desde o branco intenso ao azul claro. Após a excitação com luz (UV), a dente natural é seguida pelo retorno ao estado fundamental de seus elétrons em sua composição com a emissão subsequente de luz denominada fluorescência. Essa emissão não está limitada à camada superficial, emana desde o

espectro interno do material e cria um resultado estético que se assemelha muito à aparência do dente natural. Aumentar o grau de mineralização reduz a fluorescência. É por isso que uma dentina desmineralizada aumenta a autofluorescência. Portanto, o esmalte, que é um tecido altamente mineralizado, exibe um baixo grau de autofluorescência, quando comparado com a dentina.

Neste artigo, Dietschi¹⁰ (1997) descreve uma técnica de restauração a mão livre com a utilização de uma matriz palatina como guia, aponta a seleção de resinas compostas para dentes anteriores, como funciona a cor para restaurações destes dentes avaliando propriedades biológicas e ópticas e mostra a interação dos materiais com as estruturas dentais. Desenvolve técnicas para atingir uma anatomia natural próxima à dos dentes. Também discute sobre translucidez, fluorescência, opalescência, propriedades das materiais restauradores. Conclui que o modo tradicional de restaurar não tem mudado e sim tem se refinado para atingir a exigência estética dos pacientes. Afirma que o resina composta se tornou o material de escolha quando se necessita de restaurações minimamente invasivas.

Por meio de espectrofotometria de reflectância, Leibrock et al³³. (1997) avaliaram a estabilidade de cor de seis diferentes marcas comerciais de resinas compostas híbridas. Para a descoloração de quatro cores de cada material (A1, A2, A3,5 e B2, escala Vita) foi utilizado um espectrofotômetro de reflectância com o sistema CIE – L*a*b*. Foram confeccionadas 12 amostras para cada grupo estudado, as quais foram polimerizadas em um forno de luz por 90 segundos de cada lado e polidas com papel abrasivo. Vinte e quatro horas após a confecção, realizou-se a mensuração de cor. Feita essa leitura, oito amostras de cada grupo foram submetidas a envelhecimento artificial, com luz (UV) por 24 e 120 horas. Quatro amostras de cada grupo foram armazenadas em recipiente escuro, como

controle. Após os tempos estipulados, uma nova mensuração de cor foi realizada. Como resultado observou-se que, após 24 horas de irradiação com a luz (UV), os valores de ΔE foram de 0,7 a 3,8 e, dessa maneira, com exceção da resina Z100 (cores A1 e B2), são clinicamente aceitáveis. Os resultados também mostraram que as diferenças de cor de todos os grupos das resinas Pekafill NF e Tetric foram significativamente menores do que as dos outros materiais. Todas as amostras, com exceção da Pekafill NF (cores A3,5 e B2), mostraram maior descoloração após 120 horas de exposição à luz (UV). Em geral, todas as resinas compostas estudadas tiveram uma tendência a se tornar mais amarelas (b), mais escuras (L) e levemente mais verdes (a), concluindo-se que a descoloração intrínseca causada por exposição à luz (UV) pode causar significativas alterações de cor em materiais restauradores resinosos.

Em 1998, Uchida et al.⁶² analisaram as mudanças de cor resultantes de exposição à luz (UV), em diferentes cores de duas diferentes resinas compostas. Foram selecionadas cinco cores de cada resina composta estudada (Conquest Direct Fill e Pentra-Fill II), e para cada tonalidade de cada resina foram confeccionados cinco corpos-de-prova, com 20mm de diâmetro e 1mm de espessura. Os corpos-de-prova foram armazenados por 24 horas em água destilada. Com auxílio de um colorímetro, realizou-se a primeira leitura de cor, a qual serviu de parâmetro para a avaliação das alterações. Após a primeira leitura, os corpos-de-prova foram expostos à luz (UV), por 24 horas. A seguir os valores de cor foram novamente mensurados. Foram calculadas as mudanças totais de cor entre as mensurações “antes” e “após” a exposição, de acordo com o sistema CIE $L^*a^*b^*$. Foram observadas mudanças de cor aparentes em função das diferentes cores de resinas estudadas. As maiores alterações ocorreram com as cores mais claras nas

duas diferentes marcas comerciais estudadas, o que permitiu concluir que tonalidades mais claras de resinas compostas são mais propensas a sofrer alteração pelos efeitos de exposição à luz (UV).

Power, Bakus⁴⁷ (1998) avaliaram as mudanças em cor e propriedades ópticas de 21 resinas compostas para dentes posteriores, estimuladas por envelhecimento acelerado. As mudanças foram determinadas pelo espectrofotômetro de reflexão e calculadas pela equação de Kubelka. As amostras foram envelhecidas por 300 horas a 43°C e a 90% de umidade relativa, com spray intermitente, e exposição contínua com luz de xenon a 2500W. Após o envelhecimento as amostras se apresentaram mais claras, menos cromatizadas e mais opacas. Citaram que algumas constantes ópticas foram aumentadas. Comentam que quando comparadas a resinas compostas para dentes anteriores, que já tinham sido testadas anteriormente em outro estudo, aquelas para dentes posteriores mostraram-se mais escuras, menos cromáticas, mas com opacidade similar. A grande mudança ocorrida na cor e nas propriedades ópticas das resinas compostas com partículas finas e híbridas quando comparadas com as micropartículas deve ser resultado da dispersão da luz sobre a superficial do material após a erosão do material em sua superfície.

Brie et al.⁸ (1999) utilizaram uma série de compósitos formulados com 2,2-bis-4 (2-hidroxi-3 propoxi metacrilóiloxi propano) fenil (Bis-GMA), etilenoglicol dimetacrilato (EGDMA) e sílica coloidal, quartzo ou dióxido de titânio como partícula de carga. Essas resinas compostas foram avaliadas por espectroscopia de luz (UV), microscopia óptica e FTIR. A investigação foi centrada na avaliação de alguns efeitos importantes como a quantidade de partículas de carga e opacidade em comparação com uma resina de dimetacrilato sem carga. As opacidades das resinas foram determinadas em termos de transmissão de luz visível através da espessura

dos compósitos. Ficou demonstrado que os valores de comprimento de onda de transmissão diminuem com o aumento das partículas de carga em porcentagem de peso incorporada na resina. Verificou-se, também, que o tipo de partícula influencia no grau de transmissão das resinas.

Os autores Imazato et al.²³ (1999) investigaram a influência da incorporação de um monômero antimicrobiano (MDPB) em resinas compostas à base de Bis-GMA, quanto a sua característica na absorção de água e a estabilidade de cor. Discos de resina composta polimerizada contendo 0,4% ou 0,5% de MDPB foram confeccionados, e a absorção de água, o coeficiente de difusão e o ângulo de contato na superfície foram determinados. A mudança de cor das resinas compostas contendo MDPB foi avaliada após imersão em água a 37°C e 60°C por quatro semanas, e comparadas com o controle sem MDPB. Os autores não encontraram diferenças estatisticamente significante em relação à absorção de água, ao coeficiente de difusão e ao ângulo de contato na superfície com a amostra contendo MDPB. Apesar de as resinas contendo MDPB mostrarem maior descoloração do que as do controle quando mantidas a 37°C, não houve diferença quando estas foram mantidas a 60°C.

Ahmad¹ (1999) apresentou os princípios da cor, com definições, medidas, sensações, percepções e aplicações práticas para aplicação em Odontologia. Definiu cor como o resultado de três processos (o estímulo, a sensação e a percepção), envolvendo ciências como física, química, fisiologia, psicologia e a psicofísica (a luz, como energia radiante, e a experiência psicológica, a cor). Assevera que qualquer experiência com cor depende de como o cérebro a interpreta. O processo da percepção da cor inicia-se com o estímulo físico da energia radiante, a luz, e afirma que a visão existe somente em presença de luz. O autor definiu as três dimensões da cor (Matiz,

Croma e Valor), opacidade e transparência. Concluiu que perceber fisicamente o mundo significa a interpretação das imagens visuais através do cérebro. Comenta que é fundamental para os profissionais de odontologia restauradora o conhecimento das definições de cor (qualidade, quantidade e complexidades) para uma perfeita comunicação com os laboratórios de prótese e seus pacientes durante o tratamento.

Em seu estudo, Hosoya²¹ (1999) investigou a influência de diferentes tempos de polimerização na alteração de cor em diferentes cores em um determinado tipo de resina composta. Foram realizados discos de resina com 10,0mm de diâmetro e 1,0mm de espessura, que foram polimerizados por 20, 40 e 120 segundos através de uma placa de vidro com 1,0mm de espessura. As amostras foram armazenadas em saliva artificial a 37°C. A cor foi avaliada por um espectrofotômetro imediatamente após a polimerização e a cada seis meses durante cinco anos. Foi utilizado o sistema CIElab para determinar as diferenças de cor sofridas pelas amostras. Os resultados obtidos mostraram que todas as cores sofreram alterações entre três anos e meio e cinco anos, independente do tempo, e que houve aumento da opacidade nos grupos de 20 e 120 segundos.

Hosoya, Goto²² (1999) observaram em seu estudo que componentes químicos das resinas compostas como o ativador, o inibidor, o iniciador, a qualidade do polímero, o tipo e qualidade de partícula de carga, o Bis-GMA do monômero, a oxidação das duplas ligações de carbono, a iluminação (UV), o calor e a água podem contribuir para as descolorações internas proporcionalmente ao tempo de permanência na boca. Também investigaram a influência dos tempos de fotopolimerização nas mudanças de cor e modificações que podem ocorrer na transparência de sete cores diferentes de um compósito de micropartículas. Os compósitos não foram polidos e sim polimerizados através de duas placas de vidro. Uma placa branca foi confeccionada para ser utilizada como fundo, simulando um material de base de restaurações em dentes naturais, e

outra de vidro transparente para proteger o compósito da camada inibitória de oxigênio. As amostras foram armazenadas a 37° em saliva artificial e avaliadas com espectrofotômetro. O mesmo procedimento foi repetido a cada seis meses por cinco anos. Os valores medidos imediatamente após a polimerização foram os padrões. O significado clínico desse estudo foi que o tempo de polimerização influenciou na variação de cor e opacidade dos compósitos de micropartículas utilizados.

Matsumoto et al.³⁹ (1999) pesquisaram a fluorescência da dentina humana utilizando microscopia de fluorescência. Como corpos-de-prova foram utilizados 41 dentes permanentes, de diversos tipos, de pessoas com idades variadas. Após a extração, foram fixados em álcool 70% a 4°. Os dentes sofreram secções seriadas de 500µm de espessura em seu sentido longitudinal, e pontos diversos dos mesmos foram escolhidos de forma aleatória para as leituras de fluorescência. Como variáveis, foram analisados: tipo de dente, idade do paciente, aplicação de diferentes temperaturas e tempo de aplicação de calor. O resultado estatístico não apresentou diferença entre tipos de dente do mesmo indivíduo e entre indivíduos diferentes com idades próximas (51 e 61 anos). Também foi relatado um acréscimo na intensidade de fluorescência com aumento de idade. Outro resultado foi que, com a elevação da temperatura, houve um aumento gradativo na intensidade de fluorescência, proporcional ao tempo de aplicação do calor.

Lenz³⁴ (2000) relatou que luminescência é o nome dado ao fenômeno relacionado à capacidade que algumas substâncias apresentam em converter certos tipos de energia em emissão de radiação eletromagnética, com um excesso de radiação térmica. A luminescência é observada em todos os estados da matéria (gasoso, líquido ou sólido) e para compostos orgânicos e inorgânicos. A radiação eletromagnética emitida por um material luminescente ocorre usualmente na região

visível do espectro eletromagnético, mas esta pode ocorrer também em outras regiões do espectro, tais como ultravioleta ou infravermelho.

Örtengren et al.⁴² (2001) investigaram se o pH e o tempo de armazenamento tem alguma influência na absorção e no comportamento da solubilidade de resinas compostas quando colocadas em solução tampão. Foram utilizadas três resinas compostas híbridas (TPH Spectrum – Dentsply e Z100 – 3M) e um compósito utilizado em restaurações indiretas (ArtGlass – Heraeus Kulzer), estas apresentam estrutura de sua matriz e tipos de carga diferentes. A quantidade de 120 amostras de cada material foi produzida de acordo com ISO 4049. As amostras foram armazenadas em solução tampão de McIlvain com diferentes pH (4,6 e 8) por um, sete, 60 e 180 dias. As mensurações foram coletadas antes e depois do armazenamento; o tempo deste armazenamento apresentou influência significativa na absorção e solubilidade das resinas compostas testadas. A resina composta Z 100 mostrou significativo aumento ou decréscimo em sua massa dependendo do pH da solução. A resina Spectrum foi influenciada significativamente pelo pH, resultando em absorção diferentes dependendo de qual é o pH da solução para armazenamento. O tempo de armazenamento e o pH da solução foram importantes para sorção e solubilidade dos materiais testados. A sensibilidade da sorção e solubilidade relacionada ao tempo e pH dos materiais testados pareceu estar diretamente relacionada à hidrofilia da matriz e da composição química da carga da resina composta. O pH mais alto diminuiu significativamente a absorção a resina Spectrum até o período de 60 dias.

Vanini, Mangani⁶⁷ (2001) afirmam que a determinação e a comunicação da cor em odontologia são baseadas em dados que causam dificuldades para clínicos e protéticos. Os autores propõem uma concepção de cor que envolve a observação e o

estudo de dentes extraídos e dentes naturais. Fundamentaram-se na teoria das três dimensões - com croma, valor e matiz - e como os dentistas se baseiam quase somente pela escala Vita para a seleção da cor. Também são mostradas cinco características da cor que devem ser evidenciadas e consideradas, que seriam o croma, o valor, a intensidade, a opalescência e as caracterizações. Os autores concluíram relatando que o uso rotineiro de um esquema formulado pelo grupo possibilita que o clínico compreenda a composição cromática do dente e possa entender as dimensões da cor em odontologia. Afimam que devido às três classificações descritas em seu esquema de leitura de cor (intensidade, opalescência e caracterizações), esse se torna um método válido para documentação e comunicação entre o clínico e protético.

Em revisão de literatura realizada por Dietschi¹¹ (2001) foi relatado que a fluorescência natural dos tecidos dentários foi reconhecida como de extrema relevância para o desenvolvimento de cerâmicas altamente estéticas, e que atualmente esta importância também deve ser considerada para as restaurações com compósitos. Esta propriedade é fundamental para que se realizem restaurações com vitalidade e tem direta contribuição para se obter um valor correto. Quando um material não fluorescente é utilizado tende a possuir uma aparência mais cinza e pode aparecer como um halo negro, quando é visto sob luz (UV), como as luzes utilizadas em clubes noturnos.

Gürdal et al.²⁰ (2002) propuseram um estudo para examinar os efeitos de três marcas de enxaguatórios bucais em três diferentes resinas compostas. As amostras foram estocadas em 20ml de cada enxaguatório bucal por 12 horas, simulando o tempo equivalente a um ano de uso diário de enxaguante por dois minutos. Observou-se que os efeitos dos referidos produtos nos materiais restauradores podem diferenciar dependendo de muitos fatores in vivo que não podem ser

replicados in vitro. Portanto foram recomendadas mais estudos sobre os efeitos que esses produtos podem causar nos compósitos.

Terry, D et al.⁶⁰ (2002) apresentam um relato descrevendo a definição de cor convencional, quando relatam sobre croma, valor e matiz, relacionando estes com a escala Vita. Abordam sobre a morfologia dental, suas cores e sua relação com translucidez, opacidade, opalescência, iridiscência, brilho de superfície e fluorescência. Também discorrem sobre a dentina e o esmalte, mostrando suas composições e como se correlacionam com a cor. Em relação ao procedimento restaurador, elencam técnicas e materias para reproduzir com fidelidade a anatomia dental com resinas compostas. Ao fim do artigo fazem uma breve descrição sobre acabamento e polimento de restaurações em resina composta.

Buchalla et al.⁹, em 2002, propuseram-se a investigar a alteração de cor e de translucidez em resinas compostas microparticuladas (Silux Plus) e Híbrida (Tetric Ceram), submetidas a um sistema de envelhecimento artificial. Confeccionaram 10 corpos-de-prova de cada material avaliado, medindo 15,5mm de diâmetro e 1,2 + 0,03 mm de espessura. Os corpos-de-prova foram divididos em dois grupos e expostos em luz artificial por 10 horas/dia, por 30 dias. O grupo I ficou armazenado em água destilada a 23°C e o grupo II foi armazenado em local seco com 50% de umidade relativa a 23°C. A análise da alteração de cor e translucidez foi realizada por meio do colorímetro. Os dados foram submetidos à análise de variância sob dois critérios. Concluíram que o armazenamento em água destilada promoveu alteração de cor nas duas resinas avaliadas e que quanto maior o tempo de exposição à luz para o envelhecimento artificial, maior a alteração de cor.

Fondriest¹⁵ (2003) relata em seu artigo que é necessário ter um bom entendimento do que ocorre quando a luz incide sobre a estrutura do dente, para que se

possa prover uma estratégia para melhor se comunicar com o laboratório de prótese. Neste texto o autor descreve o que é matiz, croma, valor, translucidez, fluorescência, opalescência, como a cor é percebida, metamerismo e intensidade da luz e ainda discute como todos estes componetes podem interferir na cor do dente.

Reis et al.⁴⁹ (2003) investigaram a influência de vários sistemas de acabamento sobre a rugosidade e o manchamento superficial de quatro diferentes resinas compostas comerciais. Amostras das resinas foram preparadas e polidas com pastas de óxido de alumínio de granulacões diferentes, pasta diamantada, pontas de acabamento à base de resina, pontas de borracha, pontas diamantadas finas e extrafinas e pontas carbide de 30 lâminas. Depois do procedimento de polimento, mensurou-se a rugosidade superficial das amostras mediante a utilização de um perfilômetro após imersão em azul de metileno a 2% por 24 horas e então foi realizada a análise espectrofotométrica da cor. Os autores citam diferenças significativas para a rugosidade e o manchamento superficial registrados, com interação entre os tipos de resina composta e o tipo de sistema de acabamento utilizado. Não foi encontrada correlação entre a rugosidade superficial e suscetibilidade ao manchamento. Especula-se que o manchamento de uma resina composta seja fortemente influenciado pelos monômeros e partículas de cargas próprios de cada material.

A fluorescência foi definida por Stephen, Ahmad⁵⁸ (2003) como a habilidade de um material irradiar luz e luminescência como a emissão de luz visível de um objeto ou superfície na presença de iluminação (UV). O grau de brilho de um objeto fluorescente é frequentemente denominado intensidade de luminescência. É relatado que os olhos humanos detectam comprimentos de onda que vão de 380nm (violeta) até 780nm (vermelho) e que os dentes naturais possuem capacidade de

emitir luz visível quando submetidos à exposição de raios (UV) emitindo fluorescência. Independentemente de sua cor, os dentes naturais fluorescem durante o dia e atingem intensidade máxima em um comprimento de onda de 450nm decrescendo gradualmente até 680nm. Os autores citam que a fluorescência é a propriedade que confere vitalidade aos dentes naturais. Como a luz (UV) não é encontrada apenas em casas noturnas, mas também na luz do dia, este fenômeno deve ser considerado em procedimentos restauradores estéticos. Coloca como desafio para os fabricantes de resinas compostas a reprodução da fluorescência nestes, que deve ser próxima à que é emitida pelos dentes naturais (esmalte=450nm, dentina=430nm) e ainda tendo que mantê-la idêntica e consistente em toda as escalas de cores.

Schulze et al.⁵², em 2003, avaliaram, *in vitro*, se existe relação entre a dureza superficial e alteração de cor de resinas compostas quimicamente e fotoativadas. Para isso cinco corpos-de-prova de cada condição experimental, medindo 8mm de diâmetro por 5mm de espessura, foram embebidos em resina epóxica e submetidos à análise da microdureza Knoop da superfície. Para a avaliação da cor foram confeccionados três corpos-de-prova de cada resina, com 20mm de diâmetro e 1mm de espessura que foram submetidos à análise no espectrofotômetro. Em seguida, os espécimes foram submetidos ao envelhecimento artificial. As análises tanto de microdureza quanto de alteração de cor foram realizadas antes e após o envelhecimento. Concluíram que as resinas compostas fotopolimerizadas mostraram maior resistência à alteração de cor quando submetidas ao envelhecimento acelerado do que as quimicamente ativadas e que não houve correlação entre a mudança de cor e a microdureza superficial das resinas compostas.

Schulze et al.⁵³, em 2003, avaliaram as mudanças de cor e alterações químicas superficiais de dois compósitos reforçados por fibras e um compósito avançado, em função de um processo de envelhecimento artificial acelerado com exposição à luz e "spray" de água. Para isso, avaliaram três diferentes cores destes compósitos por meio de espectroscopia de reflectância e espectroscopia fotoelétrica por raios-x. Foram confeccionados quatro corpos-de-prova para cada cor de cada material, que foram envelhecidos em câmara de envelhecimento artificial que emitia radiação com luz ultravioleta e jatos de água, em um total de 122 horas. As leituras de cor e de análise química superficial foram realizadas antes e depois do envelhecimento. Os autores relatam que todos os materiais estudados sofreram mudanças superficiais, com os dois materiais compósitos reforçados por fibras sofrendo mudanças de cor pouco perceptíveis, enquanto o compósito "avançado" obteve mudanças visualmente perceptíveis em todas as cores.

Em 2003, Magne, Belser³⁸ definiram o fenômeno da fluorescência como a capacidade que alguns corpos possuem de absorver energia radiante e emití-la na forma de um comprimento de onda diferente. Explicaram que o fenômeno da fluorescência torna os dentes naturais mais claros ou brancos à luz do dia e que a dentina parece ser três vezes mais fluorescente do que o esmalte, o que gera uma luminosidade interna. Os autores também descrevem que determinados materiais cerâmicos têm sido otimizados em relação a esse aspecto específico. Contudo, é muito difícil reproduzir fielmente o espectro de luminescência (cor e intensidade) do esmalte e da dentina. Para essa finalidade, são atualmente utilizados como luminóforos (composto que fornece de luminescência), metais terras-raras (európio, térbio, cério e itérbio), mas nenhum deles reproduz de forma precisa a fluorescência dos dentes naturais.

Os autores Yap et al.⁷¹ (2003) determinaram a influência dos aparelhos fotopolimerizadores com seus diferentes modos de polimerização na resistência à degradação química ocasionada por diversas bebidas. Dois tipos de fotopolimerizadores luz halógena (H) Elipar trilight, 3M-ESPE; LED (L) Freelight 3M-ESPE, com dois modos diferentes, exponencial (E) e convencional (S) foram avaliadas. Quarenta e cinco amostras de resina composta Z100 3M-ESPE foram confeccionadas para cada combinação de modo de polimerização e tipo de fotopolimerizador. As amostras foram divididas aleatoriamente em cinco grupos de nove unidades. Os grupos foram submetidos à imersão em diferentes bebidas por uma semana e armazenados em estufa a 37°C. Os líquidos foram água destilada, solução de álcool a 50%, heptano e ácido cítrico. Amostras armazenadas em meio ambiente foram usadas como controle. Após uma semana sob essas condições, testes de dureza foram realizados. A resistência da resina composta frente aos diferentes meios foram dependentes da tipo de fotopolimerizador e modo de polimerização. As quatro técnicas de polimerização apresentaram diferença estatisticamente significativa em sua dureza. Após o armazenamento em água e ácido cítrico, as amostras polimerizadas com luz halogena e modo exponencial apresentaram significativa perda em dureza quando comparadas com amostras que foram polimerizadas por luz halógena e modo convencional, LED e modo convencional e LED e modo exponencial.

