

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Jimmy Liu

**AVALIAÇÃO ESPECTRAL DA FLUORESCÊNCIA DE
SEIS RESINAS COMPOSTAS**

Taubaté - SP
2006

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Jimmy Liu

**AVALIAÇÃO ESPECTRAL DA FLUORESCÊNCIA DE
SEIS RESINAS COMPOSTAS**

Dissertação apresentada para obtenção do
Título de Mestre pelo Programa de Pós-
Graduação em Odontologia do Departamento
de Odontologia da Universidade de Taubaté.
Sub-Área: Dentística.
Orientador: Prof. Dr. José Benedicto de Mello.

Taubaté - SP
2006

Liu, Jimmy

Avaliação espectral da fluorescência de seis resinas compostas. Orientação do Prof. Dr. José Benedicto de Mello - São Paulo: 2005.
64f.: il.

1. Fluorescência. 2. Resinas compostas I. Universidade de Taubaté. Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação. II. Liu, Jimmy.

JIMMY LIU

**AVALIAÇÃO ESPECTRAL DA FLUORESCÊNCIA DE SEIS RESINAS
COMPOSTAS**

Dissertação apresentada para obtenção
do Título de Mestre pelo programa de
Pós-Graduação em Odontologia do
Departamento de Odontologia da
Universidade de Taubaté.
Área de concentração: Dentística

Data: _____

Resultado: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. _____ Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Universidade _____

Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Universidade _____

Assinatura _____

*Aos meus pais, Liu Lop Kee e Chio Hou Leng
Agnes Liu, exemplos de trabalho, dedicação,
perseverança e por serem minha maior fonte
de inspiração e amor.*

*Aos meus familiares Débora e Custódio, pelo
apoio incondicional, amor e carinho sempre
demonstrados por mim.*

*Obrigado pelo incentivo em cada nova busca
da minha vida.*

Dedico a vocês este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Benedicto de Mello, por sua orientação segura, amizade, apoio constante e ensinamentos transmitidos. Pela liberdade concedida no desenvolvimento deste trabalho e pela confiança em mim depositada.

Ao Prof. Ronaldo Hirata, pela amizade, respeito e confiança, por ter guiado meus passos desde o meu início na carreira.

Aos professores do curso de mestrado da Universidade de Taubaté, pela colaboração e pelos conhecimentos transmitidos durante o decorrer de todo o curso.

Aos funcionários do Departamento de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade de Taubaté, pela gentileza na prestação de informações e serviços.

Ao Instituto de Química, USP, São Carlos, especialmente a Mauro Roberto, pela colaboração e amizade.

Meu agradecimento sincero e profunda admiração.

RESUMO

Os dentes naturais quando expostos a raios energizantes como, por exemplo, os raios ultravioleta, exibem uma forte fluorescência com uma faixa de emissão de espectro que vai desde o branco intenso até o azul claro. Este fenômeno apresenta uma importante contribuição para o aspecto de naturalidade do dente; portanto, uma fluorescência similar à dos dentes naturais é uma característica desejável nos materiais restauradores. O objetivo deste trabalho foi o de avaliar a fluorescência de seis resinas compostas gerada durante a exposição de uma fonte de luz ultravioleta. Os grupos foram assim caracterizados: Grupo I – 4 Seasons (Ivoclar Vivadent), Grupo II – Esthet-X (Dentsply), Grupo III – Point 4 (Kerr), Grupo - IV Filtek Supreme (3M Espe), Grupo V - Venus (Heraeus-Kulzer), Grupo VI – Vit-I-escence (Ultradent). Cada um destes grupos contou com cinco amostras. Um espectrofluorímetro (Fluorescence Spectrophotometer F 4500 Hitachi) foi utilizado para a leitura dos espécimes. Os corpos-de-prova foram obtidos pela confecção de discos de resina composta, sendo que cada um deles possuía 10 mm diâmetro e 1 mm de espessura e uma superfície totalmente polida. O equipamento foi calibrado para que o raio incidente fosse emitido com um comprimento de onda de 390 nm e para que todo o fenômeno de fluorescência fosse registrado em uma faixa compreendida entre 400 nm e 700 nm. A fluorescência gerada durante o teste foi registrada em um gráfico intensidade de fluorescência *versus* comprimento de onda. Isto permitiu que fossem identificados os picos máximos de intensidade de fluorescência que ocorreram para cada resina composta. O valor médio para a variável intensidade de fluorescência foi: Grupo I – 1.738,08; Grupo II – 1.179,242; Grupo III – 2.615,188; Grupo IV – 31,4; Grupo V – 1.505,41 e Grupo VI – 963,299. A média para a variável comprimento de onda foi: Grupo I – 448,00; Grupo II – 448,32; Grupo III – 435,04; Grupo IV – 465,08; Grupo V – 447,16 e Grupo VI – 446,00. Com estes resultados concluiu-se que houve diferenças estatísticas significantes em relação à intensidade de fluorescência entre todos os grupos de resinas compostas, sendo que o Grupo IV (Filtek Supreme) apresentou a menor média de intensidade de fluorescência seguida, na ordem, pelo Grupo VI (Vit-I-escence), Grupo II (Esthet-X), Grupo V (Venus) e Grupo I (4 Seasons). A maior média de intensidade de fluorescência foi apresentada pelo Grupo III (Point 4); os grupos de resina composta que apresentaram espectro de emissão de fluorescência mais próximo aos dentes naturais foram o Grupo I (4 Seasons) e o Grupo II (Esthet-X) quando comparados com dados da literatura científica; houve diferenças estatísticas significantes quanto ao comprimento de onda entre os diferentes grupos de resinas compostas, com exceção do Grupo I (4 Seasons) e Grupo II (Esthet-X).

Palavras-chave: Fluorescência. Resinas compostas.

ABSTRACT

Natural teeth exhibit a strong fluorescence with an emission spectrum that goes since an intense white to a light blue when they are exposed to energizing radiation such as ultraviolet light. This phenomenon represents an important contribution to the natural appearance of the tooth. Therefore, a similar fluorescence to the natural teeth is desired in restorative materials. The purpose of this study was to evaluate the fluorescence of six composite resins generated during the exposal to an ultraviolet light source. The groups were be characterized as: Group I – 4 Seasons (Ivoclar Vivadent), Group II – Esthet-X (Dentsply), Group III – Point 4 (Kerr), Group - IV Filtek Supreme (3M Espe), Group V - Venus (Heraeus-Kulzer), Group VI - Vit-I-escence (Ultradent). Each group contained five samples. A spectral fluorometer (Fluorescence Spectrophotometer F 4500 Hitachi) was be used for the samples reading. The specimens were obtained by building composite resin discs (1 mm in thickness and 10 mm in diameter) with a completely polished surface. The equipment was calibrated so that the incident ray was emitted at 390 nm in wavelength and all the fluorescence was registered in a band between 400 nm and 700 nm. The fluorescence generated during the test was registered in a fluorescence intensity vs. wavelength graph. This allowed the analysis of the location where the highest peaks of fluorescence occurred to each composite resin. The mean value for the fluorescence intensity variable was: Group I - 1.738,08; Group II - 1.179,242; Group III - 2.615,188; Group IV - 31,4; Group V - 1.505,41 and Group VI - 963,299. The mean value for the wavelength variable was: Group I - 448,00; Group II - 448,32; Group III - 435,04; Group IV - 465,08; Group V - 447,16 and Group VI – 446,00. With these results it was concluded that there were significant differences in respect to fluorescence intensity between all groups. Group IV (Filtek Supreme) showed the lowest mean value followed by Group VI (Vit-I-escence), Group II (Esthet-X), Group V (Venus) and Group I (4 Seasons). The highest mean value for the fluorescence intensity variable was shown by Group III (Point 4). The groups that showed a more similar emission of fluorescence when compared to natural teeth were Group I (4 Seasons) and Group II (Esthet-X) according to data found on scientific literature. There were significant differences on the wavelength emission between all groups, with the exception of Group I (4 Seasons) and Group II (Esthet-X).

Keywords: Fluorescence. Composite resins.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Resina composta Vit-I-escence (Ultradent)	33
Figura 2	- Resina composta Esthet-X (Dentply).....	33
Figura 3	- Resina composta 4 Seasons (Ivoclar Vivadent)	33
Figura 4	- Resina composta Point 4 (Kerr)	33
Figura 5	- Resina composta Filtek Supreme (3M Espe)	33
Figura 6	- Resina Composta Venus (Heraeus-Kulzer).....	33
Figura 7	- Matriz e porta espécime sobre uma placa de vidro e tira de poliéster	34
Figura 8	- Resina composta inserida no porta espécime.....	34
Figura 9	- Tira de poliéster posicionada sobre a resina composta.....	35
Figura 10	- Placa de vidro posicionada sobre a tira de poliéster	35
Figura 11	- Peso de 5 kg posicionado sobre o conjunto	36
Figura 12	- Fotoativação inicial da resina composta.....	36
Figura 13	- Fotoativação final da resina composta	37
Figura 14	- Remoção de excessos de resina composta.....	37
Figura 15	- Fluorescence Spetrophotometer	39
Figura 16	- Câmara interna do espectrofluorímetro	39
Figura 17	- Vista frontal da base experimental do espectrofluorímetro.....	39
Figura 18	- Vista lateral da base experimental do espectrofluorímetro.....	40
Figura 19	- Vista posterior da base experimental do espectrofluorímetro.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados de intensidade de fluorescência para cada resina composta.....	43
Tabela 2 - Estatísticas descritivas da variável comprimento de onda para cada resina composta	46