Patel et al.⁴⁵, em 2004, analisaram se o acabamento de superfície e os tipos de soluções de armazenamento proporcionariam algum tipo de manchamento em resinas compostas com e sem carga. Os autores avaliaram a estabilidade de cor de materiais resinosos utilizando três diferentes tratamentos de acabamento superficial. Foram confeccionados 50 corpos-de-prova de resinas com carga e 54 sem carga,

que foram divididos em três grupos, respeitando o polimento recebido: discos de óxido de alumínio de 1µm; disco diamantado de 15µm; e nenhum tratamento (apenas tira de poliéster). As amostras foram imersas em água por dois dias e posteriormente em café, bebida de cola e vinho tinto por mais sete dias, sendo armazenados a 37°C. As análises de cor foram realizadas por meio de um colorímetro nos seguintes tempos: antes das imersões; após um e dois dias em água; e após um, dois, três e sete dias de imersão nas soluções. Grande parte das alterações de cor ocorreu entre o segundo dia em água e o sétimo dia em solução pigmentante. A análise estatística mostrou que o acabamento superficial e a solução de imersão influenciaram significativamente a mudança total de cor, e houve interações entre o acabamento superficial e o tipo de solução de imersão, para ambos os materiais estudados. Os materiais resinosos com carga geralmente exibiram maiores mudanças de cor do que os sem carga. O acabamento com a tira de poliéster exibiu a maior alteração de cor, enquanto o acabamento com o disco diamantado mostrou a menor modificação de cor. Quanto aos meios de imersão, o vinho causou a maior mudança de cor para ambos os materiais; o café e a bebida à base de cola resultaram nas menores alterações para as amostras de resinas com carga e resinas sem carga, respectivamente. Baseados nesses resultados, os autores concluíram que tanto os acabamentos superficiais quanto os meios de imersão afetam significativamente o manchamento superficial de materiais resinosos, sendo que a tira de poliéster e o vinho tinto produziram os piores resultados.

A importância maior da última camada do material restaurador foi enfatizada no estudo de Villarroel et al.⁶⁹ (2004), que pesquisaram a presença de fluorescência em treze marcas comerciais de resinas compostas disponíveis no mercado. Os

corpos-de-prova confeccionados com os diferentes materiais foram expostos à incidência de raios (UV) com comprimento de onda de 365nm em ambiente totalmente escuro. A fluorescência foi registrada com o uso de uma câmera fotográfica digital e as imagens obtidas foram avaliadas por 3 examinadores qualificados. Os materiais foram classificados em resinas com alta, média e baixa fluorescência. Alguns sistemas apresentaram ausência ou baixo grau de fluorescência tanto nas resinas opacas quanto nas de esmalte. Os resultados mostraram que a última camada de resina composta é a mais importante para que o fenômeno da fluorescência aconteça.

Joiner²⁴ (2004) realizou uma revisão sobre o conhecimento sobre a cor e suas mensurações. Utilizou para isso o Medline, no período de 1966 a 2003, e o ISI Web of Science, no período de 1974 a 2003. A pesquisa foi realizada eletronicamente com as palavras-chave dente, dentes, cor. O autor obteve como conclusão que a cor e a aparência do dente é um fenômeno complexo, com muitos fatores influenciando como condições da luz, translucidez, opacidade, difusão da luz, brilho e o olho humano conjuntamente com cérebro. A mensuração da cor do dente possível por meio de uma infinidade de métodos incluindo a forma visual com escala de cor, espectrofotômetros, colorímetros e análise e imagem de forma computadorizada. Cita que todos os métodos apresentam limitações, vantagens e desvantagens.

Vichi et al.⁶⁸ (2004) avaliaram as variações de cor e opacidade de três resinas compostas. Para a confecção dos corpos-de-prova, foram selecionadas cores semelhantes dos três materiais: A2, A3, A3,5, A4, B2 e B3, sendo preparadas cinco amostras para cada cor. Para a determinação da variação de cor pré e pós-processo de envelhecimento artificial, foi utilizado um espectrofotômetro de reflectância, e os dados obtidos foram analisados segundo o sistema CIElab. Os autores consideraram

valores de ΔE menores que 3,3 como clinicamente aceitáveis. Sendo assim, apenas um dos materiais mostrou alteração de cor significativa, embora os outros dois materiais também tivessem apresentado certa alteração de cor. A diferença de estabilidade de cor entre os materiais foi significativa. Tais diferenças podem ser atribuídas às diferentes naturezas das matrizes resinosas e diferentes tamanhos das partículas de carga. Quanto à opacidade, os resultados mostraram um padrão semelhante aos resultados de cor. Concluiu-se que a água age como um agente descolorante em graus variados nos materiais estudados.

Estudos para determinar o grau de manchamento na superfície de resinas compostas e cimentos de ionômero de vidro foram realizados por Bagheri et al.⁴ (2005). Usaram nessa investigação, resinas compostas microparticuladas, híbridas e ionômeros convencional e modificados por resina. As amostras foram imersas em diferentes soluções com poder de manchamento, água, etanol, Crodamol GTCC, vinho tinto, café, chá, choio e refrigerante de cola por duas semanas. Todos os corpos-de-prova foram avaliados com o sistema CIElab e submetidos a diferentes técnicas de polimento, tira de poliéster e papel abrasivo siliconado. Concluíram que houve uma grande correspondência entre o tipo de acabamento e polimento, manchamento e material.

Guler et al.¹⁹ (2005) tiveram como objetivo avaliar o manchamento de resinas para provisórios quimicamente e fotoativadas quando expostas à diferentes substâncias. Uma das resinas era microparticulada reforçada e a outra microhíbrida. Quarenta e cinco amostras cilíndricas foram preparadas com cinco diferentes resinas comerciais. Foram armazenadas por 24 horas a 37°C em diferentes tipos de soluções: água, café, café com açúcar, chá, chá com açúcar, café com creme artificial e açúcar, refrigerante de cola, vinho tinto e suco de cereja. Foi utilizado o

sistema CIElab para mensuração da cor. A interação de materiais restauradores provisórios e os agentes de coloração foram estatisticamente significativos. A diferença maior de cores para todos os materiais restauradores foi observada no vinho tinto. Os autores concluíram que o material microparticulado com reforço foi mais estável significativamente do que os outros testados.

Os autores Uo et al.⁶⁴ (2005) desenvolveram cargas de vidro fluorescentes e as adicionaram em resinas compostas experimentais, tornando-as mais fluorescentes do que o dente, com o objetivo de facilitar o diagnóstico visual de restaurações. Vidros fluorescentes foram preparados incorporando óxidos de terras raras, como óxidos de boro, alumínio e sódios, em diferentes porcentagens. Posteriormente, foram fundidos a 1.100°C. Os vidros foram moídos até a obtenção de partículas inferiores a 53µm e adicionados a uma matriz resinosa de UDMA com 0,3% em peso de canforoquinona nas proporções 1/1, 2/1 e 3/1 de carga/resina. Foram confeccionados discos, com essas resinas experimentais, com 8mm de diâmetro e 2mm de espessura e lâminas de dentina foram utilizadas como controle. Leituras espectrofotométricas e fotografias sob Led (UV) foram realizadas para avaliar a fluorescência. O óxido de európio na maior concentração e maior proporção carga/resina foi o que apresentou maiores índices de fluorescência e em comprimentos de onda mais longos que os encontrados em dentina.

Os autores Lee et al.³¹ (2005) apresentaram um método para quantificação da fluorescência de resinas compostas, utilizando medidas colorimétricas no sistema CIElab. Cinco marcas comerciais foram utilizadas para a confecção de espécimes com 10 mm de diâmetro e 2 mm de espessura. Uma das medidas colorimétricas foi realizada utilizando toda a irradiância do iluminante D65 (luz do dia) e outra com a interposição de um filtro (UV) para eliminar o componente (UV) na irradiação dos

espécimes. Cinco espécimes de dentina humana foram utilizados como controle. A fluorescência foi calculada pela subtração dos valores com o filtro (UV) dos valores sem o filtro. Duas das marcas comerciais foram consideradas sem fluorescência e três foram considerados materiais fluorescentes, mas as medidas de dentina foram tão baixas quanto às consideradas não fluorescentes.

Lee et al.³⁰ (2005) analisaram a influência na fluorescência dos selantes de superfície que são utilizados em restaurações para diminuir o efeito de trincas e defeitos de superfície. Esse trabalho também avaliou se a fluorescência e a cor são afetadas ao se manchar e, depois, ao se remover os pigmentos da superfície da restauração. Foram selecionadas quatro marcas comerciais de resina composta e o selante foi aplicado sobre os espécimes de acordo com as instruções do fabricante. Aferições de reflectância espectral e cor foram feitas de acordo com a escala de cor da CIElab relativa à iluminação padrão D65. Os resultados mostraram que para o grupo da resina composta Filtek Supreme, a fluorescência não foi detectada e as alterações de cor devido à pigmentação e remoção das mesmas foram menores do que em outros grupos. Já para as resinas compostas Gradia, Vit-I-escenceTM e Símile foi detectada a presença de fluorescência, mas houve alterações com a aplicação do selante de superfície e com os procedimentos de manchamento e remoção. Em relação à influência da aplicação de um selante de superfície sobre a fluorescência, os autores afirmaram que ele pode ter diminuído a sua transmissão e (ou) mesmo causado absorção.

Em seu estudo, Kolbeck et al.²⁷ (2006) tiveram como objetivo avaliar a estabilidade de cor em resinas compostas diretas (3) e indiretas (5), quando submetidas à irradiação (UV) e armazenamento em vinho tinto. Foram fabricados 16 corpos-de-prova com 5,0mm de altura e 6,0mm de diâmetro de cada material. Foi

utilizado um espectrofotometro para as medições iniciais e análise realizada pelo sistema CIElab. Realizou-se envelhecimento artificial por meio de lâmpada de xenônio filtrada (valor da irradiação: 765 W/m^2). Oito amostras de cada grupo foram envelhecidas e suas cores foram medidas com 24 e 72 horas. Oito amostras (controle) foram armazenadas em água deionizada com ausência de luz por dez dias. Posteriormente, todas as amostras foram armazenadas em vinho tinto e novas medidas foram realizadas dez dias após. Os autores classificaram os diferentes tipos de resinas de acordo com sua mudança de cor e concluíram que o armazenamento em vinho tinto causou maior alteração de cor do que o grupo que sofreu irradiação.

Fujita et al.¹⁷ (2006) avaliaram a mudança de cor que ocorre em dois tipos diferentes de resina composta, uma híbrida e uma de baixa densidade (flow), e um material de proteção de superfície após imersão em diferentes meios, água destilada, saliva artificial, café, chá verde e vinho tinto. Foram confeccionadas amostra das resinas com e sem o material de superfície; essas amostras em um ciclo de 24 horas eram imersas durante sete horas nos diferentes meios, e por desse sete em saliva artificial com mucina. A leitura de cor aconteceu com 24 horas, três dias, uma, duas e quatro semanas. Os resultados mostraram que as amostras de resina sem o selante de superfície foi mais sensível ao manchamento após quatro semanas. Quando as amostras eram seladas estas mostravam menor interferência dos meios de imersão. Os autores concluem que a utilização do selante de superfície é eficaz.

Nesse estudo Lee et al.²⁹ (2006) avaliaram a fluorescência de resinas compostas pelo método da subtração de leituras colorimétricas, no sistema de cores CIElab, utilizando ou não o componente (UV) do iluminante D65. Três discos de 38mm de diâmetro por 1mm de espessura para cada material foram confeccionados.

A leitura inicial ocorreu após 24 horas a 37°C e 100% de umidade, e uma nova leitura após o envelhecimento. A opalescência foi calculada a partir da subtração dos valores de reflectância pelos valores de transmitância. A diferença de fluorescência foi analisada antes e após um processo de envelhecimento acelerado que utilizou um ciclo de 40min apenas com luz, 20min de luz + spray de água, 60min apenas com luz e 60min apenas spray de água, totalizando 180min a cada ciclo. A energia total utilizada foi de 150kJ. Com o processo de envelhecimento, as resinas que tinham fluorescência inicial considerável (acima de $0,5\Delta E$) tiveram redução para valores abaixo de $0,5\Delta E$, o que foi considerado pelos autores como o desaparecimento desta propriedade nas resinas testadas. As medidas de opalescência não tiveram alteração significativa após o processo de envelhecimento acelerado.

A descoloração de dois diferentes tipos de resinas compostas nanohíbridas (Grandio, Voco e Filtek Supreme, 3M ESPE), duas microhíbridas (Filtek Z250, 3M ESPE e Quadrant LC, Cavex) e uma para dentes posteriores (Filtek P60, 3M ESPE) após exposição a diferentes tipos de bebidas (chá, refrigerante de cola, café, vinho tinto e água), foi estudada por Ertas et al.¹³ (2006). A cor das amostras foi mensurada antes e após a imersão nas diferentes soluções por um colorímetro pelo sistema CIElab e teve suas diferenças calculadas. Os resultados foram analisados pelos testes ANOVA e Tukey's HSD. De acordo com ANOVA, o material restaurador, o meio de imersão e a interação entre eles foram estatisticamente significante ($P = 0.0001$) em sua mudança de cor. Para todos os materiais testados a suscetibilidade ao manchamento em ordem crescente foi a seguinte: água, refrigerante de cola, chá, café e vinho tinto.

Beun et al.⁶ (2006) compararam a fração orgânica e as propriedades

mecânicas de três resinas nanoparticuladas e quatro híbridas e duas microparticuladas. O grau de conversão das resinas quando polimerizada por luz halógena e LED também foi investigado. As resinas nanoparticuladas foram Supreme, Grandio e Grandio Flow, duas microparticuladas foram A110 e Durafill VS e quatro microparticuladas universais (Point4, Tetric Ceran, Venus, Z-100). O peso das cargas das diferentes resinas compostas foi medido e a morfologia das partículas de carga foi determinada por microscópio. Também foram medidas as propriedades mecânicas como: módulo elástico estático e dinâmico, resitência flexural e microdureza Vickers. O grau de conversão em relação à profundidade de polimerização também foi avaliado. Como resultados obtiveram que as resinas nanoparticuladas, mostraram maior módulo elástico do que as microparticuladas e microhíbridas com exceção da Z-100. As resinas microparticuladas foram as que mostraram as menores propriedades mecânicas. A resitência flexural sofreu mudança significativa neste estudo. O grau de polimerização obtido com a luz halógena foi maior do que a com LED.

Arikawa et al.² (2006) avaliaram a influência do tamanho, formato e a quantidade das partículas na características de transmitância e cor de uma resina experimental. Uma mistura de 30 mol% de Bis-GMA e 70 mol% de TEGDMA foi preparada tendo como fotoiniciador a canforaquinona e um coiniciador NN dimetilaminoetil metacrilato. Foram adicionados quatro tipos de partículas esféricas diferentes em concentrações de 20, 30, 40% em volume. As características de transmissão de luz, incluindo as características de difusão de luz dos materiais, foram avaliadas. Os valores da cor e as diferenças de cor entre as cargas dos materiais testados foram avaliados. Materiais contendo partículas de carga menores e irregulares mostraram maior transmitância quando comparadas com resinas com

partículas de carga maiores e esféricas. Os autores concluem que a forma da carga, sua quantidade e o tamanho interferam na transmitância também alterando a cor e as características de difusão.

Yu et al.⁷³ (2007) analisaram a influência da adição de nanopartículas de dióxido de titânio (TiO₂) em relação às seguintes variáveis: opalescência, cor, translucidez e fluorescência de uma resina composta experimental. Uma matriz de resina foi formulada com 60% em peso de Bis-GMA e 40% em peso de TEGDMA. Partículas revestidas por silano (tamanho médio de partícula: 1,55 μ) foram adicionadas na proporção de 50% em peso na resina composta. Um agente de branqueamento fluorescente também foi acrescentado (peso 0,05%). Nanopartículas de TiO₂ (<40 nm) foram inseridas com concentrações de 0,01, 0,25 e 0,5% em peso. A cor refletida e a transmitida das amostras com 1 e 2mm de espessura foram medidas em relação à luz D65 com espectrofotômetros de reflexão, assim como calcularam-se a opalescência, translucidez e fluorescência. Os resultados obtidos demonstraram que ao se aumentar a concentração de TiO₂ de 0% para 0,5%, a opalescência subiu de 2,4 para 18,0 (UA), a translucidez diminuiu de 35,4 para 13,1 (UA) e a fluorescência permaneceu inalterada. Concluiu-se, então, que a adição de nanopartículas de TiO₂ aumentou significativamente a opalescência de resina compostas, deixando inalterado a fluorescência. Já a translucidez também alterou a cor ($p < 0,05$). Assim, resinas compostas com nanopartículas de 0,1-0,25 de TiO₂% poderiam simular a opalescência do esmalte humano.

Lee, Powers³² (2007) avaliaram as mudanças de cor e das coordenadas da cor após envelhecimento acelerado de resinas compostas mediante a medição da reflexão e transmitância. Para isso, foram utilizados sete diferentes tipos de resinas com espessura de 1mm. Após as medições iniciais as amostras foram envelhecidas com uma energia

total de 150kj/m². As mudanças apresentadas foram calculadas no modo de reflexão e transmitância e todas as resina utilizadas foram da cor A2. As mudanças na cor (ΔE^*_{ab}) e as mudanças nas coordenadas da cor (ΔL^* , Δa^* e Δb^*) foram analisadas pelo teste ANOVA ($p < 0.01$). Os resultados foram influenciados pelos valores de ΔE^*_{ab} , ΔL^* e Δa^* . Ainda mostram que há uma correlação significativa nas mudanças de cor medidas no modo de reflexão e transmitância ($r=0.91$). Concluíram que as mudanças de cor em relação ao modo de transmitância pode ser estimada com base na reflexão da cor.

Yazici et al.⁷² (2007) investigaram os efeitos de dois diferentes aparelhos fotopolimerizadores e duas soluções (café e chá) sobre a estabilidade de cor de uma resina composta híbrida e uma nanohíbrida após diferentes períodos de imersão. Trinta amostras em forma de disco (10mm de diâmetro, 2mm de espessura) foram confeccionadas para cada uma das resinas compostas, Clearfil AP-X e Filtek Supreme. Os espécimes foram polimerizados por luz halógena e Led, durante 40 segundos e aleatoriamente divididos em dois grupos. As amostras foram colocadas em estufa a 100% de umidade a 37°C por 24 horas. Em seguida, com um espectrofotômetro aferiram-se os valores iniciais da cor de cada amostra, utilizando o sistema CIElab. Após os registros, as amostras foram imersas em uma das duas soluções ou água destilada (controle). Depois de 1,7 e 30 dias de imersão, os valores de cor de cada amostra foram reavaliados registrando sua alteração. As mudanças de cor causadas pela imersão no chá e no café, para 30 dias, foram perceptíveis na amostras da resina composta Clearfil AP-X polimerizadas por quaisquer das fontes de luz. Nas amostras do compósito Filtek Supreme, o manchamento pelo café foi observado em todos os períodos e com a imersão no chá somente após 30 dias. Os autores concluíram que a polimerização com luz halógena ou Led não apresentaram diferenças significativa na estabilidade de cor

das resinas estudadas.

Lim et al.³⁵ (2007) avaliaram a emissão fluorescente e a diferença em cor de resinas compostas comerciais com a inclusão e exclusão do componente (UV) de uma luz convencional D65; também determinaram a influência da cor e da variação de cor pela luz (UV). Foram utilizados oito resinas compostas fotopolimerizáveis, com um total de 41 cores. Foram avaliadas a cor e a reflectância de amostras com 12mm de diâmetro e 1mm de espessura por uma espectrofotometro. Um filtro foi ajustado para incluir ou excluir a luz (UV) da luz D65. As diferenças em cor e as diferenças causadas nas coordenadas CIElab, provocadas pela inclusão ou exclusão do componente (UV), foram calculadas. A fluorescência foi influenciada pela marca e cor da resina composta e demonstrou uma significativa interação entre as variáveis, conforme o teste ANOVA ($p < 0,05$). Os autores concluíram que a emissão fluorescente das resinas compostas mostraram uma mudança na direção do azul e um acréscimo no brilho sob luz (UV).

Park et al.⁴⁴ (2007) em seu estudo buscaram determinar a emissão fluorescente de resinas compostas experimentais com a adição de um agente branqueador fluorescente. Foi proposta a incorporação de um complexo aromático em três tipos de matrizes orgânicas (Bis-GMA + UDMA + TEGDMA, Bis-GMA + TEGDMA ou UDMA + TEGDMA). O complexo aromático foi adicionado nas matrizes orgânicas em concentrações de 0,01%, 0,05% ou 0,1% em peso, e depois adicionados a 50% em peso às partículas de carga silanizadas. Foram confeccionados cinco corpos-de-prova de 10mm de diâmetro e 2mm de espessura para cada compósito experimental. O método de subtração utilizando medidas colorimétricas, já proposto pelos autores, foi utilizado para determinar a fluorescência, a qual foi mensurada antes e após ciclagem térmica de 500 e 1000

ciclos. Foi constatado que o aumento da concentração do complexo aromático elevou a intensidade de fluorescência das resinas e que o tipo de matriz utilizada afetou diretamente a fluorescência dos materiais.

Ogunyinka et al.⁴¹ (2007) estudaram o efeito químico de um fotoiniciador e um coiniador na reação de presa e grau de conversão de resinas compostas. O trabalho analisou o tipo e a concentração do fotoiniciador e coiniador na taxa de mudança de transmissão de luz ao longo de polimerização e também o grau de conversão das resinas compostas. Foram utilizados Bis-GMA e TEGDMA com razão de molar 6:4. Partículas de vidro silanizada 74% em peso contendo vários fotoiniciadores (canforoquinona; CQ, 1-fenil-1,2 propanodiona; PPD, benzil; BZ) e coiniador tipos (N, N-dimetil-p-etil éster do ácido aminobenzóico; DABE, N, N-metilnilina cianoetil; CEMA, N, N-dietanol-p-toluidina; DEPT) e concentração (0.0-0.3 DABE%) foram adicionadas às resinas. Foram polimerizadas por uma luz halógena ou LED pelo tempo de 10, 20 e 40 segundos. Os autores concluíram que a faixa espectral emitida de diferentes tipos de fotopolimerizadores e as características de absorção dos fotoiniciadores desempenham um papel crítico na eficiência de polimerização.

Luiz et al.³⁷ (2007) avaliaram o efeito de diversas bebidas sobre as propriedades da superficial e uma resina composta comercial (Charisma) polimerizada por LED. A dureza, absorção de componentes na superfície e porosidade foram analisadas por nano-indentação, fluorescência induzida por laser polarizado e pelo método do nitrogênio isotérmico para sorção e não desorção. As amostras com grau de polimerização de 70% foram imersas por 24 e 168 horas em bebida esportiva, iogurte, refrigerantes e vinho. Foram mostradas mudanças na superfícies das amostras por meio da fluorescência induzida por laser polarizado. As

mudanças sugerem que uma pequena camada das bebidas testadas foi absorvida pelas amostras. Foi mostrada a influência de cada bebida e do tempo no comportamento de todas as amostras. A quantidade de poros e os valores de microdureza não foram modificados após as imersões nos diferentes meios, a única exceção foi o iogurte, que apresentou uma dureza maior do que o grupo controle e a sua porosidade não pode ser medida devido ao pequeno tamanho dos poros e a baixa sensibilidade do método utilizado.

Em 2007, Brackett et al.⁷ tiveram como objetivo determinar a quantidade de cor residual amarela em resinas compostas fotoativadas por luz halógena e LED. Doze diferentes resinas compostas foram utilizadas com cores convencionais e para dentes clareados, sendo elas microparticuladas, híbridas e microhíbridas. A polimerização foi realizada pelos dois tipos de fotopolimerizadores. Todas as amostras contiam como fotoiniciador a canforoquinona. Após a polimerização, as amostras foram armazenadas no escuro por 24 horas e a seguir realizaram-se as leituras utilizando o sistema CIElab. Constataram que as amostras que apresentaram maior resíduo da cor amarela haviam sido polimerizadas com luz halógena. O potencial de produzir a cor amarelada não poderia ser prevista baseada no tipo de carga ou por sua cor, por isso sugerem que deve ser mais dependente da composição orgânica de cada resina composta. Os autores concluem que a seleção unidade fotopolimerizadora pode ter alta significância na alteração na quantidade de cor amarela residual. Resinas compostas polimerizada por luz halogena tendem a ter maior resíduo amarelado do que as polimerizadas por LED.

Os autores Song et al.⁵⁹ (2008) mediram a opalescência e fluorescência de resinas diretas e indiretas antes e após a polimerização para avaliar o influência do material, da cor do material e da combinação entre eles. As amostra de resinas

compostas foram confeccionadas em uma matriz que proporcionava medidas de 12mm de diâmetro e 1mm de espessura. Ambas amostras de resinas foram polimerizadas por 40s, com intensidade de 400mW/cm². O grupo de resina composta indireta sofreu uma segunda polimerização, como recomendado pelo fabricante, em uma panela de pressão a 135°C e pressão de 4.1×10^5 Pa em atmosfera de Nitrogênio por 20 min. Cinco amostras foram produzidas para cada cor de resina composta. Grupos de resinas diretas e indiretas foram formados perfazendo um total de 16 cores que foram investigadas após a polimerização quanto à cor, opalescência e fluorescência. Concluíram que as propriedades da opalescência e fluorescência dependem diretamente do material, da cor e do modo de polimerização.

Lee²⁸ (2008) determinou a influência do tamanho e quantidade de partícula de carga na diferença entre cor transmitida e refletida e translucidez em uma resina composta experimental. As amostras apresentaram medidas de 38mm de diâmetro e 1mm de espessura e foram medidas nos modos de reflectância e transmitância. A opalescência foi calculada com base na diferença das coordenadas azul-amarelo e vermelho-verde entre as cores transmitidas e refletidas. A translucidez foi calculada como a diferença entre a cor refletida sobre fundo branco e preto. A média da opalescência foi entre 1,0 e 5,7 e foi justificada como sendo devido à variação do tamanho e da quantidade de carga. A translucidez diminuiu quando a quantidade de carga foi aumentada sem ter o tamanho da carga alterada.

Lim et al.³⁶ (2008) estudaram se a distribuição de carga em uma resina determina a forma de interação com a luz, o que também poderia influenciar a cor, alterando o matiz, croma e valor. Nesse estudo foi avaliada a influência do tamanho e a quantidade de carga em relação à cor de uma resina experimental. A cor de

onze amostras de resinas compostas com dois tamanhos diferentes de carga com peso em porcentagem entre 10-70 foi mensuradas por um espectrofotometro. A mudança de cor foi avaliada pelo sistema CIElab. Constantes ópticas incluindo coeficiente de espalhamento, coeficiente de absorção e reflexão de luz foram calculados. Para determinar a influência da quantidade de carga nos parâmetros ópticos, a correlação entre a quantidade de carga em porcentagem e constantes ópticas foram calculadas. Como resultado obtiram que o espalhamento aumenta com a maior quantidade de carga. Concluíram que o brilho teve alta correlação com a quantidade de carga, mas esta correlação foi moderada quando comparada com croma e valor.

Em 2008, Koczorowska et al.²⁶ avaliaram as alterações das emissões de luz de resinas compostas, quando estimuladas por luz (UV). Três marcas comerciais de resina composta, na cor A3.5, foram analisadas. As amostras foram confeccionada em uma matriz que proporcina medidas de 20mm de diâmetro e 1,5mm de espessura. Após a polimerização, as amostras foram polidas em seus dois lados com pontas de borracha Polityp P e lavadas com água destilada. Antes dos testes, as amostras foram avaliadas para determinação da cor. Posteriormente, as amostras foram submetidas ao manchamento por café, chá, vinho tinto e água destilada. O volume de cada meio foi de 40ml e a estocagem foi em 37°C por 0.5, 1.0, 2.0, 5.5, 19, 43, 64 e 168 horas. Em cada momento as amostras foram lavadas com água destilada fazendo 10 imersões, secadas com papel toalha e submetidas à leitura de cor. Os resultados demonstraram que a exposição dos compósitos nos diferentes meios de imersão causou uma redução na intensidade da luminescência de até 40%, dependendo do tipo de bebida e do material avaliado. No caso especial da resina Durafill que apresentou baixa fluorescência, a exposição ao café

aparentemente causou aumento na intensidade de luminescência devido aos componentes do corante adsorvidos na superfície da amostra.

PROPOSIÇÃO

Avaliar, por meio de método instrumental, a fluorescência de resinas compostas em função da composição, do meio de imersão e do tempo de avaliação, a fim de testar as seguintes hipóteses:

- Não existe alteração na fluorescência das resinas compostas após o procedimento de imersão em diferentes meios e tempos de avaliação;
- Não existe diferença na fluorescência entre os diferentes tipos de resinas compostas.

Com a finalidade de comprovar tais hipóteses, foram avaliados os seguintes fatores e níveis de variação

1) Resinas compostas (5 níveis)

- a. Esthet X - (Dentsply);
- b. 4 Seasons - (Ivoclar - Vivadent);
- c. Supreme XT - (3MESPE);
- d. Venus - (Heraeus - Kulzer);
- e. Vit~l~escence - (Ultradent).

2) Meios de imersão (5 níveis)

- a. Solução de café;
- b. Refrigerante de cola;
- c. Saliva artificial;
- d. Suco de laranja;
- e. Vinho tinto.

3) Tempos de avaliação (6 níveis)

- a. T0 - Após confecção dos corpos sem imersão em saliva artificial;
- b. T1 - Vinte e quatro (24) horas após imersão em saliva artificial;
- c. T2 - Vinte e quatro (24) horas após T1, com imersão nas soluções;
- d. T3 - Sete (7) dias após T1, com imersão nas soluções;
- e. T5 - Quatorze (14) dias após T1, com imersão nas soluções;
- f. T6 - Vinte e um (21) dias após T1, com imersão nas soluções.

MATERIAL E MÉTODO

Para a realização do presente trabalho foram utilizadas cinco diferentes resinas compostas fotopolimerizáveis, conforme apresentados nas tabelas nº 1, 2, 3, 4 e 5.

Tabela 1 - Apresentação resina composta Esthet-X

Nº DO LOTE	FABRICANTE	CLASSIFICAÇÃO	COR	MATRIZ ORGÂNICA	COMPOSIÇÃO INORGÂNICA
041026	Dentsply/Caulk- Milford, DE, USA19963-0359	Micro-Híbrida	A ₂	Bis-GMA Uretano modificado Bisfenol-A Dimetacrilato etoxilado (Bis-EMA) TEGDMA	Vidro de borossilicato de flúor alumínio e bário silanizados Sílica coloidal Sílica nanométrica



FIGURA 1 - Resina composta Esthet-X.

Tabela 2 - Apresentação resina composta 4Seasons

Nº DO LOTE	FABRICANTE	CLASSIFICAÇÃO	COR	MATRIZ ORGÂNICA	COMPOSIÇÃO INORGÂNICA
K04448	Ivoclar Vivadent AG Bendererstrass 2 FL-9494 Schaan Liechtenstein	Híbrida de partículas finas	A ₂ E	Bis-GMA Dimetacrilato de uretano Trietilenoglicol- dimetacrilato	Vidro de bário Trifluoreto de itérbio Vidro de fluorsilicato de Ba-Al Dióxido de silício Óxidos mistos esferoidais

**FIGURA 2 - Resina composta 4Seasons.****Tabela 3 - Apresentação resina composta Filtek Supreme XT**

Nº DO LOTE	FABRICANTE	CLASSIFICAÇÃO	COR	MATRIZ ORGÂNICA	COMPOSIÇÃO INORGÂNICA
7jy	3M ESPE Irvine, CA 92714 USA	Nanoparticulada	A ₂ E	Bis-GMA UDMA TEGDMA Bis-EMA	Combinação de agregados de matriz de Zircônia/Silica tamanho médio de 0,6 a 1,4 micron e incorporação de Silica agregada/ não agregada

**FIGURA 3 - Resina composta Filtek Supreme XT.**

Tabela 4 - Apresentação resina composta Venus

Nº DO LOTE	FABRICANTE	CLASSIFICAÇÃO	COR	MATRIZ ORGÂNICA	COMPOSIÇÃO INORGÂNICA
010134	Heraeus-Kulzer GmbH 6345 Hanau (Germany)	Micro-híbrida	A ₂	Bis-GMA	Vidro de bário alumino fluoretado Dióxido de silício disperso

**FIGURA 4 - Resina composta Venus.****Tabela 5 - Apresentação resina composta Vit-I-escence**

Nº DO LOTE	FABRICANTE	CLASSIFICAÇÃO	COR	MATRIZ ORGÂNICA	COMPOSIÇÃO INORGÂNICA
B09BB	Ultradent Products, Inc. 505 West 10200 South South Jordan, Utah 84095	Micro-híbrida	A ₂	Bis-GMA	Vidro de Estrôncio Boro Alumina Silicato

**FIGURA 5 - Resina composta Vit-I-escence.**

Meios de imersão empregados:

A) Saliva Artificial

A fórmula da saliva artificial é elaborada pela Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP.

Tabela 6 - Composição para a quantidade de 1000g.

SUSTÂNCIA	QUANTIDADE
Cloreto de Potássio	0,96g
Cloreto de sódio	0,67g
Cloreto de Magnésio	0,04g
Fostato de Potássio	0,27g
Cloreto de Cálcio	0,12g
Nipagin	0,01g
Nipasol	0,10g
Carboxil Metil Celulose	8,0g
Sorbitol	24g
Água	qsp - 1000ml.

B) Refrigerante do tipo cola

Os ingredientes do refrigerante são: água gaseificada, açúcar, extrato de noz de cola, cafeína, corante caramelo IV, acidulante INS 338 e aroma natural. O produto foi utilizado em temperatura de consumo $\pm 10^{\circ}\text{C}$.

Produto: Coca-cola®. Produzido e envasado por Cia. Fluminense de Refrigerantes (RE) – Av. D, Pedro n. 87. Porto Real,RJ.

C) Café solúvel granulado

Os ingredientes do café não foram fornecidos pelo fabricante. Para a obtenção do café foram utilizados 20g de pó e 250ml de água filtrada. O produto foi utilizado na temperatura de $\pm 70^{\circ}\text{C}$.

Produto: Café solúvel granulado Nescafé Tradição Forte. Produzido por Nestlé do Brasil. Fábrica: Av. Zurita, 929 – Araras – São Paulo.

D) Suco de Laranja

Os ingredientes do suco de laranja são: água, açúcar, suco concentrado de laranja, aroma natural, acidulante, ácido cítrico e antioxidante ácido ascórbico. O produto foi utilizado na temperatura de $\pm 10^{\circ}\text{C}$.

Produto: Suco de laranja Del Valle Mais – Néctar – Coca-cola. Fabricado e envasado por Mais Indústria de Alimentos S.A. Fazenda Giuclube s/n° Canivete – Linhares – Espírito Santo.

E) Vinho Tinto

Os ingredientes do vinho são: uva Cabernet Sauvignon, conservantes INS 220, INS 202, mosto de uvas viníferas fermentado e com teor alcoólico de 13,0° G.L./% vol. O produto foi utilizado em temperatura ambiente.

Produto: Santa Carolina Chile Reservado Cabernet Sauvignon. Produzido e engarrafado no Chile por Viña Santa Carolina S.A. Til Til 2228, Macul, Santiago, Chile.

Planejamento Experimental

Para o presente estudo, os materiais, os meios de imersão e o tempo foram planejados do seguinte modo:

A) Resina Composta (RC)

RC1 - Esthet X;

RC2 - 4 Seasons;

RC3 - Supreme XT;

RC4 – Venus;

RC5 - Vit~l~escence.

B) Meios de imersão (MI) com 5 níveis:

MI1 - Saliva artificial;

MI2 - Refrigerante de cola;

MI3 - Solução de café;

MI4 - Suco de Laranja;

MI5 - Vinho Tinto.

C) Tempos de observação (T) com 7 níveis:

T0 - Após confecção dos corpos;

T1 - Vinte e quatro (24) horas após imersão em saliva artificial;

T2 - Vinte e quatro (24) horas após T1, com imersão nas soluções;

T3 - Sete (7) dias após T1, com imersão nas soluções;

T4 - Quatorze (14) dias após T1, com imersão nas soluções;

T5 - Vinte e um (21) dias após T1, com imersão nas soluções.

Foram confeccionados cinco corpos-de-prova para cada condição experimental, ou seja, diferentes marcas comerciais e soluções (n=5). Estes corpos-de-prova foram selecionados por sorteio aleatório, para que possíveis erros fossem distribuídos uniformemente.

Confeção da matriz

Para obtenção dos corpos-de-prova foi confeccionada uma matriz em aço inoxidável, formada por duas partes encaixadas e justapostas: uma parte superior na forma de cilindro oco com 30,0mm de altura e 30,0mm de diâmetro apresentando um orifício central de 10,0mm de diâmetro, com interior perfeitamente liso (figuras 6 e 7) e outra parte inferior na forma de dois cilindros sobrepostos, sendo o superior com 10,0mm de diâmetro, com a superfície externa perfeitamente lisa formando um êmbolo de 30,0mm de altura e uma base inferior de 30,0mm de diâmetro e 10,0mm de altura (figuras 8 e 9). As duas partes quando encaixadas apresentam uma justaposição perfeita (figura 12).



FIGURA 6

Parte superior da matriz – Vista Lateral.



FIGURA 7

Parte superior da matriz – Vista Superior.



FIGURA 8

Parte inferior da matriz – Vista Lateral.



FIGURA 9

Parte inferior da matriz – Vista superior.

**FIGURA 10**

Espaçador – Vista Lateral.

**FIGURA 11**

Espaçador – Vista Superior.

Acompanhando a matriz existe um espaçador de 1,0mm de espessura, 30,0mm de diâmetro e com um orifício de 10,0mm de diâmetro (figuras 10 e 11) que, quando encaixado entre as partes superior e inferior da matriz, faz com que a parte superior da matriz fique 1mm mais alta que a inferior, proporcionando a espessura adequada do corpo-de-prova (figura 13).

**FIGURA 12**

Conjunto Matriz/Espaçador– Vista Lateral.

**FIGURA 13**

Conjunto Matriz/Espaçador– Vista Superior.

Confecção dos corpos-de-prova

Para a confecção dos corpos-de-prova, a resina foi inserida com auxílio de espátula para resina (modelo PF1 - G3 - TN - Cosmedent, INC - Chicago - IL), (figura 14), no espaço criado na parte superior da matriz metálica com o espessador, em incremento único (figura 15). Com a própria espátula foi criado um espaço na borda da massa da resina (figura 16) para a inserção da extremidade de um fio de nylon (Max Force - Daiyama - Japan) com aproximadamente 5,0cm de comprimento (figura 17). Sobre este conjunto foi posicionada uma tira de poliéster (K-dent - Quimidrol - Joinville - SC) (figura 18) e em seguida uma placa de vidro (Daufenbach & Daufenbach Ltda – Criciúma – SC) e finalmente todo o conjunto recebeu uma pressão digital (figura 19).



FIGURA 14

Espátula para inserção de resina composta.

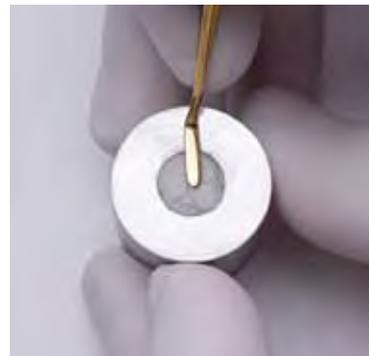
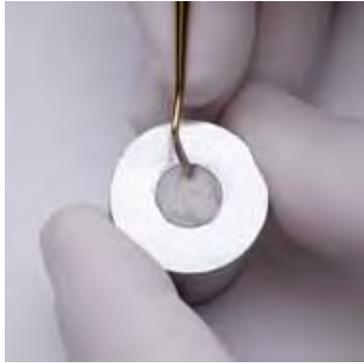


FIGURA 15

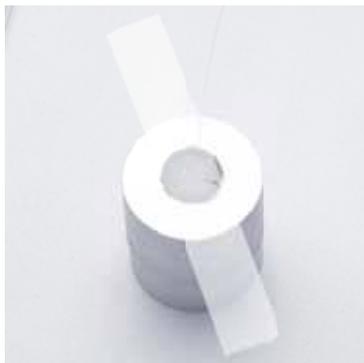
Inserção da resina composta na matriz.

**FIGURA 16**

Abertura para inserção do fio de nylon.

**FIGURA 17**

Inserção do fio de nylon.

**FIGURA 18**

Tira de poliéster posicionado sobre a resina composta.

**FIGURA 19**

Placa de vidro posicionada sobre resina composta/tira de poliéster com pressão digital.

Foi utilizado no experimento, um fotopolimerizador de luz halógena (Demetron-Optilux 501 Research Corp.), (figura 20). O aparelho foi previamente aferido para verificar a intensidade de luz produzida ($650\text{mW}/\text{cm}^2$), por meio de um radiômetro presente no próprio aparelho. O corpo-de-prova foi polimerizado pelo tempo indicado

por cada fabricante (20 segundos para todas as marcas utilizadas neste estudo), no topo com a ponta do fotopolimerizador posicionada em contato com a placa de vidro, a uma distância de 1,0cm do compósito, referente à espessura da placa (figura 21). Os corpos-de-prova apresentaram-se padronizados com dimensões de 10,0mm de diâmetro e 1,0mm de espessura (figura 22).



FIGURA 20

Fotopolimerizador Demetron Optilux 501.



FIGURA 21

Fotopolimerização da resina composta.



FIGURA 22

Apresentação da resina composta.

Confecção do recipiente de armazenagem

Para a armazenagem das amostras de resina composta foi utilizado um recipiente plástico com tampa de tamanho de 20,0x13,5cm (figura 23). Com o objetivo de otimizar o tempo de imersão das amostras nos diferentes meios e sua lavagem em água corrente, criamos um dispositivo onde os corpos de prova ficaram suspensos. O aparato é composto por três partes: a primeira se apresenta em forma de um cubo retangular construído por hastes de madeira (palitos de espeto – Theoto – Proplastik – Santos - SP) recobertos por plástico (canudo de refrigerante colorido marca Regina – Presidente Prudente - SP) (figura 24), com tamanho compatível com o recipiente plástico. As cores representaram os diferentes meios de imersão (tabela 7). A segunda parte é um retângulo confeccionado com os mesmos materiais e de mesma cor e que se encaixa perfeitamente na parte superior da primeira parte. Este retângulo recebeu cinco hastes na sua transversal, todas de cores diferentes, codificando as diferentes marcas de resinas compostas (figura 25, tabela 8). A terceira parte é composta por um primeiro fio ortodôntico grosso (Morest - Fio standard - Cr-Ni - Morelli Ortodontia - Sorocaba - SP) trançado formando um gancho, amarrado às hastes transversais, dispostos de forma equidistantes. Na extremidade deste primeiro fio se encaixa um segundo fio ortodôntico (fio para amarril 0,25mm F1-25 – 0,25mm – Morelli Ortodontia – Sorocaba - SP) trançado juntamente com uma mola (Coaxial Wire – Orthosource – USA). Nesse conjunto é preso o fio de nylon com a amostra (figura 26). Todo esse conjunto é posicionado dentro do recipiente plástico e recebeu 250ml de saliva artificial ou os meios de imersão estudados.

Tabela 7 - Cores representantes dos diferentes meios de imersão

MEIO DE IMERSÃO	COR
Saliva artificial	branco
Refrigerante de cola	vermelho
Solução de café	azul
Suco de laranja	amarelo
Vinho tinto	verde

Tabela 8 - Cores representantes das diferentes resinas compostas

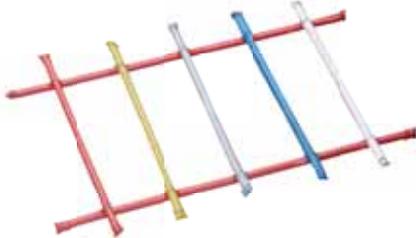
RESINA COMPOSTA	COR
Esthet-X	vermelho
4Seasons	amarelo
Filtek Supreme XT	verde
Venus	azul
VIT-Bondescence	branco

**FIGURA 23**

Recipiente plástico para armazenamento das amostras.

**FIGURA 24**

Parte inferior do dispositivo para suspensão das amostras.

**FIGURA 25**

Parte superior do dispositivo para suspensão das amostras.

**FIGURA 26**

Parte superior do dispositivo com amostras suspensas.

Análise da fluorescência.

A intensidade de emissão fluorescente das amostras foi captada pelo aparelho de espectrofotômetro (Spex Triax Fluorolog 3, Jobin Yvon - Número de Série: 0135B-3-99) situado no laboratório do Instituto de Física da Universidade de Ribeirão Preto (figura 27). O comprimento de onda foi compreendido entre 400nm e 700nm; os raios excitatórios emitidos foram calibrados para que incidam no corpo-de-prova com um comprimento de onda de 390nm, saindo por um orifício de emissão de 1,0mm e entrando por um orifício de recepção de 0,5mm. A câmara interna desse aparelho possui uma base experimental, onde é fixada a amostra, com fita adesiva dupla face, para realização da leitura de emissão fluorescente (figura 28). Esta base experimental posiciona o corpo-de-prova com um ângulo de $22,5^\circ$ em relação ao orifício de emissão para evitar qualquer reflexão para o orifício de recepção.

Esse registro foi visualizado mediante uma curva de intensidade de fluorescência (ordenada y) em função do comprimento de onda (abscissa x) (figura 29). Dessa maneira, foi possível determinar para cada amostra em estudo, sua respectiva fluorescência, identificando seu comprimento de onda e o pico de maior intensidade. A partir do comprimento de onda de 700nm, o aparelho foi automaticamente desligado, não havendo medições a partir desse ponto.



FIGURA 27

Espectrofotômetro - Spex Triax Fluorolog 3.

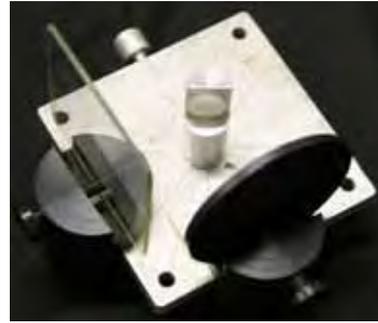


FIGURA 28

Vista base experimental espectrofotômetro com amostra posicionada.

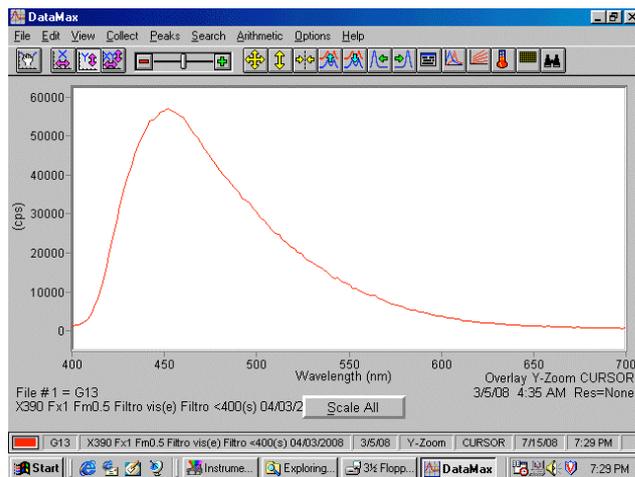


FIGURA 29

Curva de intensidade de fluorescência.

Tratamento dos corpos-de-prova

Os corpos-de-prova foram analisados quanto à sua fluorescência logo após sua polimerização (T0), posteriormente esses foram levados à saliva artificial no recipiente plástico (figura 30) e armazenados em estufa (estufa de cultura – modelo 002 – CB – Fanen Ltda – São Paulo – SP) a temperatura de $37^{\circ}\text{C} \pm 1$. Após o período de 24 horas de imersão em saliva, foram realizadas novas medidas de fluorescência nos corpos-de-prova (T1) e logo em seguida esses foram imersos em saliva artificial em seus respectivos recipientes plásticos e novamente mantidos em estufa a temperatura de $37^{\circ}\text{C} \pm 1$ por mais 24 horas, durante este último período foram realizadas imersões nos recipientes plásticos identificados contendo os diferentes meios na quantidade de 250ml, solução de café, suco de laranja, refrigerante de cola vinho tinto (figuras 31, 32, 33 e 34) e ao final das 24 horas nova leitura foi realizada (T2). Os procedimentos de imersões ocorreram diariamente, por três vezes, durante cinco minutos com intervalos de quatro horas entre as imersões. Sendo que após cada imersão nos diferentes meios, os corpos-de-prova foram lavados em água corrente (figura 35), secos em papel toalha e permaneceram imersos em saliva artificial, mantidos em estufa a uma temperatura de $37^{\circ}\text{C} \pm 1$ até o momento determinado para a realização das próximas leituras (T3, T4 e T5). Para o grupo controle (saliva) os corpos-de-prova foram mantidos em estufa a $37^{\circ}\text{C} \pm 1$ com troca semanal da saliva artificial.



FIGURA 30

Meio de imersão – saliva.



FIGURA 31

Meio de imersão – café.



FIGURA 32

Meio de imersão – suco de laranja.



FIGURA 33

Meio de imersão – refrigerante de cola.

**FIGURA 34**

Meio de imersão – vinho tinto.

**FIGURA 35**

Processo de lavagem das amostras em água corrente.

RESULTADO

1. FINALIDADE

Visando comparar se há diferença entre os valores médios da intensidade de fluorescência das resinas utilizadas no estudo, de acordo com os diferentes meios de imersão e tempos de medição, os dados obtidos foram tabulados para a realização da análise descritiva (médias, desvio-padrão e percentuais). As informações obtidas foram submetidas à ANOVA e posteriormente foi aplicado o teste de comparações múltiplas, teste de Tukey para contraste entre as médias ($\alpha = 0,05$).

O objetivo do estudo foi comparar o comportamento da intensidade de fluorescência de diferentes resinas ao longo do tempo, e quando estas foram submetidas aos diversos meios de imersão. Para tal comparação foi adotado o critério da intensidade de fluorescência das mesmas, cuja unidade de medição é UA (Unidade Absoluta).

2. ESTUDO DESCRITIVO

Para possibilitar a comparação das resinas do estudo, é importante realizar um breve estudo descritivo a respeito do comportamento delas de maneira geral, bem como quando analisadas de acordo com o meio de imersão e o tempo de medição em que são observadas.

Primeiramente observou-se o comportamento da intensidade de fluorescência, de acordo com cada um dos tipos de resina, meios de imersão e tempo, como segue:

a) De acordo com o tipo de resina:

Tabela 9 - Valores das Intensidades de Fluorescência por tipo de Resina

<i>Estatística</i>	<i>Esthet-X</i>	<i>4Seasons</i>	<i>Filtek Supreme XT</i>	<i>Venus</i>	<i>Vit~l~escence</i>
Valor Mínimo	2409	12460	2245	4130	9293
Média	7568	46750	6785	21820	31800
Desvio Padrão	2640	16019	2333	8554	11707
Valor Máximo	15430	86730	14640	38940	63880

Analisando a Tabela 9, é possível verificar que a resina 4Seasons é a que apresenta a maior intensidade média de fluorescência, seguida pela resina Vit~l~escence e Venus consecutivamente. Também de forma consecutiva, verificou-se que os menores valores médios da intensidade de fluorescência foram alcançados pelas resinas Supreme XT e Esthet-X, as quais apresentaram comportamentos semelhantes.

Observou-se, ainda, o comportamento da intensidade de fluorescência individualmente de cada resina, e o seu comportamento quando submetido aos diferentes meios de imersão, nos diferentes tempos do estudo.

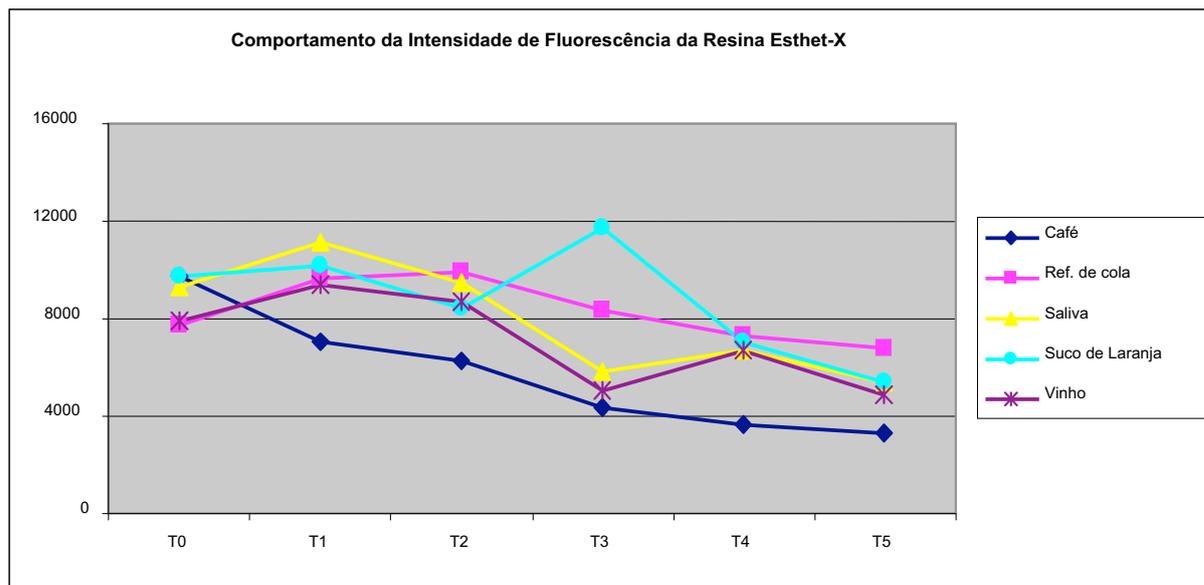


GRÁFICO 1 - Comportamento da Intensidade de Fluorescência da resina Esthet-X nos diferentes meios.

No Gráfico 1 é possível observar que a resina Esthet-X apresenta intensidade de fluorescência em níveis baixos desde o tempo T0. No tempo T1, em que se tinha somente imersão em saliva, os valores se mantiveram muito próximos e, após o tempo T2, quando se iniciaram as imersões nos diferentes meios, os valores apresentaram um decréscimo constante em todos os meios, com exceção do suco de laranja, no tempo T3.

Também foi possível constatar que, ao longo do tempo, a intensidade de fluorescência das amostras que foram imersas no café foi a mais baixa, seguida pelas que foram imersas no vinho. Visualiza-se, ainda, que as amostras que foram imersas no refrigerante de cola, saliva e suco de laranja foram as que apresentaram maiores valores de intensidade de fluorescência.

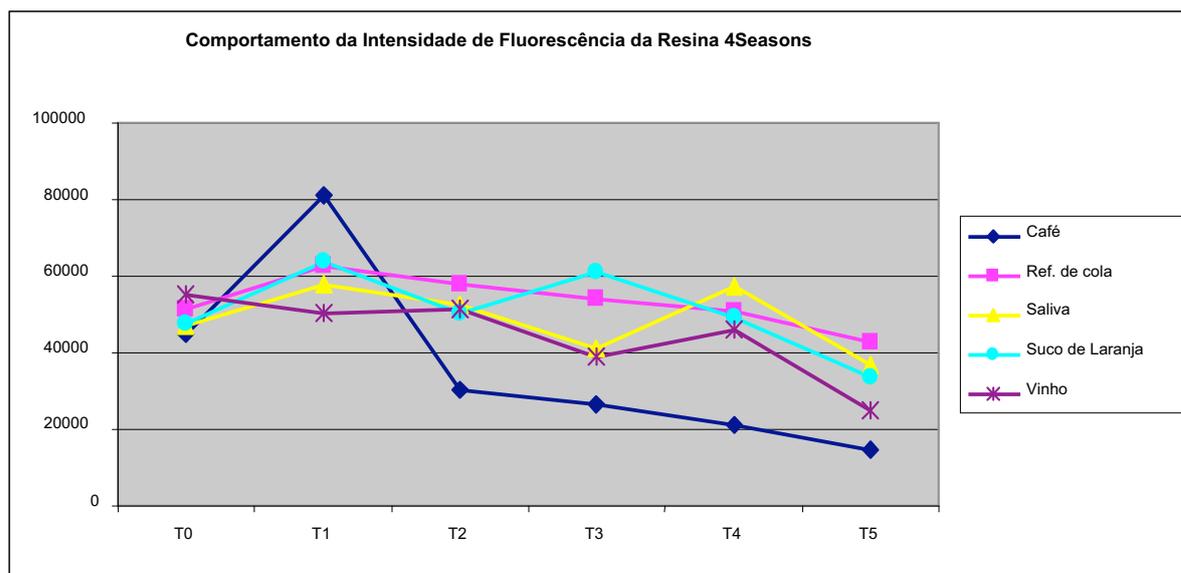


GRÁFICO 2 - Comportamento da Intensidade de Fluorescência da resina 4Seasons nos diferentes meios.

No Gráfico 2, observa-se que no tempo T0 as amostras se apresentam de forma geral muito uniformes, já no tempo T1 pode-se verificar que ocorreu um leve aumento na intensidade de fluorescência, mas é a partir do tempo T2 que ocorre um decréscimo acentuado, mantendo este padrão até o tempo T5, em todos os meios de imersão. Mesmo assim, esta resina apresenta intensidade de fluorescência maior do que as outras resinas avaliadas neste estudo. As amostras da 4Seasons que foram imersas no café foram as que apresentaram os menores valores, seguidas novamente pelas amostras que foram imersas no vinho. Percebe-se ainda que, de maneira análoga à resina Esthet-X, as amostras imersas em refrigerante de cola, saliva e suco de laranja foram as que apresentaram os maiores valores de intensidade de fluorescência.

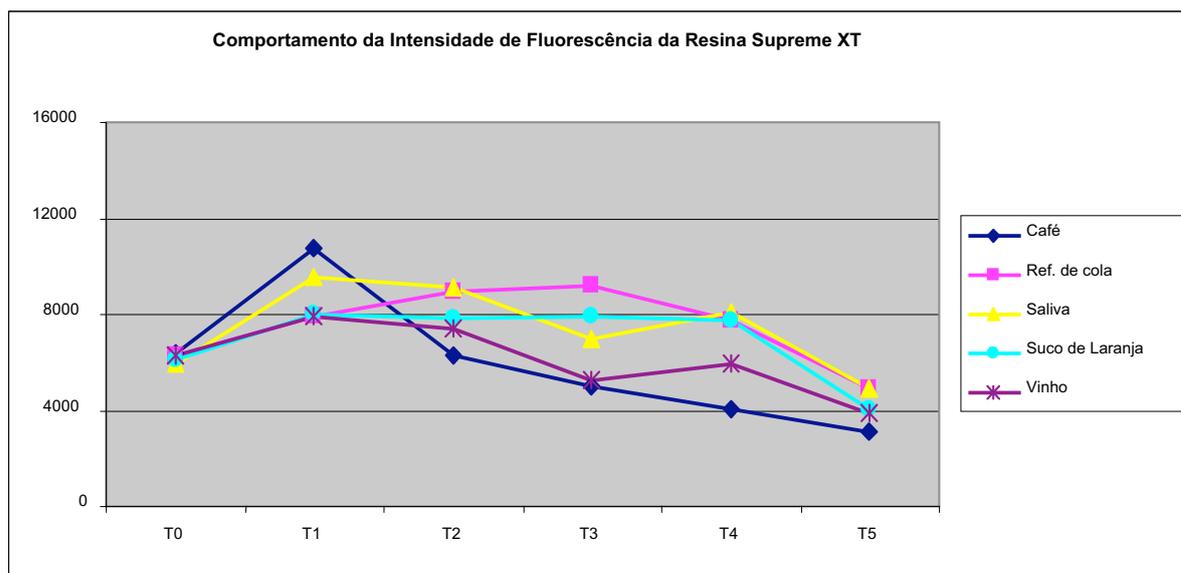


GRÁFICO 3 - Comportamento da Intensidade de Fluorescência da resina Filtek Supreme XT nos diferentes meios.

Pelo Gráfico 3 observa-se que a resina Supreme XT no tempo T0 também se mostrou uniforme e, no tempo T1, registrou-se um acréscimo na presença de saliva. Quando se iniciaram as imersões nos diferentes meios, no tempo T2, as amostras apresentaram decréscimo até a última leitura, T5. Verificou-se também que a partir do tempo T2, as amostras imersas em café e vinho tiveram resultados destacadamente inferiores do que as amostras imersas nos demais meios, refrigerante de cola, saliva e suco de laranja. De forma geral, a resina Supreme XT apresentou valores baixos de intensidade de fluorescência quando comparada com a resina 4Seasons, Vit-escense e Venus.

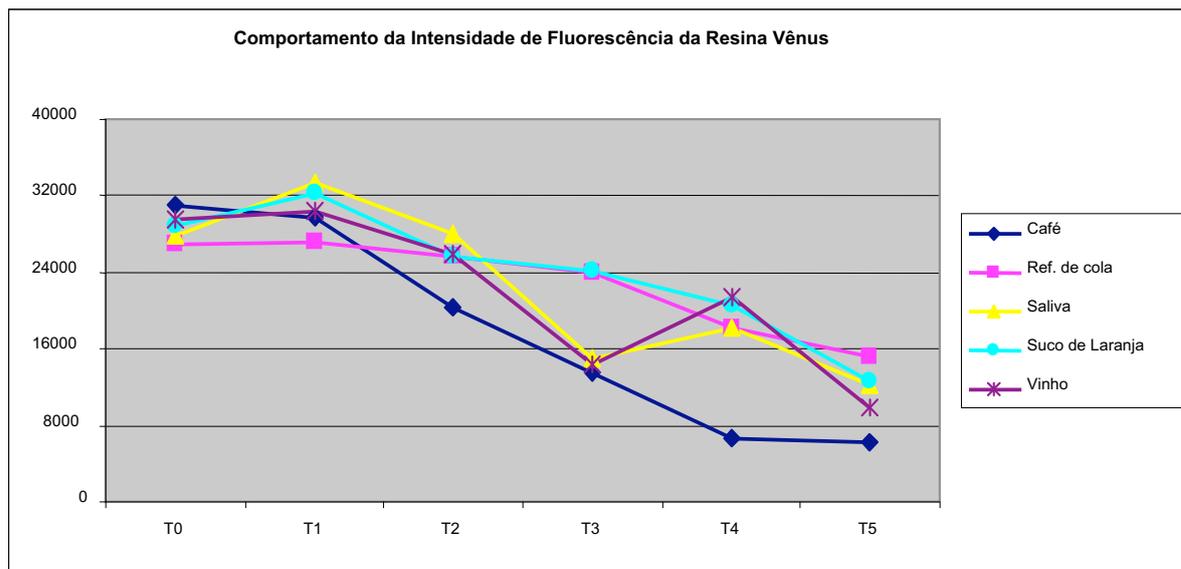


GRÁFICO 4 - Comportamento da Intensidade de Fluorescência da resina Venus nos diferentes meios.

Como ilustra o Gráfico 4, a resina Venus apresenta valores de intensidade de fluorescência no tempo T0 e T1 muito semelhantes, a partir do tempo T2 o decréscimo acontece para todos os meios, com exceção do vinho no tempo T4. As amostras que foram imersas em vinho não apresentaram intensidades de fluorescência tão inferiores às que foram imersas em saliva, refrigerante de cola e suco de laranja. O café foi o meio de imersão que manteve os níveis de fluorescência mais baixos.

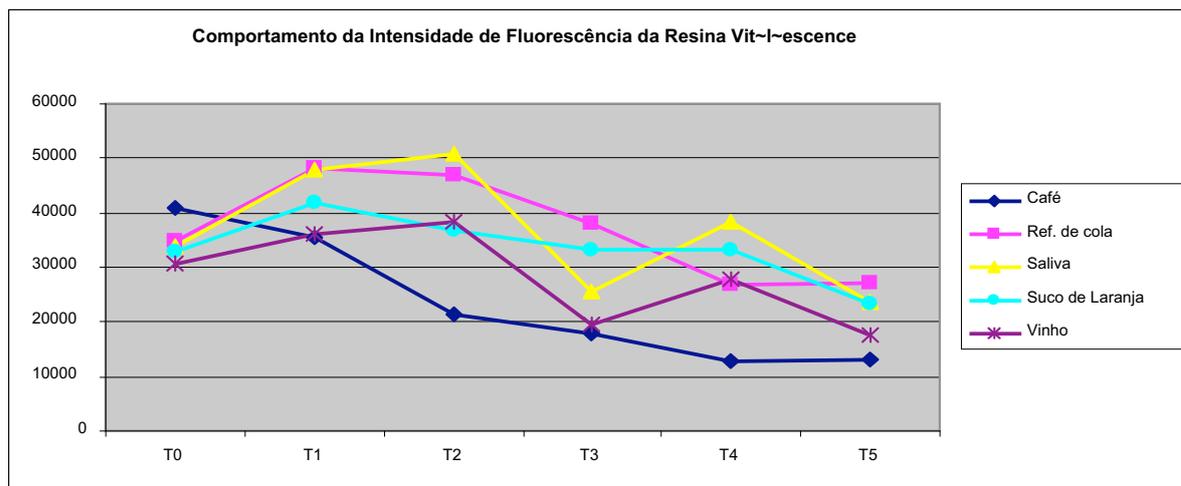


GRÁFICO 5 - Comportamento da Intensidade de Fluorescência da resina Vit-I-escense nos diferentes meios.

Diante do exposto no Gráfico 5, verificou-se um aumento na intensidade de fluorescência do tempo T0 para o T1, já quando analisado o tempo T2, as amostras se apresentaram de forma irregular, sendo que as amostras de vinho e saliva apresentaram acréscimo de valores. No tempo T3 todas as amostras apresentaram decréscimo nas intensidades de fluorescência, como o esperado. A irregularidade acontece novamente com as amostra de saliva e vinho no tempo T4, quando apresentaram acréscimo comparado ao tempo anterior. Mesmo com essas variações, as amostras imersas em vinho e café foram as que apresentaram os menores valores de intensidade de fluorescência, seguidas por saliva, suco de laranja e refrigerante de cola.

Comparativamente, a resina Vit-I-escense apresenta alta intensidade de fluorescência aproximando-se da resina 4Seasons.

b) De acordo com o meio de imersão:

Tabela 10 - Valores das Intensidades de Fluorescência dos diferentes Meios de Imersão

<i>Estatística</i>	<i>Café</i>	<i>Refrigerante de cola</i>	<i>Saliva</i>	<i>Suco de Laranja</i>	<i>Vinho</i>
Valor Mínimo	2245	3980	3662	3302	2782
Média	17930	25790	24630	24810	21570
Desvio Padrão	17054	19117	18191	17866	16812
Valor Máximo	86730	80020	73970	76640	73320

De acordo com o exposto na Tabela 10, verifica-se que café e vinho, nessa ordem, são as substâncias que apresentam os menores valores de intensidade de fluorescência. Já o refrigerante de cola, a saliva e o suco de laranja apresentam medianas muito próximas, sendo que o refrigerante de cola é a substância que apresenta a maior média, seguida pela saliva e pelo suco de laranja.

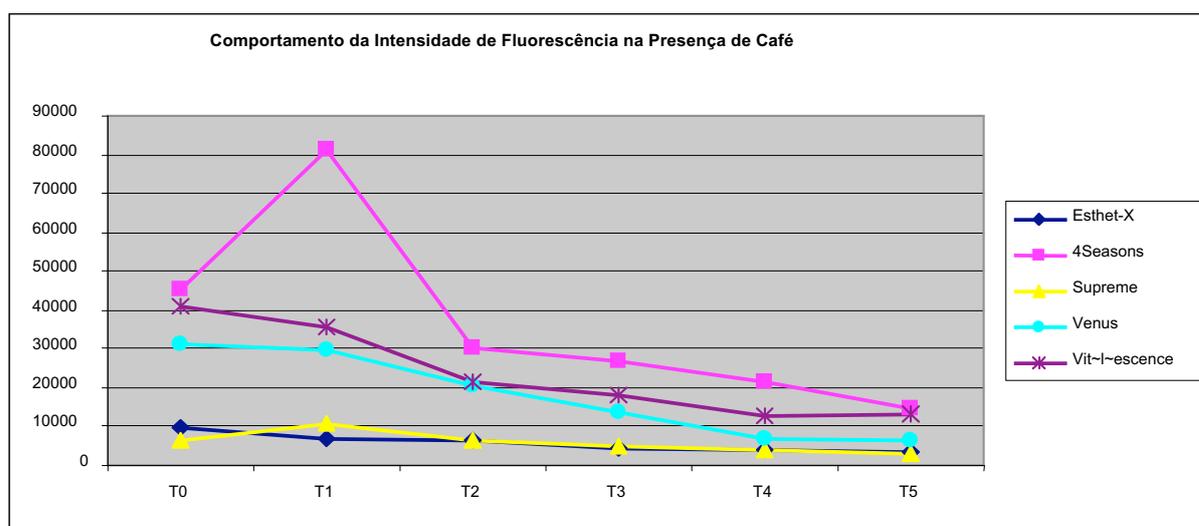


GRÁFICO 6 - Comportamento da Intensidade de Fluorescência das diferentes resinas no meio Café.

No Gráfico 6, observa-se que em T0 não houve imersão em nenhuma substância e que no tempo T1 as amostras foram somente imersas em saliva, ainda que já tivessem sido divididas em grupos, percebe-se que quando as amostras são imersas no café, as amostras da resina 4Seasons apresentaram os maiores resultados de intensidade de fluorescência. Abaixo dela aparecem as amostras da Vit-I-escence e Venus, respectivamente.

Verifica-se ainda que as resinas Esthet-X e Supreme XT são as que apresentaram os menores valores de intensidade de fluorescência quando imersas em café, em diferentes tempos, sendo que os valores obtidos por ambas, como ilustrado no Gráfico 8, foram bem abaixo dos valores das demais resinas do estudo.

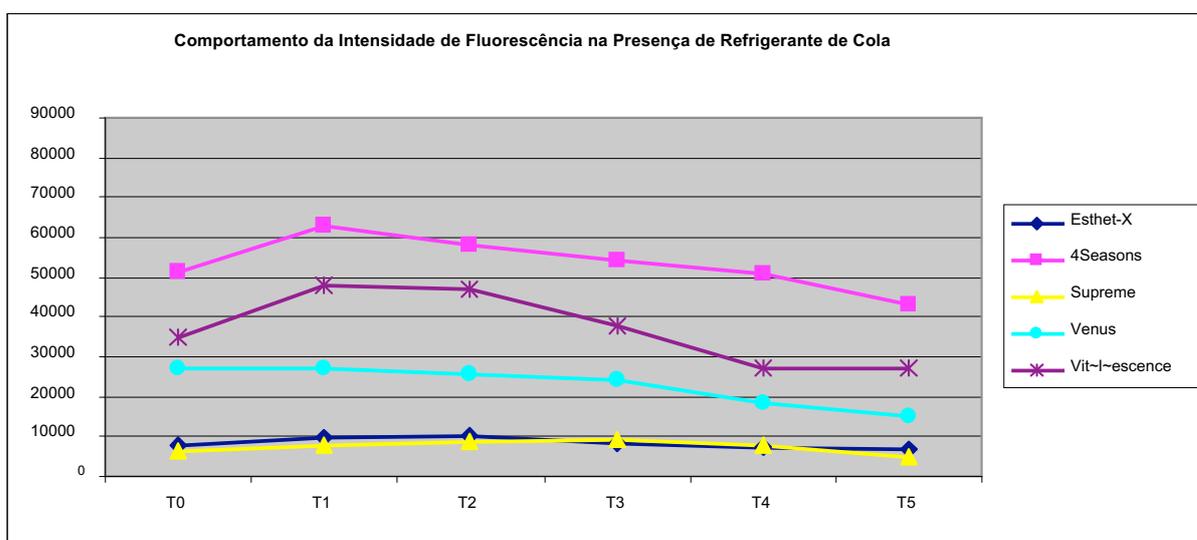


GRÁFICO 7 - Comportamento da Intensidade de Fluorescência das diferentes resinas no meio Refrigerante de Cola.

Da mesma forma que ocorreu com as amostras imersas em café, no Gráfico 7 nota-se que dentre as amostras que foram imersas no refrigerante de cola, a resina 4Seasons foi a que obteve os maiores valores de intensidade de fluorescência,

seguida novamente pelas amostras da resina Vit-I~escence e Venus, respectivamente.

Novamente nota-se que as Resinas Esthet-X e Supreme XT são as que apresentam os menores valores de intensidade de fluorescência ao longo do tempo quando imersas em refrigerante de cola.

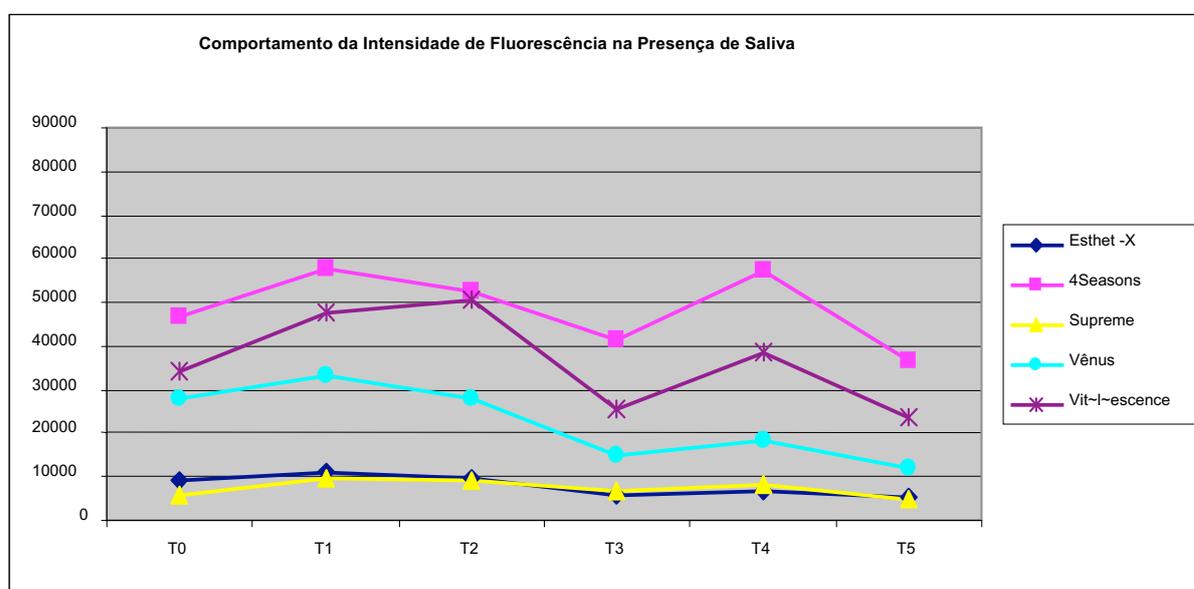


GRÁFICO 8 - Comportamento da Intensidade de Fluorescência das diferentes resinas no meio Saliva.

No Gráfico 8 visualiza-se que mesmo quando as amostras do estudo são imersas somente em saliva sofrem algumas alterações. De modo geral, no início do contato com o meio, tempo T1, a intensidade de fluorescência apresenta um pequeno aumento, mas com o decorrer do tempo a tendência é a diminuição dos valores. Mesmo assim, as amostras da resina 4Seasons são as que apresentam os maiores valores de intensidade de fluorescência, sendo que abaixo de tal resina aparecem a Vit-I~escence e Venus, respectivamente. Ainda mais abaixo destas, figuram as resinas Supreme XT e Esthet-X.

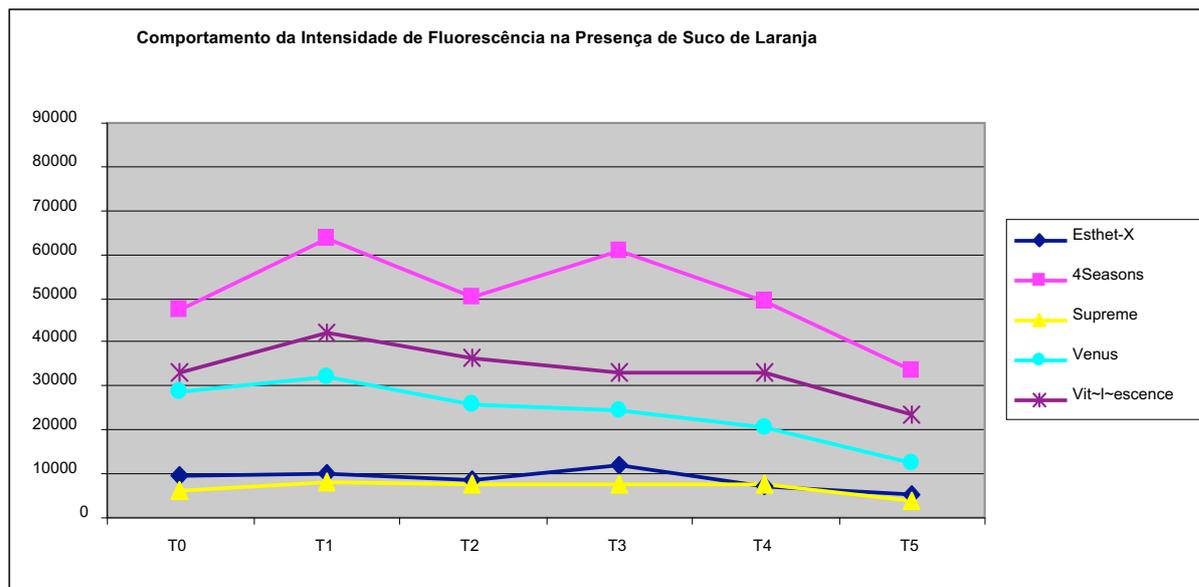


GRÁFICO 9 - Comportamento da Intensidade de Fluorescência das diferentes resinas no meio Suco de Laranja.

Tendo por parâmetro os valores observados no Gráfico 9, observa-se que as amostras quando imersas em suco de laranja são ranqueadas de maneira análoga às demais substâncias, ou seja, as amostras da resina 4Seasons são as que apresentaram os maiores valores de intensidade de fluorescência, seguida pelas resinas Vit-I-escence, Venus, Esthet-X e Supreme XT. Estas duas últimas apresentaram valores muito próximos e abaixo das primeiras.

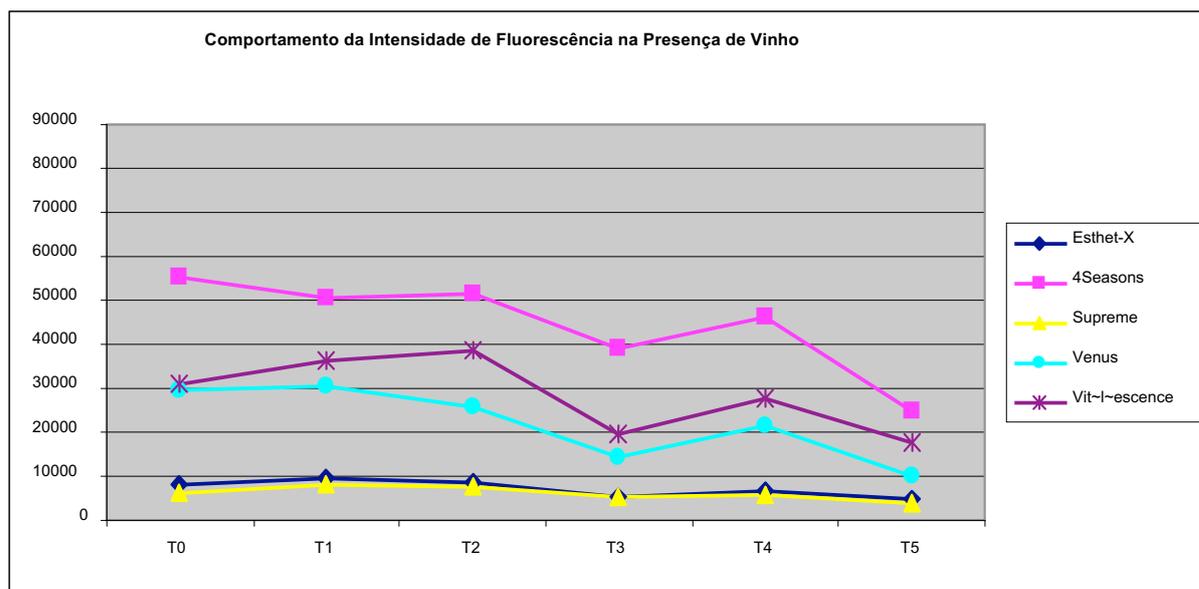


GRÁFICO 10 - Comportamento da Intensidade de Fluorescência das diferentes resinas no meio Vinho.

As amostras das diferentes resinas, quando imersas em vinho, apresentaram resultados análogos aos demais meios de imersão, pois novamente a resina 4Seasons é que apresentou maiores valores de intensidade de fluorescência, seguida pela resina Vit-I-escence e pela Venus. Abaixo dessas três primeiras, e com resultados muito semelhantes, aparecem as resinas Esthet-X e Supreme XT.

c) De acordo com o tempo de observação:

Tabela 11 - Valores das Intensidades de Fluorescência nos dos diferentes tempos do estudo

<i>Estatística</i>	<i>T0</i>	<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>T3</i>	<i>T4</i>	<i>T5</i>
Valor Mínimo	3988	5353	5447	3481	3198	2245
Média	25550	30780	25760	20640	20540	14390
Desvio Padrão	17022	22390	17769	16197	16983	11852
Valor Máximo	68670	86730	65650	76640	73970	55580

É possível verificar, na Tabela 11 que o tempo T1 é o que apresenta a maior média da intensidade de fluorescência, e estes valores diminuem gradativamente até o tempo T5.

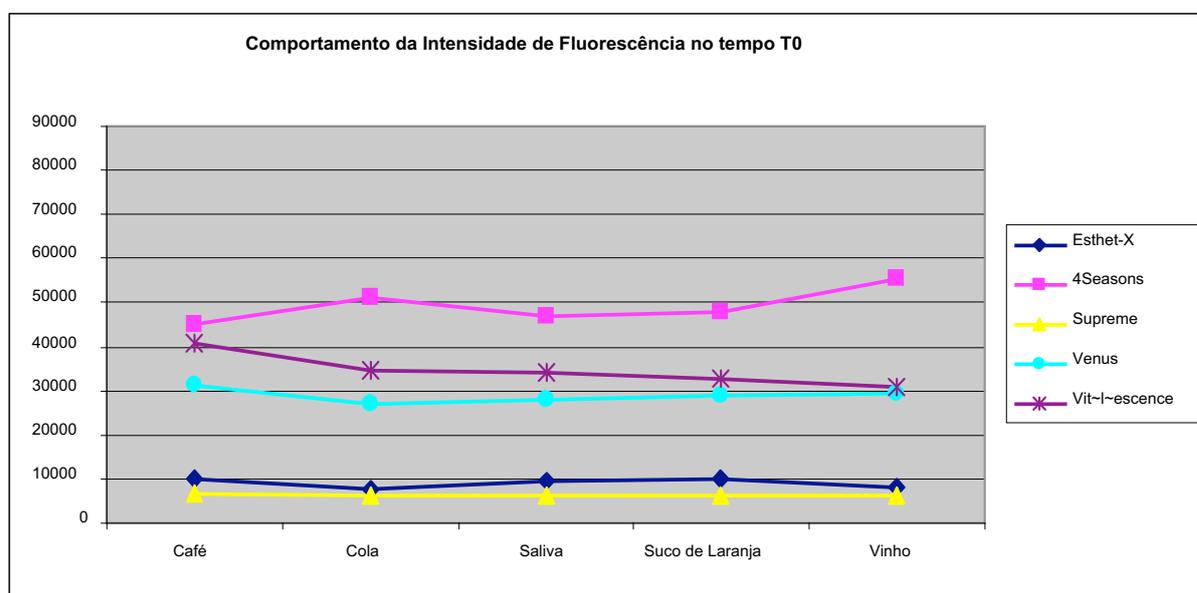


GRÁFICO 11 - Comportamento da Intensidade de Fluorescência das diferentes resinas no tempo T0.

Por meio do Gráfico 11, constata-se que as resinas no tempo T0, independente dos diferentes meios de imersão, tiveram comportamentos distintos; a resina 4Seasons foi a que apresentou a maior intensidade de fluorescência, seguida, respectivamente, pela resina Vit-I-escence e Venus. As resinas Supreme XT e Esthet-X foram as que apresentaram os menores valores de intensidade de fluorescência, no tempo T0. Neste momento as amostras não sofreram qualquer tipo de influência, seja da saliva, seja dos diferentes meios de imersão utilizados no estudo.

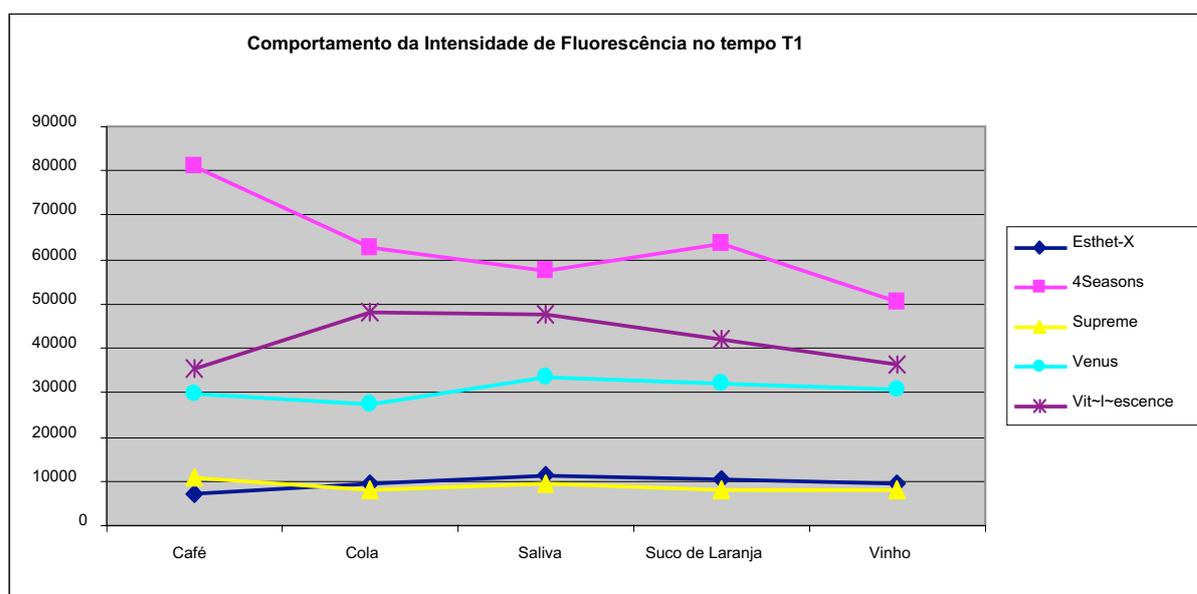


GRÁFICO 12 - Comportamento da Intensidade de Fluorescência das diferentes resinas no tempo T1.

No tempo T1, como pode ser visto no Gráfico 12, novamente foi constatado que a resina 4Seasons foi a que teve melhor desempenho quanto à intensidade de fluorescência, seguida pelas resinas Vit-I-escence e Venus. As resinas Supreme XT e Esthet-X foram as que apresentaram os menores valores de intensidade de fluorescência, ambas com desempenhos semelhantes. Importante frisar que até este

momento as resinas não foram submetidas às ações dos diferentes meios de imersão em estudo, foram somente imersas em saliva.

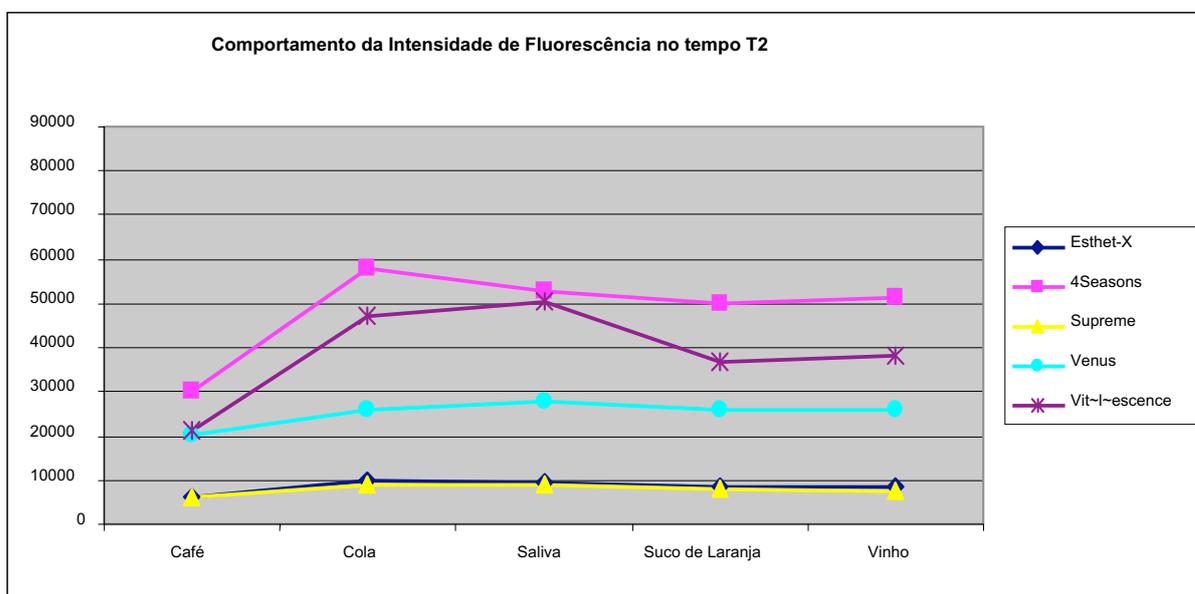


GRÁFICO 13 - Comportamento da Intensidade de Fluorescência das diferentes resinas no tempo T2.

Com base no Gráfico 13, nota-se que no tempo T2 a resina com melhor desempenho, independente do meio de imersão, foi a resina 4Seasons, seguida pela Vit-I-escence e Venus. Assim como nos demais tempos já analisados, as resinas Supreme XT e Esthet-X foram as que apresentaram os menores valores de intensidade de fluorescência, com resultados semelhantes. Também nota-se que as amostras que foram imersas no café, independente da resina observada, apresentaram intensidade de fluorescência consideravelmente menor do que as resinas imersas nos demais meios.

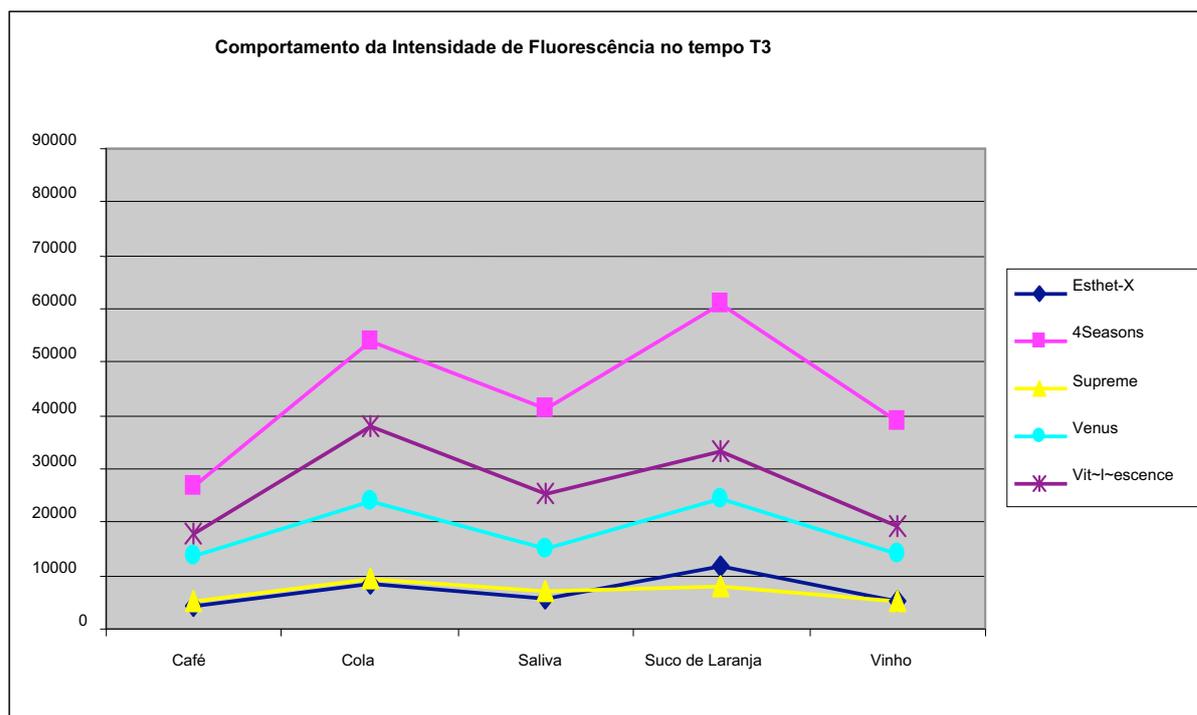


GRÁFICO 14 - Comportamento da Intensidade de Fluorescência das diferentes resinas no tempo T3.

Analisando o Gráfico 14, referente ao tempo T3, verifica-se que, novamente, a resina 4Seasons foi a que apresentou o maior valor de intensidade de fluorescência, seguida pelas resinas Vit-I-escence e Venus. As resinas que apresentaram menores intensidades de fluorescência foram as resinas Esthet-X e Supreme XT.

Verificando o padrão de comportamento desse gráfico, é possível constatar que as resinas imersas no suco de laranja e no refrigerante de cola foram as que apresentaram as maiores intensidades de fluorescência, seguidas pelas que foram imersas em saliva. As resinas que foram imersas no vinho apresentaram intensidades de fluorescência um pouco menores do que as imersas em saliva e, finalmente, as resinas imersas no café foram as que apresentaram os menores valores de fluorescência.

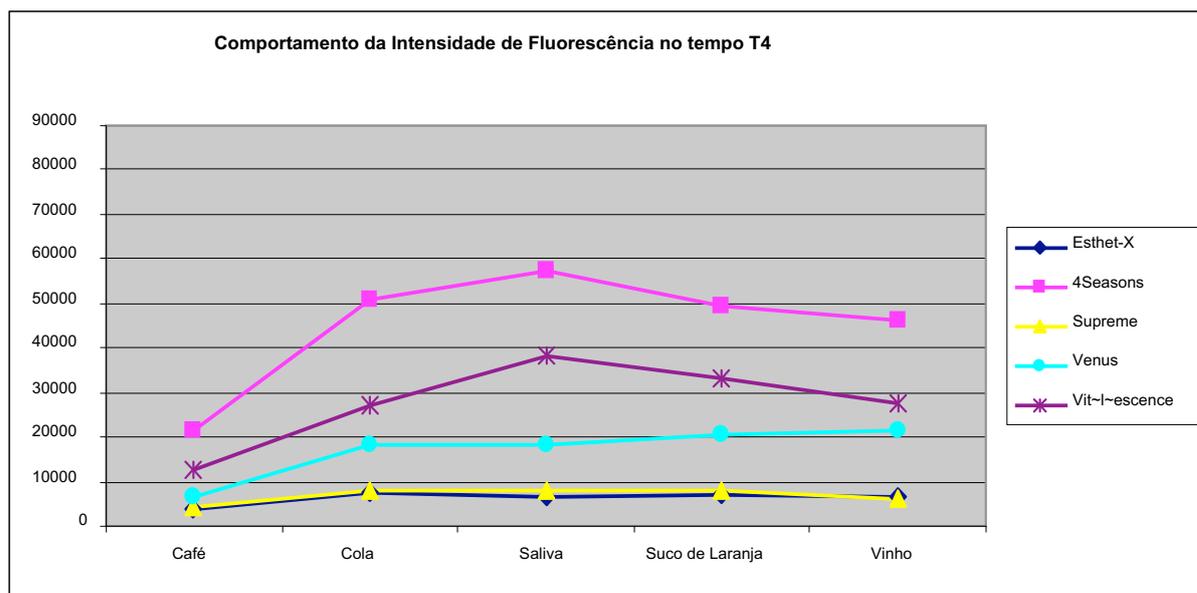


GRÁFICO 15 - Comportamento da Intensidade de Fluorescência das diferentes resinas no tempo T4.

No Gráfico 15, referente ao tempo T4, observa-se, da mesma maneira, o melhor desempenho da resina 4Seasons, seguida pelas resinas Vit-I-escence e Venus, respectivamente. Mais uma vez é verificado que as resinas Supreme XT e Esthet-X foram as que apresentaram os menores valores de intensidade de fluorescência, independente do meio de imersão.

Analisando o tempo T4, observa-se que as amostras imersas em café foram as que, novamente, apresentaram os menores valores de intensidade de fluorescência.

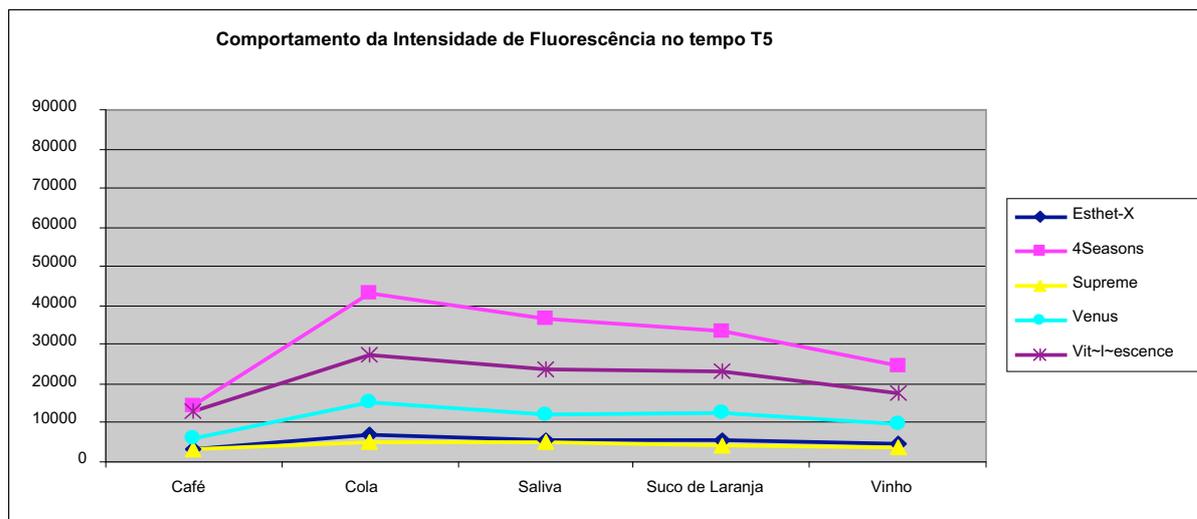


GRÁFICO 16 - Comportamento da Intensidade de Fluorescência das diferentes resinas no tempo T5.

Com base no Gráfico 16, o qual se refere ao tempo T5, novamente foi constatado que a resina 4Seasons foi a que apresentou maior valor de intensidade de fluorescência, independente do meio de imersão, sendo seguida, respectivamente, pelas resinas Vit-I-escence e Venus. Novamente as resinas Esthet-X e Supreme XT foram as que apresentaram os menores valores de intensidade de fluorescência.

No gráfico, visualiza-se que as amostras imersas no refrigerante de cola foram as que apresentaram os maiores valores, seguidas pelas resinas imersas em saliva e suco de laranja. Abaixo destas vêm as amostras que foram imersas em vinho, e novamente as resinas imersas no café foram as que apresentaram os menores valores de intensidade de fluorescência.

d) De acordo com variação da Intensidade de Fluorescência:

Tabela 12 - Variação total da Intensidade de Fluorescência da resina Esthet-X em porcentagem nos diferentes meios de imersão

Resina	Substância	Momento	Média	Variação
Esthet-X	Café	0	9766,41589	-65,79%
		5	3340,73377	
	Coca-cola	0	7701,52318	-12,00%
		5	6777,41722	
	Saliva	0	9306,12715	-42,25%
		5	5374,12715	
	Suco de Laranja	0	9768,22252	-44,60%
		5	5411,40927	
	Vinho	0	7926,75762	-39,11%
		5	4826,43709	

Como ilustra a tabela 12, a resina Esthet-X apresentou uma variação expressiva, sendo que o meio de imersão café foi o produto que produziu o maior efeito na diminuição da intensidade de fluorescência, sendo seguido pelo suco de laranja, saliva e vinho, que não apresentaram diferenças estatísticas. Já o refrigerante de cola foi o que repercutiu menos na alteração.

Tabela 13 - Variação total da Intensidade de Fluorescência da resina 4Seasons em porcentagem nos diferentes meios de imersão

Resina	Substância	Momento	Média	Variação
4Seasons	Café	0	45001,1709	-67,57%
		5	14591,7351	
	Coca-cola	0	51326,7576	-16,30%
		5	42961,9152	
	Saliva	0	46757,5868	-21,38%
		5	36759,8808	
	Suco de Laranja	0	47605,4358	-29,88%
		5	33381,0702	
	Vinho	0	55192,0715	-55,11%
		5	24778,1828	

De acordo com a tabela 13, o comportamento da resina 4Seasons foi altamente influenciado pelos diferentes meios de imersão, sendo que, como em todas as amostras das resinas compostas, o café foi o que alterou com maior intensidade a queda na fluorescência. De forma importante, o vinho também ocasionou uma alteração significativa; o refrigerante de cola constituiu o meio que menos alterou a intensidade de fluorescência

Tabela 14 - Variação total da Intensidade de Fluorescência da resina Filtek Supreme XT em porcentagem nos diferentes meios de imersão

Resina	Substância	Momento	Média	Variação
Supreme	Café	0	6400,48013	-51,38%
		5	3111,69801	
	Coca-cola	0	6317,67947	-22,15%
		5	4918,34702	
	Saliva	0	5954,49007	-17,24%
		5	4928,10596	
	Suco de Laranja	0	6102,64106	-33,47%
		5	4060,02649	
	Vinho	0	6289,41987	-37,98%
		5	3900,99073	

Diante do exposto na tabela 14 podemos observar que a resina Filtek Supreme XT, que já apresentava baixa intensidade de fluorescência desde o momento T0, também mostrou queda nesta propriedade ao longo do estudo, sendo que novamente o café foi o que mais influenciou, seguindo pelo vinho e suco de laranja. O refrigerante de cola e a saliva se mostraram de forma inversa quando comparados com os demais meios de imersão, sendo que a saliva foi o produto que menos alterou a intensidade de fluorescência.

Tabela 15 - Variação total da Intensidade de Fluorescência da resina Venus em porcentagem nos diferentes meios de imersão

Resina	Substância	Momento	Média	Variação
Venus	Café	0	31068,302	-80,04%
		5	6201,0702	
	Coca-cola	0	26974,6199	-43,85%
		5	15147,0623	
	Saliva	0	27797,8543	-56,35%
		5	12134,6623	
	Suco de Laranja	0	28885,1656	-56,57%
		5	12544,2781	
	Vinho	0	29493,0675	-66,64%
		5	9838,76291	

Tendo por parâmetro os valores apresentados na tabela 15, podemos observar que a resina Venus foi a que mostrou as maiores quedas na intensidade de fluorescência independente do meio de imersão. De forma análoga às outras resinas compostas, o café foi o meio que mais alterou esta intensidade e a qual ocasionou menor alteração foi a saliva.

Tabela 16 - Variação total da Intensidade de Fluorescência da resina Vit~l~escence em porcentagem nos diferentes meios de imersão

Resina	Substância	Momento	Média	Variação
Vit~l~escence	Café	0	40736,6146	-67,89%
		5	13080,7603	
	Coca-cola	0	34809,2795	-21,78%
		5	27226,7576	
	Saliva	0	33979,102	-30,50%
		5	23615,3219	
	Suco de Laranja	0	32919,4755	-29,21%
		5	23303,2424	
	Vinho	0	30764,2066	-42,76%
		5	17608,3921	

Pela tabela 16 podemos observar que a resina Vit~l~escence sofreu de forma menos agressiva a queda na intensidade de fluorescência, mas não se mostrou diferente quando à sequência de meios que a influenciam.

3. ANÁLISE DE VARIÂNCIA

De acordo com o estudo descritivo, foi constatado que existem diferenças entre as intensidades de fluorescência das diferentes marcas de resinas utilizadas no estudo, assim como os meios de imersão e os diferentes tempos do estudo. Para tanto, foi aplicada a análise de variância para verificar se as diferenças encontradas eram estatisticamente significantes.

Para que a análise de variância fosse considerada válida, seus pressupostos foram devidamente verificados (independência, homocedasticidade e normalidade).

Por meio da ANOVA, foi possível observar que há influência significativa das interações entre as diversas variáveis do estudo. Em virtude disso, adotou-se o modelo que contempla as interações duplas entre os fatores, por meio do Teste de Tukey.

4. TESTE DE COMPARAÇÕES MÚLTIPLAS

Foi aplicado o Teste de Tukey para comparações múltiplas, para então identificar as diferenças significativas existentes entre as marcas de resinas, meios de imersão e tempos do estudo ($p < 0,05$).

DISCUSSÃO

Para iniciarmos uma abordagem da fluorescência e das alterações que esta pode sofrer, é necessário primeiramente que se faça um apanhado sobre os pontos que interferem na formação deste fenômeno, e entre eles estão a anatomia dental e sua policromia, as propriedades da cor e a interação da cor do dente com a luz.

POLICROMIA DENTAL

A cor dos dentes naturais é a base essencial para o conhecimento da seleção precisa e consistente de cores apropriadas de materiais restauradores. Dentes são tipicamente policromáticos com uma graduação de cor de cervical para incisal, sendo a região gengival mais cromatizada e a borda incisal mais translúcida²⁴. Essa variação de cor pode ser afetada por alguns fatores e depende diretamente da espessura, da composição e da estrutura dos tecidos que formam o dente. Pacientes jovens possuem dentes mais claros, devido à camada de esmalte ainda espessa. Com o passar do tempo o esmalte é fisiologicamente desgastado e a dentina subjacente torna-se mais aparente, resultando um dente mais escuro. O esmalte de um dente jovem não é muito translúcido justamente porque está presente em grande quantidade possuindo um alto valor, enquanto o esmalte de um dente mais velho se torna mais delgado e translúcido, podendo ser inclusive transparente e, portanto, apresentando um baixo valor⁶⁰. Se este princípio for aplicado às resinas compostas, especialmente às de esmalte, a espessura aplicada deve respeitar a anatomia do

dente em questão, pois um aumento dela pode causar uma elevação no valor da restauração, alterando a percepção da cor que está abaixo¹⁵.

Na composição da cor do dente, a dentina é o tecido mais importante, pois é a estrutura que apresenta maior opacidade e conseqüentemente é a maior responsável pela geração da cor, atuando diretamente na policromia dental. A dentina é diretamente proporcional à sua espessura gerando uma maior intensidade de cor na região cervical do dente e menor, em sua incisal.

Em relação ao esmalte, este modifica o croma do dente mais por um jogo de luz do que pela sua cor propriamente dita, envolvendo fenômenos de translucidez, de opalescência e de fluorescência, sendo também importantes sua espessura e o tipo de superfície. As propriedades de reflexão e transmissão da luz se iniciam no esmalte e estão na dependência de sua mineralização, porosidade e orientação de seus prismas. A orientação irregular dos prismas de esmalte, a maior porosidade e a menor mineralização se traduzem em um aumento na reflexão da luz e, portanto, uma maior luminosidade do esmalte; já a orientação dos prismas mais regular, a porosidade menor e a mineralização maior fazem com que a luz seja transmitida mais facilmente através do esmalte, conferindo-lhe maior translucidez e menor luminosidade⁶⁹.

Em suma, a aparência óptica do esmalte dental depende da sua composição, estrutura, espessura, grau de translucidez, opalescência, fluorescência e textura superficial¹⁵. A cor final do dente é a soma e a subtração do comportamento óptico do esmalte e da dentina²⁴, que ocasionam uma variedade de componentes que acabam por influir na composição final deste conjunto.

PROPRIEDADES DA COR

Para continuarmos analisando a estrutura dental e seu relacionamento multifatorial com a cor, é necessário conhecermos mais as propriedades da cor.

O elemento cor e seu papel na odontologia estética é, sem dúvidas, o mais complexo e menos entendido, com numerosos fatores interdependentes, sendo que todos contribuem para o resultado estético final. Embora complexo, um conhecimento básico dos vários componentes de cor é imperativo para produzir restaurações consistentemente estéticas, sendo também importante em nossa abordagem.

Existe um sistema numérico ordenado para a descrição da cor, um sistema tridimensional de identificação da cor, no qual esta é descrita em três aspectos cromáticos: matiz, croma e valor⁶⁷.

O matiz é definido como a sensação pela qual nós percebemos os comprimentos de onda da luz refletida pelos objetos e que, normalmente, chamamos de cor, ressaltando-se que os matizes não reconhecem comprimentos de onda específicos, ou seja, não existe distinção clara onde um matiz termina e outro se inicia¹. Distingue porém uma família de cor de outra, como o vermelho do verde ou do azul.

O croma é a intensidade do matiz ou a saturação da cor pela quantidade de pigmentos, o que determina se uma cor é forte ou fraca. Sua existência está condicionada ao matiz. Em cada dente a cor é mais intensa na cervical, ou seja, apresenta um croma mais alto, que diminui em direção ao terço incisal. Isso ocorre pela diminuição da espessura da dentina, já que esta é a principal responsável pela cor do dente, e também por aumentar a espessura do esmalte dental, que, mediante

o fenômeno de reflexão da luz, reduz a intensidade cromática da dentina¹.

O valor é o grau de luminosidade de uma cor e representa sua claridade ou escuridão relativa, estende-se do branco ao preto, passando por graus de cinza, sendo denominado baixo quando predomina o preto e alto quando há predominância de branco, podendo ser interpretado com luz e sombra. Ao contrário do matiz e croma, que são propriedades cromáticas, o valor é acromático e inevitavelmente acaba influenciando e sendo influenciado pela translucidez e opacidade¹.

INTERAÇÃO DA LUZ COM O DENTE

A luz é uma percepção que está relacionada a algumas propriedades físicas e ópticas inerentes às ondas eletromagnéticas, as quais são capazes de ser percebidas pelo olho humano e cuja frequência determina sua cor³⁴.

O espectro eletromagnético se refere a diferentes tipos de energia de radiação e seus comprimentos de onda, que geralmente estão divididos em seis grupos: raios gama, raios x, ultravioleta, luz visível, infravermelho e ondas de rádio. Entre as ondas do espectro eletromagnético, somente as energias eletromagnéticas com comprimento de onda entre 400 e 700nm provocam uma reação fotoquímica na retina do órgão da visão causada pela ação sobre células especializadas como cones e bastonetes: isso estabelece uma sensação que permite diferenciar os objetos do espaço com maior precisão³⁴. Sendo assim, todas as cores que conhecemos estão dentro deste intervalo.

Para os clínicos que praticam a odontologia restauradora voltada para a estética, existem três fenômenos ópticos que, mesmo não participando diretamente do processo de geração da cor, são parte da dinâmica da luz do dente natural e, portanto, apresentam influência em sua cor final. Entre esses fenômenos, estão a translucidez, opalescência e fluorescência.

A translucidez é a propriedade que permite a passagem de luz incidente em corpos translúcidos, modificando sua direção, não sendo possível observar claramente os objetos que se encontram através do meio observado. Durante a confecção de restaurações estéticas, busca-se trabalhar com luzes e sombras, tirando proveito do fato que, a partir do olho do observador, a luz que incide sobre o objeto pode sofrer a interferência de alguns fenômenos relativos à translucidez como reflexão, refração, difração, transmissão e absorção.

Nesse momento com o conceito de dispersão de luz aumentando a luminosidade parece transitar para outro conceito próximo, porém distinto e complementar, a opalescência. Essa é definida como a propriedade de um material cristalino translúcido refletir as ondas curtas de luz visível (próximas de 380nm), que são tons de violeta e azul, e transmitir as ondas longas de luz visível (próximas de 780nm)¹, que são tons de vermelho e amarelo. Tal característica é encontrada no dente, onde o efeito luminoso se produz quando a luz se dispersa e refrata nos microcristais e nas substâncias coloidais da estrutura dental. Ocorre a emissão de um comprimento de onda curto do espectro da luz visível, dando ao dente um tom azulado sob luz refletida e um aspecto marron/alaranjado sob luz transmitida¹⁵. A opalescência é tida como um colaborador para a vitalidade da restauração do dente e foi incluída como um parâmetro para a determinação da cor em conjunto com matiz, valor e croma¹⁵.

FENÔMENO FLUORESCÊNCIA

Conhecendo toda a complexidade da luz interagindo com o dente, existe um fenômeno a ser considerado, a fluorescência. Este parece ser um fator sem muita importância na performance das restaurações dentais na maioria do tempo, mas quando este fenômeno é exigido e o material restaurador não o apresenta, pode haver o insucesso total da restauração.

Algumas substâncias possuem a capacidade de converter certos tipos de energia em emissão de radiação eletromagnética, o que é chamado de luminescência. Este fenômeno é observado em todos os estados da matéria como gasoso, líquido e sólido e também para compostos orgânicos e inorgânicos. A radiação eletromagnética emitida por um material luminescente ocorre usualmente na região visível do espectro eletromagnético, mas esta pode ocorrer também em outras regiões do espectro, tais como (UV) ou (IV)³⁴.

A fluorescência, que é um tipo de luminescência, está entre os aspectos ópticos valorizados e desejados nos materiais restauradores. Esta pode ser definida como a capacidade que algumas substâncias possuem de absorver a radiação eletromagnética de uma luz energizante não visível e emití-la em um comprimento de onda de luz visível^{11,66}. O processo consiste em ondas eletromagnéticas na faixa do visível e do (UV), principalmente, realizarem transições eletrônicas absorvendo um fóton de luz. A absorção desse fóton ocorre quando um elétron passa de um orbital menos energético para um orbital mais energético. Este elétron permanece neste orbital energético por um período de tempo geralmente reduzido, sendo que depois volta ao estado fundamental passando por orbitais intermediários.

Dependendo da localização energética destes orbitais, a volta do elétron ao estado fundamental leva à emissão de luz, que sempre possui uma energia menor do que a luz que levou este elétron ao seu estado excitado³⁴.

O corpo excitado tem um tempo de vida curto devido às várias formas da molécula ou átomo em perder o excesso de energia. Dois dos mais importantes destes mecanismos de perda de energia são: o relaxamento sem radiação e o relaxamento radiativo, que é a fluorescência.

FLUORESCÊNCIA NA DENTIÇÃO NATURAL

Fluorescência dental, mesmo que minimamente percebida no dia a dia, é de grande importância para o paciente. As restaurações anteriores devem reproduzir o mais próximo possível a dentição natural, não somente sob a luz solar, mas também sob outras fontes de luz³⁰.

Os dentes naturais emitem uma forte fluorescência sob baixa ação de uma emissão (UV)³⁴. Essa fluorescência azulada emitida faz os dentes parecerem mais brancos e mais brilhantes sob a luz do dia, dando ao dente um aspecto mais natural⁵⁷. Este fenômeno, na natureza pode ser criado pelos raios (UV) da luz solar, ondas invisíveis ao olho humano. Após penetrar o esmalte e alcançar a dentina, os raios (UV) excitam a fotossensibilidade da dentina, que é a principal responsável pelo fenômeno, apresentando uma fluorescência mais intensa que o esmalte. Isso ocorre devido à presença em maior quantidade de pigmentação orgânica fotossensível ao espectro dos raios (UV)^{38,66}. O dente natural exposto à luz (UV),

com comprimento de onda entre 350-400nm, exibe uma fluorescência com uma faixa de emissão de espectro que vai desde o branco intenso até o azul claro^{35, 44}.

A energia absorvida pela estrutura dental é convertida em uma luz com comprimento de onda maiores, fazendo com que o dente, neste caso, torne-se uma “fonte de luz”, fenômeno denominado fluorescência dentária. A emissão de luz encontra-se no comprimento de onda entre 400 - 500nm, com pico máximo de 450nm do espectro⁴³.

FLUORESCÊNCIA NO MATERIAL RESTAURADOR

Os fenômenos ópticos revelados pelo comportamento das resinas são pontos fundamentais no seu desempenho, já que a cor, translucidez, opalescência e fluorescência, que também fazem parte da natureza do dente, influenciam diretamente em seu resultado estético.

A fluorescência normal de um dente tem uma importante contribuição na sua aparência, inclusive na ausência da luz do dia. Portanto, para reproduzir a aparência natural da estrutura dentária, os materiais restauradores diretos e indiretos devem ter características ópticas similares ao dente. Se estas qualidades estão ausentes quando submetidas à luz escura, luz negra ou luz (UV), ficará evidente sua baixa propriedade fluorescente¹⁰.

As empresas do mercado odontológico estão constantemente criando e alterando materiais restauradores tentando reproduzir as estruturas dentais em sua plenitude, e com a fluorescência não é diferente. Busca-se esta característica em

todas as cores das resinas compostas, bem como a estabilidade desta fluorescência durante sua vida útil.

As resinas compostas em sua composição básica não apresentam a característica de fluorescência, mas a inclusão de agentes pigmentantes, que fluorescem em quantidade adequada, faz com que a emissão luminosa próxima aos dentes naturais seja alcançada.

Os materiais restauradores dentários para reproduzir dentina são geralmente opacos, porque estão carregados de pigmentos de cor que obstruem a penetração da luz. A saturação cromática é a primeira causa de opacidade e falta de vitalidade das restaurações de resina composta em relação à dentição natural. Com o uso de correto grau de pigmentos que são fotossensíveis ao espectro (UV), o material pode absorver energia na forma de ondas curtas (UV) e ativar os átomos de sua composição emitindo fluorescência, aumentando a luminosidade e vitalidade do dente^{10,65}.

Nas resinas compostas, partículas de carga contendo óxido de terras raras têm sido adicionadas para melhorar a fluorescência⁶⁴. Contudo, não tem sido reportada a influência da adição de agentes fluorescentes diretos na matriz resinosa⁴⁴. A inclusão de agentes branqueadores fluorescentes como o [1,4-double-(benzoxazole-group-2-group)naphthalene] pode ser considerada como um possível produto fluorescente nas resinas compostas, fazendo com que a naturalidade dos dentes seja alcançada⁴⁴.

Sabe-se que, da estrutura dentária, a responsável pela fluorescência é principalmente a dentina, que fluoresce em torno de três vezes mais do que o esmalte^{39,40,66}. Isso confere uma luminosidade interna no dente, e a reprodução

desta situação se torna um desafio. As empresas odontológicas se utilizam de terras raras como o urópio, térbio, itérbio e cério como luminóforos para fornecer fluorescência próxima à do dente; porém, nenhum desses elementos químicos consegue reproduzi-la isoladamente^{38,74}. As terras raras devem ser misturadas e unidas para que esse efeito seja alcançado.

FATORES QUE PODEM TER CAUSADO ALTERAÇÕES NA INTENSIDADE DE FLUORESCÊNCIA DAS RESINAS COMPOSTAS

Há no mercado uma grande variedade de resinas compostas, algumas não apresentam fluorescência ou a apresentam em um grau muito baixo e outras, em certas situações, apresentam fluorescência maior que a do próprio dente. Em restaurações que ocorre a mistura de diferentes resinas com fluorescências variadas, observa-se que a última camada de resina composta é a mais importante para que este fenômeno seja reproduzido⁶⁹.

Dessa forma, parece que qualquer material aplicado sobre a superfície da restauração finalizada influenciará o fenômeno de fluorescência, como é demonstrado quando selantes de superfície são aplicados sobre resinas compostas aumentando sua fluorescência³⁰. Neste mesmo trabalho é relatado que a fluorescência e a cor são afetadas pelo manchamento, e que após a remoção dos pigmentos do manchamento da superfície da restauração por diferentes processos, a intensidade de fluorescência voltou próximo dos valores iniciais³⁰.

Como discutido até agora, os fatores que interferem na cor do dente são inúmeros, começando com o conjunto estrutural do dente e completando com fatores diretamente relacionados ao fenômeno cor. Devemos ressaltar a íntima correspondência entre essa e a cor, e que qualquer alteração que ocorra na cor poderá interferir diretamente na fluorescência.

Mesmo passando por inúmeras modificações devido à evolução contínua, os materiais restauradores estéticos diretos e indiretos ainda não preenchem todos os requisitos exigidos pela American Dental Association (ADA) para serem considerados propriamente materiais restauradores ideais, pois contêm propriedades adversas mecânicas, físicas e químicas. As resinas compostas mais especificamente apresentam-se ainda instáveis quanto ao seu aspecto clínico, podendo resultar em um comportamento negativo das restaurações quando relacionadas à resistência, compressão, dureza, resistência à abrasão, contração de polimerização, homogeneização, absorção, módulo de elasticidade, coeficiente de expansão térmica linear e manchamento superficial. Além disso, as resinas compostas sofrem algumas alterações microestruturais em sua superfície, originadas pelo processo mastigatório e pelos procedimentos de acabamento e polimento.

Constantes avanços têm sido feitos no desenvolvimento de novos materiais restauradores^{26,29,35,47,59,66,68}. Dentre esses avanços estão as melhorias nas propriedades ópticas, especialmente das resinas compostas. Recentemente, uma das propriedades ópticas que tem sido bastante estudada é a fluorescência^{30,58}. Na dentição natural, é facilmente notado que a intensidade de fluorescência é maior na dentina em torno de três a quatro vezes quando comparada ao esmalte^{39,40,66}. Isso pode ser explicado pela maior quantidade de colágeno da dentina, na qual podemos

encontrar aminoácidos, como o triptofano, que são responsáveis pela fluorescência dental^{16,46}.

A incorporação da fluorescência nas resinas compostas visa aproximar ainda mais esses materiais do comportamento óptico da estrutura dental natural. A importância de avaliar a intensidade desta fluorescência está no fato de esta ser um dos fatores responsáveis pela luminosidade do dente¹¹. A fluorescência, segundo Vanini⁶⁶, é uma propriedade que auxilia a obtenção de um correto valor. Em outro estudo Dietschi¹¹ a cita como sendo fenômeno responsável por tornar os dentes mais brancos quando expostos à luz solar¹¹. São afirmações como essas que comprovam a necessidade do presente estudo.

Os materiais restauradores não apresentam fluorescência com intensidade próxima ao do dente somente com seus componentes básicos, mas esta qualidade pode ser alcançada quando componentes fluorescentes são agregados à sua composição^{11,66}. Nas resinas compostas, os componentes incorporados que proporcionam a fluorescência, ainda não são totalmente conhecidos. Park et al.⁴⁴, Uo et al.⁶⁴ e Yam e Wang⁷⁰ investigaram diferentes possibilidades para incorporar luminóforos com o objetivo de elevar a intensidade de fluorescência das resinas compostas. Metais terras raras como o térbio, cério, európio e itérbio têm sido sugeridos como agentes luminóforos, porém a previsibilidade do comportamento fluorescente do material restaurador vai depender da ocorrência ou não de interação energética entre estes íons, pois nenhum desses agentes luminóforos consegue reproduzir fielmente a fluorescência dos dentes naturais isoladamente^{5,38,66}. Surge, então, a necessidade de se conhecer a estabilidade da intensidade de fluorescência dos componentes que fornecem esta propriedade às resinas compostas e nosso estudo avalia esta estabilidade quando relacionado ao manchamento.

Em seu estudo Uo et al.⁶⁴ demonstrou que, quando os óxidos de terras raras foram fundidos aos vidros da partícula de carga, ocorreu um aumento na capacidade fluorescente de uma resina composta experimental. A emissão fluorescente de um outro compósito experimental foi determinada pela incorporação de um complexo aromático com capacidade fluorescente e branqueadora à matriz polimérica⁴⁴. Uo et al.⁶⁴ também reportou que a incorporação de sais de térbio a uma cadeia polimérica de polietilmetacrilato (PEMA) resultou em um polímero transparente com capacidade fluorescente. Yu et al.⁷³ adicionaram nanopartículas de dióxido de titânio e verificaram que a alteração na fluorescência foi mínima. Assim constatamos que não são poucos os esforços realizados por pesquisadores para se obter fluorescência nas resinas compostas e, quando o objetivo de incorporação de fluorescência nas resinas compostas é sanado, o questionamento que surge é a estabilidade desta propriedade.

As resinas compostas são submetidas ao agressivo ambiente oral que está associado aos mais variados tipos de interações como variação de temperatura, diferentes tipos de alimentos e produtos de fermentação, que por muitas vezes são acompanhados de corantes. Esse meio induz ao manchamento, que é um dos problemas frequentemente encontrados pelos dentistas, e é responsável pela maioria das substituições das resinas compostas diretas anteriores.

Com os resultados encontrados neste estudo, podemos afirmar que com o decorrer do tempo e com a imersão em substâncias que podem causar manchamento em resinas compostas, a intensidade de fluorescência é diminuída (Tabelas 12 - 16).

Ademais, podemos ressaltar que a permanência da cor e suas características ópticas são essenciais não apenas no momento da inserção da resina composta na

cavidade, mas também após sua polimerização, mantendo-se estável por um longo período de uso clínico. A capacidade da resina composta em manter a sua cor original ao longo do tempo é chamada de estabilidade de cor e pode ser alterada por diversos motivos, como em função de variação das diferentes cores em uma resina⁶². As características ópticas e a estabilidade da cor pela resistência ao manchamento são pontos essenciais para o sucesso clínico de uma restauração estética, e foram o principal objetivo deste estudo.

A estabilidade de cor, que é a capacidade de resistir às alterações de cor provocadas por fatores intrínsecos ou extrínsecos, é um quesito relevante quando se estuda o comportamento dos materiais restauradores. A importância deste fator está na determinação da longevidade da restauração, em que a alteração de cor resulta em sua falência estética.

Os motivos pelos quais as resinas mancham são os mais variados possíveis como placa, dieta, fumo, rugosidade, polimento, desgaste, degradação química, reação físico-química, saliva, superfície inibida pelo oxigênio, porosidade, composição como tipo de matriz, tipo e quantidade da partícula inorgânica, iniciadores, estabilizadores, aceleradores, corantes alimentares entre outros. Sabendo-se que para que o manchamento se efetive existe a dependência do tempo²⁵.

As características da estrutura da resina composta resultante do tipo de partículas inorgânicas têm um grande impacto na lisura da superfície⁶¹ e sensibilidade ao manchamento externo, em consequência o polimento acaba sendo de grande importância para a resistência ao manchamento⁵⁵.

Apesar de serem distintas, a fluorescência e a estabilidade de cor se encontram interligadas. Como existe atualmente a exigência para incorporação da fluorescência nos materiais restauradores estéticos, faz-se necessário conhecer não

só a quantidade de fluorescência que estes devem apresentar para que sejam compatíveis com as estruturas dentais, mas também a necessidade da manutenção desta característica quando já incorporada ao material.

Mesmo com a crescente importância sobre o assunto no momento atual, não pudemos encontrar na literatura muitos estudos que correlacionem o manchamento de resinas compostas e sua interferência sobre a emissão de fluorescência. Koczorowski et al²⁶ avaliaram a influência de diferentes bebidas na emissão de fluorescência, concluiu que o manchamento interfere diretamente na fluorescência, e que isto depende do tipo do agente pigmentante, o que é muito semelhante aos achados de nosso estudo. Diante da escassa quantidade de artigos sobre este tópico, realizamos o presente estudo, no qual avaliamos as alterações da intensidade de fluorescência de algumas resinas compostas existentes no mercado (Figuras 1-5), quando submetidas a diferentes meios de imersão (Figuras 30-34) e diferentes momentos (Gráficos 11-15), estes relacionados em nosso material e método.

A primeira hipótese testada neste estudo foi que não existe alteração na fluorescência das resinas compostas após o procedimento de imersão em diferentes meios e tempos de avaliação. Esta hipótese não foi comprovada, visto que o processo de manchamento executado em nosso estudo mostrou que todas as marcas de resinas comerciais avaliadas sofreram alteração de cor após processo de imersão nos diferentes meios ao longo do tempo. Isso nos leva a crer que a diminuição na intensidade de fluorescência está relacionada a este processo de alteração de cor. Ficou constatado que todas as resinas das diferentes marcas mostraram diminuição no grau de emissão de fluorescência no decorrer dos tempos analisados (Gráficos 1-5).

Muitos componentes da resina composta podem estar envolvidos no manchamento interno ou de sua subsuperfície. As alterações físico-químicas são resultados de reações internas ou por influência do meio bucal. É sabido que existem problemas de estabilidade de cor nos compósitos modernos quando é avaliada a sua suscetibilidade a descolorações por agentes de imersão normalmente encontrados em nossos hábitos dietéticos como café, coca-cola, suco de laranja e vinho tinto, substâncias estas analisadas em nosso estudo.

Diferentes métodos para avaliação da estabilidade do grau de fluorescência de compósitos resinosos têm sido utilizados. Um deles é a análise visual, no qual comparações são realizadas com análise fotográfica de amostras colocadas sob luz negra⁶⁴, sendo que esta metodologia pode ocasionar muitos erros e conseqüentemente gerar uma baixa correlação entre os examinadores, necessitando de calibração dos mesmos. Outro método que está sendo desenvolvido é a mensuração da fluorescência por meio de fotos digitais que utilizam um software, mas ainda não há muitos dados sobre este protocolo. O método que foi por nós utilizado apresenta menor subjetividade e é bastante empregado para verificar as alterações de fluorescência; é realizado com o uso de um espectrofotômetro para a leitura da luz. Durante o processo os corpos-de-prova são colocados em uma área escura, em condições de iluminação padronizadas gerando resultados mais reprodutíveis; este terceiro método já foi utilizado por vários autores^{29,46,64}.

No presente estudo, o corpo-de-prova foi produzido com as seguintes dimensões: 10,0mm de diâmetro e 1,0mm de espessura. O motivo que nos levou a optar por esta dimensão foi o fato de esta espessura condizer muito bem com a realidade clínica, pois, durante o processo de restauração de um elemento dental, a

espessura da resina de esmalte é relativamente pequena. A literatura científica mostra que, para vários estudos, existem diferentes dimensões do corpo-de-prova. Exemplo disso é o corpo de-prova de Panzeri et al.⁴³ possuir 1,2 mm de espessura, o de Lee et al.³⁰ possuir 2mm de espessura e o de Schulze et al.⁵² 5,0mm de diâmetro e 3,0mm de espessura. Sobre isso, podemos salientar que, para que o fenômeno da fluorescência ocorra, a presença de agentes luminóforos é mais importante do que a espessura do material em si⁶⁹.

Para este estudo foi utilizada uma faixa de espectro entre 400nm e 700nm para registrar o fenômeno de fluorescência dos materiais avaliados; faixa esta amplamente usada na literatura^{31,39,64}. O pico de fluorescência apresentado por todas as amostras, independente da marca da resina, do meio de imersão e do tempo decorrido, foi próximo a 450nm, o que é reportado por diversos artigos na literatura^{39,64}.

Foi constatado em nosso estudo que todas as resinas mostraram diferenças estatísticas significantes em relação à intensidade de fluorescência antes do processo de manchamento, dados que podem ser observados no momento T0 (Gráficos 1-5). Este achado corrobora com o estudo de Lim e Lee³⁵, na qual foram comparadas a emissão e fluorescência de diversas resinas. Enquanto algumas marcas apresentaram pouca fluorescência como a Supreme XT e Esthet X, outras apresentaram fluorescência bastante elevada como a 4Seasons e Vit~l~escence. Por outro lado, a Venus apresentou uma fluorescência intermediária, dados que podem ser observados no momento T0 (Gráficos 1-5). Isso nos leva a questionar quais desses níveis são compatíveis com a fluorescência apresentada pelos dentes naturais^{39,40,66}.

A fluorescência dos dentes naturais ocorre quando são atingidos por raios

(UV) com comprimento de onda entre 350nm e 400nm⁴⁰. Para este estudo, optamos por utilizar um comprimento de onda excitatória de 390nm pois, durante o estudo piloto, verificamos que a intensidade máxima de fluorescência para a maioria das resinas compostas ocorria próxima a este comprimento de onda.

O íntimo relacionamento entre a queda da intensidade de fluorescência das resinas compostas e o manchamento evidencia a necessidade de identificar quais fatores fazem com que as resinas compostas sofram perda de sua coloração, com consequente queda na emissão de fluorescência.

Investigações anteriores relatam que muitas das alterações de cor dos compósitos resinosos são ocasionadas por fatores como diferença na formulação do fotoiniciador⁷, ativador químico, tipo e quantidade da partícula, oxidação de ligações duplas de carbono não reagidas, iluminação (UV), calor e água^{3,12,22}.

As resinas compostas não são quimicamente inertes, existe a biodegradação na presença de ácidos orgânicos produzidos pela placa, e esta situação propicia o manchamento³. Imazato et al.²³ e Örtengren et al.⁴² relatam que a absorção, a qual está relacionada ao manchamento, também é diretamente proporcional ao tempo de imersão em determinados meios, ou seja, quanto maior o tempo de imersão maior será a absorção, consequentemente maior manchamento e também queda na intensidade de fluorescência.

A canforoquinona é mais um componente das resinas compostas que pode gerar manchamento, pois tem como cor de origem o amarelo, que após a fotopolimerização se torna incolor. Mas se a irradiação sobre o material não for suficientemente longa ou intensa pode gerar algum resíduo da canforoquinona, o que leva, além da falta de cor inicial, a uma instabilidade química, gerando o manchamento⁵⁶. A canforoquinona, que é adicionada frequentemente nas resinas

compostas como um fotoiniciador, pode apresentar moléculas residuais após a polimerização, que são frequentemente descritas como responsáveis pela cor amarelada que surge com o decorrer do tempo²⁷.

Os iniciadores ou monômeros não totalmente polimerizados podem possuir grupos orgânicos que sofrem hidrólise para se unir a grupos de moléculas hidrofílicas com capacidade de manchamento⁵¹. Ogunyinka et al.⁴¹ citam que composições de resinas compostas com diferentes fotoiniciadores e co-iniciadores podem apresentar taxas de conversão desiguais diante de diferentes fontes de luz como a halógena e o led. Algumas dessas composições mostraram diferenças nas taxas de conversão, resultante das diferenças na transmissão de luz. Como isso apresenta uma direta relação com a cor, pode também alterar a intensidade de fluorescência.

De acordo com Hosoya²¹ e Hosoy²², podemos afirmar que as alterações de cor de vários tipos de compósitos foram proporcionais ao tempo decorrido: corroborando com estas investigações, nesse estudo mostrou que todas as amostras apresentaram uma queda na intensidade de fluorescência com o decorrer do tempo (Gráficos 1-5). Isso nos leva a crer que este decréscimo na intensidade de fluorescência seja resultado das alterações de cor no decorrer do tempo. A absorção de água também é importante no manchamento, e uma baixa conversão favorece o aumento da absorção tanto da água como de alguns pigmentos⁶³. As resinas que apresentam maior hidrofília acabam sofrendo uma pigmentação maior do que as que são hidrofóbicas, e quando estão em meio aquoso, parece que a água atua como um veículo para penetração dos pigmentos. A absorção de fluídos pelos polímeros se traduz num processo complicado e alguns fatores incluindo hidrofília na superfície e a densidade das ligações cruzadas estão envolvidos. Um e Ruyter⁶³ indicam que os coeficientes de difusão da matriz baseados em metilmetacrilato são mais

elevados do que matrizes baseadas em dimetacrilatos devido à ausência de ligações cruzadas. Por outro lado, estudos mostraram que aumento na quantidade de TEGDMA aumenta a sorção de água nos compósitos resinosos baseados em Bis-GMA²³.

Considerando que a composição das resinas compostas têm direta relação com a reflectância e transmitância e que a interação com a luz resulta na cor final do dente, Lee e Powers³² avaliaram as mudanças que o envelhecimento poderia causar nesta reflectância e transmitância e concluíram que existe uma correlação significativa com a mudança da cor das resinas compostas. E isso também poderia ocasionar alterações na intensidade de fluorescência.

Muitos dos dados mencionados anteriormente podem ter gerado algum tipo de interferência na intensidade de fluorescência nas amostras analisadas neste estudo, juntamente com os procedimentos de manchamentos, apesar de todo o cuidado ter sido tomado para diminuir ao máximo essas interferências. Tais cuidados podem compreender polimerização pelo tempo indicado pelo fabricante, utilização de somente uma fonte de luz com intensidade controlada, espessura de amostra com somente um milímetro para que ocorresse polimerização completa, utilização de tira de poliéster em um dos lados da amostra para se produzir uma superfície extremamente polida entre outras.

A segunda hipótese testada foi que não existem diferenças na fluorescência entre os diferentes tipos de resinas compostas.

A literatura^{2,6,28,36,48,68} relata que a alteração de cor ocorrida nas resinas compostas pode estar relacionada ao tamanho das partículas de sua matriz inorgânica. Esta diferenciação de tamanho foi apresentada por nossas amostras,

visto que em nosso estudo foram selecionadas resinas classificadas como híbridas, micro-híbridas e nanoparticuladas (Tabela 1-5). A alteração pode ser explicada pelo fato de que a interface entre as partículas de carga e a matriz orgânica de uma resina composta tem uma função importante na capacidade de absorção de água e conseqüentemente tornando as substâncias com alto poder de manchamento. Portanto, uma maior taxa de sorção de água faria com que resinas compostas apresentassem menor estabilidade de cor ao longo do tempo^{48,68}. Esta interface matriz resinosa/partícula é um dos pontos mais fracos da resina composta e pode-se supor que a degradação hidrolítica desta área pode modificar o modo como a luz é dispersa pelas partículas com conseqüente alteração de cor¹². Ertas et al.¹³ compararam resinas microhíbridas e nanoparticuladas, e concluíram que essas não apresentam nenhuma superioridade na resistência ao manchamento frente a diferentes bebidas. Contrariamente, Buchala et al.⁹ comparam resinas microparticuladas com híbridas e concluíram que quando estas resinas foram submetidas à armazenagem em água e exposição à luz, apresentaram comportamentos diferentes em relação à cor.

As alterações de cor das resinas compostas também podem estar associadas à natureza da matriz resinosa de cada material^{33,52,53,68}. Em nosso estudo todas as resinas compostas apresentaram composições diferentes (tabela 1-5), o que talvez possa explicar as diferenças que ocorreram na performance de cada material.

As propriedades físico-químicas dos monômeros na matriz resinosa influenciam a absorção dos pigmentos responsáveis pelo manchamento. A própria matriz é um fator importante na estabilidade da resina composta, a afinidade da parte orgânica por pigmentos está diretamente ligada à taxa de conversão e características químicas¹⁸.

Asmussen e Hansen³, estudando a estabilidade de cor das resinas compostas bem no começo de sua utilização na rotina odontológica, afirmam que a quantidade de Bis-GMA presente na composição de uma resina pode afetar significativamente sua capacidade de estabilidade de cor. Assim, temos que considerar que todas as resinas compostas utilizadas neste estudo apresentam Bis-GMA em suas composições e, portanto, pode ter alterado a cor das resinas e consequentemente sua intensidade de fluorescência.

Partindo do princípio que os componentes presentes na resina composta podem ocasionar severo manchamento com o decorrer do tempo, foi avaliado que o HEMA, presente em diferentes materiais disponíveis no mercado odontológico, possui em sua estrutura molecular uma parte hidrofílica e outra hidrofóbica. O grupo funcional hidroxila do HEMA faz com que a hidrofilia dos materiais aconteça mesmo após sua polimerização¹⁷. É sabido que materiais hidrofílicos têm uma maior capacidade de absorção de água, e consequentemente manchamento; lembrando que esta hidrofilia não impede que o material absorva substâncias hidrófobas⁴.

Quando avaliado em outro estudo⁸ diferentes resinas compostas com composições de matriz orgânica fundida com diversos tipos de partículas inorgânicas, verificou-se que diferentes graus de transmitância foram encontrados quando comparadas a uma resina sem carga. Podemos dizer que as partículas de carga das resinas compostas podem alterar a transmitância, e como este é um fenômeno óptico, também pode causar alguma alteração na fluorescência.

Pôde-se constatar nas mensurações dos valores de fluorescência realizadas nas amostras no T0 (após polimerização e sem imersão em saliva artificial) que todas as resinas compostas empregadas apresentaram níveis de fluorescência diferentes (Gráfico 11).

Esses resultados sugerem que essas diferenças nos níveis de fluorescência encontradas ocorreram devido às diferenças apresentadas na composição, como visto nas tabelas de 1 a 5.

De acordo com nossos resultados, verificamos que todas as resinas utilizadas apresentaram diferentes valores de fluorescência, ou seja, a segunda hipótese testada não foi comprovada.

A polimerização é outro fator muito importante, quando se têm componentes que não reagiram devido a vários fatores, como a inibição por oxigênio na superfície ou na periferia de porosidades⁵⁰. Os componentes que não reagiram, como iniciadores, aceleradores e estabilizadores podem propiciar o processo de pigmentação.

Sabe-se ainda que a polimerização pode influir na alteração de cor devido ao manchamento^{9,41}, o qual pode ser resultante de uma pobre polimerização da parte orgânica das resinas compostas, ou ainda devido ao maior ou menor tempo de polimerização de cada incremento de resina²¹. Outro ponto que pode gerar alteração na intensidade de fluorescência é o modo de polimerização⁵⁹. Quando avaliadas resinas compostas diretas e indiretas de diferentes cores antes e após polimerização, foi possível observar que a fluorescência se modificam durante o processo de polimerização do compósito tanto de forma direta como indireta. Isso nos leva a acreditar que polimerização inadequada pode gerar menor grau de fluorescência nas resinas compostas.

Ainda em relação à polimerização, Yap et al.⁷¹ relatam que tanto o tipo de unidade de polimerização, luz halogena ou led, como o modo de polimerização, convencional ou exponencial, interferem significativamente na resistência à degradação química estimulada por diferentes meios de imersão, sugerindo

alteração na cor final das resinas compostas. Com a mesma linha de pesquisa, Yazici et al.⁷² não registraram nenhuma relação entre diferentes fontes de luz, halogena e led, mas mencionam que o manchamento ocorrido nas amostras por chá e café são dependentes do próprio material, que no caso foram dois tipos de resina, híbrida e nanohíbrida.

Quando consideramos a lisura de superfície, podemos afirmar que restaurações em resina composta com maior irregularidade são mais suscetíveis ao manchamento¹². Para diminuir a influência da irregularidade, em nosso estudo foi utilizada uma matriz de poliéster como descrito em nossa metodologia, o que promoveu uma superfície extremamente lisa. Devemos considerar que, de acordo com Shintani et al.⁵⁵ e Patel et al.⁴⁵, quando se tem uma superfície lisa conseguida com a matriz de poliéster, pode ocorrer uma grande alteração de cor. Isso talvez aconteça porque a superfície abaixo da matriz de poliéster não parece ter o mesmo grau de polimerização do que o restante do material. Também deve-se considerar que a estrutura das resinas compostas e as características das partículas de carga têm um efeito direto na lisura de superfície⁶³.

O estresse físico-químico induzido na superfície e subsuperfície das resinas, o que ocorre diariamente durante seu uso intraoral, pode facilitar a formação de defeitos como microfraturas⁴⁷. Microfraturas, microbolhas e espaço na interface entre a partícula de carga e a matriz resinosa, são talvez os mais frequentes caminhos para um manchamento. Apesar de Luiz et al.³⁷ em seu estudo verificarem que não existe alteração nem na média de porosidade e nem na microdureza das resinas compostas após imersão em diferentes meios de imersão. É válido ressaltar que nesse estudo os autores empregaram as mesmas bebidas utilizadas em nosso estudo.

É importante destacar que, além da composição do material, os

procedimentos de acabamento e polimento influenciarão na qualidade da superfície da resina composta, a qual está diretamente ligada à sua descoloração e provável alteração da intensidade de fluorescência.

O envelhecimento das resinas compostas também pode produzir manchamento devido a vários fatores como a luz ultravioleta, a irradiação, as mudanças térmicas e a umidade^{14,47}.

Os meios de imersão utilizados neste estudo produziram nas resinas compostas variados graus de manchamento, permitindo observar que o manchamento atuou diretamente na fluorescência, ocasionando alterações variadas.

Considerando os resultados encontrados nesta pesquisa, foi verificado que alguns meios de imersão apresentam alto poder de manchamento como o café e o vinho que geram maior decréscimo na intensidade de fluorescência (Gráficos 6 e 10), outros meios, no entanto, demonstraram baixo poder na diminuição desta intensidade, como é o caso do refrigerante de cola e do suco de laranja (Gráficos 7 e 9). Observou-se que até mesmo a saliva artificial (Gráfico 8), adotada como controle em nosso estudo, apresentou decréscimo na intensidade de fluorescência com o decorrer do tempo. Luiz et al.³⁷ avaliaram o efeito de diferentes bebidas nas propriedades da superfície da resina composta. Os autores sugeriram que uma pequena quantidade dos componentes das bebidas é absorvida pela resina composta, formando uma camada de subprodutos resultantes dos meios de imersão nesta superfície, algo que poderia ser justificado como o ocorrido em nosso estudo. Fujita et al.¹⁷ verificaram em amostras de resina composta imersas em saliva artificial que houve absorção de pequena quantidade de diferentes substâncias após quatro semanas, sugerindo que estas substâncias absorvidas pela superfície das resinas compostas podem ser derivadas da mucina da saliva artificial e que poderia

levar a um manchamento. Também foi sugerido que a própria mucina e a combinação de mucina com pigmentos poderiam ter atuado como um tipo de mediador para o manchamento dos materiais. Neste momento devemos observar que a saliva artificial utilizada em nosso estudo não apresenta mucina em sua composição, mas outros componentes; Cloreto de Potássio, Cloreto de Sódio, Cloreto de Magnésio, Cloreto de Cálcio, Fosfato de Potássio, Nipagin, Nipasol, Carboxil Metil Celulose e Sorbitol, poderiam atuar de maneira semelhante, causando manchamento e conseqüente queda na intensidade de fluorescência.

Em nosso estudo o café foi a substância que fez com que as resinas compostas, independentemente da marca, apresentassem o maior decréscimo na intensidade de fluorescência (Gráfico 6), muito provavelmente devido ao seu elevado poder de manchamento. Resultados semelhantes aos nossos foi encontrado por Guler et al.¹⁹ quando avaliou o poder de manchamento de diferentes tipos de meios de imersão. Briem et al.⁴ e Um e Ruyter⁶³ relatam que o café contém pigmentos amarelos, e estes apresentam diferentes polaridades e alta afinidade para se estabilizar. Foi sugerido que a absorção e penetração dos pigmentos pela fase orgânica da resina composta se dão provavelmente devido à compatibilidade da fase polimérica com os pigmentos amarelos do café. Bagheri et al.⁴ apresentam resultados semelhantes aos nossos, se considerarmos que a queda de fluorescência tem direta relação com o manchamento, mostrando o café e o vinho com maior capacidade de manchamento em comparação ao refrigerante de cola.

Com o vinho, as alterações de fluorescência ocorridas nas resinas compostas foram consideráveis (Gráfico 10). No estudo realizado por Fujita et al.¹⁷, amostras de resinas compostas que foram submetidas ao manchamento com vinho apresentaram pequenas fraturas por toda a interface matriz/carga quando

submetidas ao teste de micrografia escaneada por elétron após quatro semanas. A causa das fraturas ainda não está clara, mas resultou em pequenas mudanças na textura de superfície. Também já foi reportado na literatura que o álcool ocasiona algum tipo de efeito de degradação na superfície das resinas compostas¹⁷.

Superfícies irregulares, já degradadas por qualquer tipo de substância, promovem uma área mais extensa para absorção de pigmentos, gerando maior manchamento⁴⁹. O álcool presente no vinho pode criar este tipo de irregularidades na superfícies das amostras, facilitando um maior manchamento. Vinhos tintos apresentam teor médio de álcool em sua composição de 13% e atua como um solvente de material orgânico, no caso Bis-GMA que se constitui da matriz resinosa da maioria dos compósitos resinosos⁴. Conclusão semelhante apresentada em outros estudos^{20,54}, que mostraram diferença considerável na cor dos compósitos quando submetidos ao enchaguatório bucal contendo álcool.

Outro fator associado ao manchamento é o pH do meio de imersão. Meios ácidos causam ácido-erosão do material, e o vinho, café, suco de laranja e refrigerante de cola também poderiam solubilizar as amostras⁴². Analisando tais possibilidades, parece que a facilidade que o vinho apresenta em manchar a resina composta atuou diretamente na decréscimo na intensidade da fluorescência.

As amostras submetidas ao refrigerante de cola podem formar crateras decorrentes também da ácido-erosão, aumentando o manchamento ocasionado pelo aumento de superfície. Este acontecimento pode ser explicado pela presença do ácido fosfórico e o pelo baixo pH de aproximadamente 2,0 na composição do refrigerante de cola. E por se tratar de uma bebida gaseificante, o efeito de manchamento pode ser aumentado⁴². Esta bebida tem como ingrediente o caramelo, que apresenta uma variação de cor do amarelo pálido ao marrom, o qual pode

colaborar para o manchamento. Apesar de apresentar uma menor capacidade de alterar a intensidade de fluorescência quando comparado ao café e vinho, o refrigerante de cola ainda apresenta alterações nas amostras em nosso estudo (Gráfico 7).

A composição do suco de laranja pode alterar os materiais restauradores, devido à presença do ácido cítrico, que promove uma dissolução da superfície das resinas compostas, submetendo estas resinas a uma situação semelhante à que ocorre com o refrigerante de cola. Considerando este fato, os autores afirmam que a alteração da cor ocasionada pelo suco de laranja não se deve apenas ao seu baixo pH, mas também a vários componentes químicos presentes em sua composição⁴².

Todas as resinas avaliadas nesta pesquisa apresentaram diminuição na intensidade de fluorescência, entretanto a resina 4Seasons apresentou maior intensidade de fluorescência em comparação às outras. Apesar de ter apresentado decréscimo em seus valores de fluorescência, esta resina continuou a apresentar os maiores níveis de fluorescência durante todo o estudo. As resinas Esthet-X e Filtek Supreme XT, embora tenham apresentado as menores intensidades de fluorescência, ainda foi possível medi-las. É importante ressaltar que pela metodologia empregada em nosso estudo não foi possível estabelecer parâmetros para comparação dos valores de fluorescência com situações clínicas.

Os resultados obtidos neste estudo in vitro comprovam a eficácia da metodologia empregada sendo uma técnica simples e de fácil execução, permitindo avaliar a intensidade de fluorescência gerada durante a estimulação das amostras com luz UV.

Ficou evidente também a necessidade de novos estudos para avaliação fluorescência in vivo, para que se faça uma correlação clínica com os dados obtidos

em laboratório.

Sugerem-se novos estudos que avaliem se após o manchamento, técnicas de polimento e (ou) clareamento poderiam restabelecer os níveis iniciais de intensidade de fluorescência.

Também são sugeridos estudos comparativos com a estrutura dental avaliando se a influência dos meios de imersão atuam de maneira similar às resinas compostas.

CONCLUSÃO

De acordo com a metodologia empregada e com os resultados obtidos concluiu-se:

- Houve alteração nas intensidades de fluorescência para todos os grupos estudados, influenciada pelos meios de imersão e pelo tempo de avaliação;
- Houve diferenças na intensidade de fluorescência entre as diversas marcas de resina composta ao início dos testes;
- Considerando os meios de imersão, o café foi o que mais influenciou na alteração da intensidade de fluorescência das resinas compostas;
- Considerando as resinas compostas, a Venus foi a que mais foi influenciada na alteração da intensidade de fluorescência pelos meios de imersão;
- Considerando as resinas compostas, a 4Seasons foi a que menos foi influenciada na alteração da intensidade de fluorescência pelos meios de imersão;
- Quanto maior o tempo de exposição das amostras nos meios de imersão maior o decréscimo da intensidade de fluorescência.

REFERÊNCIAS*

1. Ahmad I. Three-dimensional shade analysis: perspectives of color Part I. *Pract Periodont Aesthet Dent*. 1999;11: 789-96.
2. Arikawa H, Kanie T, Fujii K, Takahashi H, Ban S. Effect of filler properties resins on light transmittance characteristics and color. *Dent Mater*. 2007; 26: 38-44.
3. Asmussen E, Hansen EK. Surface discoloration of restorative resins in relation to surface softening and oral hygiene. *Scand J Dent Res*. 1986; 94: 174-77.
4. Bagheri R, Burrow MF, Tyas M. Influence of food simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *J Dent*. 2005; 33: 389-98.
5. Baran, GR, O'Brien, WJ, Tien TY. Colored emission of rare earth ions in potassium feldspath glass. *J Dent Res*. 1977; 56: 1323-29.
6. Beun S, Glorieux T, Devaux J, Vreven J, Leoup G. Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites. *Dent. Mater*. 2007, 23: 51-9
7. Brackett MG, Brackett WW, Browning WD, Rueggeberg FA. The effect of light curing source on the residual yellowing of resins composites. *Oper Dent*. 2007; 329: 443-50.
8. Brie M, Grecu R, Moldovan M, Prejmerean C, Musat O, Vezenyi M. The optical properties of some dimethacrylic composites. *Mater Chem And Phis*. 1999; 60: 240-46.

* De acordo com o estilo Vancouver. Disponível no site:
http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html

9. Buchalla W, Attin T, Hilgers RD, Hellwig E. The effect of water storage and light exposure on the color and translucency of a hybrid and a microfilled composite. *J Prosthet Dent.* 2002; 87: 264-70.
10. Dietschi D. Free-hand bonding the esthetic treatment of anterior teeth: creating the illusion. *J Esthet Dent.* 1997; 9: 156-64.
11. Dietschi D. Layering concepts in anterior composite restorations. *J Adhesiv Dent.* 2001; 3: 71-80.
12. Dietschi D, Campanile G, Holz J, Meyer JM. Comparison of the color stability of ten new-generation composites: an in vitro study. *Dent Mater.* 1994; 10: 353-62.
13. Ertas E, Güler AU, Yücel, Köprülü H, Güler E. Color stability of resin composite after immersion in different drinks. *Dent Mater.* 2006; 25: 371-76.
14. Ferracane JL, Moser JB, Greener EH. Ultraviolet light-induced yellowing of dental restorative resins. *J Prosthet Dent.* 1985; 54: 483-7.
15. Fondriest J. Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. *Int J Periodont Restor Dent.* 2003; 23: 467-79.
16. Foreman PC. The excitation and emission spectra of fluorescent components of human dentine. *Arch Oral Biol.* 1980; 25: 641-7.
17. Fujita M, Kawakami S, Noda M, Sano H. Color change of newly developed esthetic restorative material immersed in food-simulating solutions. *Dent Mater.* 2006; 25: 352-9.
18. Gee AJ, Harkel-Hagenaar E, Davidson CL. Color dye for identification of incompletely cured composite resins. *J Prosthet Dent.* 1984; 52: 626-31.

19. Guler AU, Yilmaz F, Kulunk T, Guler E, Kurt S. Effects of diferents drinks on stainability composite provisional restorative materials. *J Prosthet Dent.* 2005; 2: 118-24.
20. Gürdal P, Akdeniz G, Sen BH. The Effects on microhardness and colour stability of aesthetic restorative materials. *J Oral Rehabil.* 2002; 29: 895-901.
21. Hosoya Y. Five-year color changes of light-cured resin composites: influence of light-curing times. *Dent Mater.* 1999; 15: 268-74.
22. Hosoya Y, Goto G. Color changes of light-cured composites resins. *J Clin Pediatr Dent.* 1999; 16: 247-52.
23. Imazato S, Tarum H, Kato S, Ebisu S. Water sorption and colour stability of composites containing the antibacterial monomer MDPB. *J Dent.* 1999; 27: 279-83.
24. Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *Dent Mater.* 2004; 32, 3-12.
25. Khokhar ZA, Razzog ME, Yaman P. Color Stability of restorative resins. *Quintessence Int.* 1991; 22: 733-7.
26. Koczorowska AM, Sikorska E, Krawczyk A, Khmelinskii I, Sikorski M, Koczorowski R, et al. Luminescence of selected dental composites in vitro. *Dent Mater.* 2008; 24: 1329-35.
27. Kolbeck C, Rosentritt M, Lang R, Handel G. Discoloration of facing and restorative composites by UV-irradiation and staining food. *Dent Mater.* 2006; 22: 63-8.
28. Lee YK. Influence of filler on the difference between the transmitted and reflected colors of experimental resin composites. 2008; 24: 1243-47.

29. Lee YK, Huan L, Powers JM. Changes in opalescence and fluorescence properties of resin composites after accelerated aging. *J Prosthet Dent.* 2006; 22: 653-60.
30. Lee Y K, Lu H, Powers JM. Effect of surface sealant and staining on the fluorescence of resin composites. *J Prosthet Dent.* 2005; 93: 260-6.
31. Lee YK, Lu H, Powers JM. Fluorescence of layered resin composites. *J Esthet Restor Dent.* 2005; 17: 93-101.
32. Lee YK, Powers JM. Color changes of resin composites in the reflectance and transmittance modes. *Dent Mater.* 2007;23: 259-64.
33. Leibrock A, Rosentritt M, Reinhold L, Behr M, Handel G. Colour stability of visible light-curing hybrid composites. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 1997; 5: 125-30.
34. Lenz G. Fluorescência: método físico de análise. (apostila) Rio Grande do Sul: Instituto de Biociências, Departamento de Biofísica. Universidade Federal Rio Grande do Sul. UFRGS, 2000.
35. Lim, YK, Lee YK. Fluorescent emission of varied shades of resin composites. *Dent Mater.* 2007; 23: 1262-8.
36. Lim YK, Lee YK, Lim BS, Rhee SH, Yang HC. Influence of filler distribution on the color parameters of experimental resin composites. *Dent Mater.* 2008; 24: 67-73.
37. Luiz BKM, Quintella CM, Friedrich LA, Silva EB, Veiga W, Prates LHM, et al. Effects of diferents drinks on the properties of dental resin composites. *Polymer Testing.* 2007; 26: 855-61.

38. Magne P, Belser U. Estética oral natural. In: Magne P, Belser U. Restaurações adesivas de porcelana na dentição anterior: uma abordagem biomimética. Rio de Janeiro: Quintessence, p.86-87, 2003.
39. Matsumoto H, Kitamura S, Araki T. Autofluorescence in human dentine in relation to age, tooth type and temperature measured by nanosecond time resolved fluorescence microscopy. Arch Oral Biol. 1999; 44: 309-18.
40. Monsenego G, Burdairon G. Fluorescence of dental porcelain. J Prosthet Dent. 1993; 69: 106-13.
41. Ogunyinka A, Palin WM, Shortall AC, Marquis PM. Photoinitiation chemistry light transmission and degree of conversion of curing experimental dental resin composites. Dent Mater. 2007; 23: 807-13.
42. Örtengren U, Anderson F, Elgh U, Terrselius B, Karlsson S. Influence of pH and storage time on the sorption and behaviour of three composite resin materials. J Dent. 2001; 29: 35-41.
43. Panzeri H, Fernandes LT, Minelli CJ. Spectral fluorescence of direct anterior restorative materials. Aust Dent J. 1977; 22: 458-61.
44. Park MY, Lee YK, Lim BS. Influence of fluorescence whitening agent on the fluorescent emission of resin composites. Dent Mater. 2007; 23: 731-35.
45. Patel SB, Gordan VV, Barrett AA, Shen C. The effect of surface finishing and storage solutions on the color stability of resin-based composites. J Am Dent Assoc 2004; 135: 587-94.
46. Perry A, Biel M, DeJongh O, Hefferren J. Comparative study of the native fluorescence of human dentine and bovine skin collagens Arch Oral Biol. 1969 14: 1193-211.

47. Powers JM, Bakus ER, Goldberg AJ. In vitro color changes of posterior composites. *Dent Mater.* 1998; 4: 151-4.
48. Powers JM, Fan PL, Raptis CN. Color stability of new composite restorative materials under accelerated aging. *J Dent Res.* 1980; 59: 2071-4.
49. Reis AF, Giannini M, Lovadino JR, Ambrosano GM. Effects of various finishing system on the surface roughness and staining susceptibility of packable composite resins. *Dent Mater.* 2003; 19: 12-8.
50. Rueggeberg FA, Margeson DH. The effect of oxygen inhibition on an unfilled/filled composite system. *J Dent Res.* 1990; 69:1652-58.
51. Satou N, Khan AM, Matsumae I, Satou J, Shintani H. In vitro color change of composite-based resins. *Dent Mater.* 1989; 5: 384-7.
52. Schulze KA, Marshall SJ, Gansky, SA, Marshall GW. Color stability and hardness in dental composites after accelerated aging. *Dent Mater.* 2003; 19: 612-9.
53. Schulze KA, Tinschert J, Marshall SJ, Marshall GW. Spectroscopic analysis of polymer-ceramic dental composites after accelerated aging. *Int J Prosthodont.* 2003; 16: 355-61.
54. Settembrini L, Penugonda B, Scherer W, Strassler H, Hittelman E. Alcohol-containing mouthwashes: effects on composite color. *Oper Dent.* 1995; 20: 14-7.
55. Shintani H, Satou J, Satou N, Hayashihara H, Inoue T. Effects of various finishing methods on staining and accumulation of *Streptococcus mutans* HS-6 on composite resins. *Dent Mater.* 1985; 1: 225-7.
56. Shintani H, Yamaki M, Inoue T. Analysis of camphorquinone in visible light-cured composite resins. *Dent Mater.* 1985; 1: 124-6.

57. Spitzer D, Ten Bosch JJ. The total luminescence of bovine and human dental enamel. *Calcif Tissue Res.* 1976; 20: 201-8.
58. Stephen JC, Ahmad I. Light dynamic properties of a synthetic, low-fusing, quartz glass-ceramic material. *Pract Proced Aesthet Dent.* 2003; 15: 49-56.
59. Song S, Yu B, Ahn J, Lee Y. Opalescence and fluorescence properties of indirect and direct resin materials. *Acta Odontol Scand.* 2008; 66: 236-42.
60. Terry DA, Geller W, Tric O, Anderson MJ, Tourville M, Kobashigawa A. Anatomical form defines color: function, form, and aesthetics. *Pract Proced. Aesthet Dent.* 2002; 14: 59-67.
61. Tjan AHL, Chan CA. The polishability of posterior composites. *J Prosthet Dent.* 1989; 61: 138-46.
62. Uchida H, Vaidyanathan J, Viswanadhan T, Vaidyanathan TK. Color stability of dental composites as a function of shade. *J Prosthet Dent.* 1998; 79: 372-7.
63. Um CM, Ruyter IE. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quintessence Int.* 1991; 22: 377-86.
64. Uo M, Okamoto M, Watari F, Tani K, Morita M, Shintani A. Rare earth oxide-containing fluorescent glass filler for composite resin. *Dent Mater.* 2005; 24: 49-52.
65. Vanini L. Sistema composto microibrido universale: fluorescente e opalescente. *Dental Cadmos.* 1996; 8: 36-48.
66. Vanini L. Light and color in anterior composite restorations. *Pract Perio Aesthet Dent.* 1996; 8: 673-82.
67. Vanini L, Mangani F. Determination and communication of color dimensions of teeth. *Pract Periodont Aesthet Dent.* 2001; 13: 19-26.

68. Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water aging. *Dent. Mater.* 2004; 20: 530-34.
69. Villarroel M, Jorquera C, Gomes OMM, Gomes JC. Fluorescência uma contribuição na vitalidade natural do dente humano. *Rev Ibero Americana Odontol Estet Dent.* 2004; 3: 397-406.
70. Yan B, Wang QM. In situ composition and luminescence of terbiumcoordination polymers/PEMA hybrid thick films *Optical Mater.* 2004; 27: 533-7.
71. Yap A, Wattanapayungkul P, Chung SM. Influence of the polymerization process on composite resistance to chemical degradation by food-simulating liquids. *Oper Dent.* 2003; 28: 723-27.
72. Yazici AR, Çelik Ç, Dayangaç B, Ozgunaltay G. The effect of curing units and staining solutions on the color stability of resin composites. *Oper.Dent.* 2007; 32; 616-22.
73. Yu B, Ahn JS, Lim JI, Lee YK. Influence of TiO₂ nanoparticles on the optical properties of resin composites. *Dent Mater.* 2009; 25: 1142-7. Epub 2009 May 1.
74. Wozniak WT, Moore BK. Luminescence spectra of dental porcelains. *J Dent Res.* 1978; 12: 971-4.

Autorizo a reprodução deste trabalho.
(Direitos de publicação reservado ao autor)

Araraquara, 17 de Marco de 2010.
Ubiracy Gaião