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	-Intensidade média de fluorescência, segundo cada resina composta.....	44
Gráfico 2	-Intervalo de confiança (95%) para intensidade média de fluorescência	45
Gráfico 3	- Comprimento de onda médio, segundo resina composta.....	47
Gráfico 4	- Intervalo de confiança (95%) para comprimento de onda médio.....	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

nm	- Nanômetro
mm	- Milímetro
µm	- Micrometro
kg	- Kilograma
h	- Hora
min	- Minuto
kV	- Kilo volt
UV	- Ultravioleta
A.D.A.	- American Dental Association
°C	- Grau Celsius
mw/cm ²	- Miliwatt por centímetro quadrado
CIE	- Comissio Internationale de l'Eclairage
u.a.	- Unidade arbitrária

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1	FLUORESCÊNCIA	14
3	PROPOSIÇÃO	31
4	MATERIAL E MÉTODO	32
4.1	MATERIAL	32
4.2	CONFECÇÃO DOS CORPOS DE PROVA	32
4.3	CALIBRAÇÃO DO ESPECTROFLUORÍMETROS	37
4.4	MÉTODO	38
4.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA	40
5	RESULTADOS	42
6	DISCUSSÃO	49
7	CONCLUSÕES	53
	REFERÊNCIAS	54
	APÊNDICES	56
	Apêndice 1 - Média, desvio padrão, nível de confiança e erros de amostragem, segundo diferentes resinas, por meio do método de amostragem de Neyman	57
	Apêndice 2 - Teste de Shapiro-Wilk – Intensidade de fluorescência	58
	Apêndice 3 - Teste de Homogeneidade de Variâncias de Levene	58
	Apêndice 4 - Teste de ANOVA - Intensidade de Fluorescência	58
	Apêndice 5 - Teste de comparações múltiplas de Games-Howell para a variável intensidade média de fluorescência, segundo resinas	59
	Apêndice 6 - Dados de diferença de intensidade de fluorescência em porcentagem	61
	Apêndice 7 - Teste de normalidade de Shapiro-Wilk para a variável comprimento de onda	61
	Apêndice 8 - Teste de Levene – Comprimento de onda	62
	Apêndice 9 - Teste de ANOVA – Comprimento de onda	62
	Apêndice 10 - Teste de comparações múltiplas de Tukey HSD para a variável comprimento de onda segundo resinas, admitindo variâncias homogêneas	63

1 INTRODUÇÃO

O desejo por um sorriso mais estético e harmônico parece nortear a odontologia nos dias atuais. Contudo, uma barreira a esse desejo decorre das alterações que podem acometer os dentes, quer seja de forma congênita, quer de forma patológica. Exemplos disso são as alterações morfológicas, como dentes conóides, aquelas decorrentes das fraturas dentais e a doença cárie. Para solucionar estes problemas, a odontologia vem desenvolvendo materiais que buscam devolver a forma, a função e a cor natural dos dentes.

Neste campo de estudo, as resinas compostas e as cerâmicas odontológicas têm se destacado pela excelência, pois ambas permitem a restauração do elemento dental, se utilizada a técnica correta, com muito sucesso. Apesar da evolução das cerâmicas odontológicas, as resinas compostas ainda se apresentam como material restaurador preferencial em um grande número de situações clínicas, pois possibilitam, sobremaneira, a preservação do tecido dental hígido.

Além de ser um material que permite abordagem bastante conservadora, as resinas compostas têm proporcionado aos profissionais a realização de restaurações estéticas que mimetizam o elemento dental. O desenvolvimento de resinas compostas com diferentes níveis de translucidez e opacidade permitiu a reprodução das características naturais da dentição humana.

Sendo a resina composta o material restaurador indicado para a solução de um grande número de casos, é natural que se esperem desse material propriedades adequadas que permitam resultados satisfatórios em longo prazo e que preencham os requisitos para o restabelecimento do elemento dental dentro do sistema estomatognático. O aumento do percentual em volume de carga inorgânica, a

introdução de partículas de tamanho submicrométrico e também a melhoria no conteúdo da matriz orgânica permitiram que problemas como o alto índice de desgaste, a falta da manutenção de polimento e a contração de polimerização fossem, se não totalmente solucionados, fossem pelo menos aceitos dentro de um padrão bastante satisfatório.

Se, por um lado, os fabricantes têm conseguido solucionar questões de ordem mecânica e estética, por outro existe ainda um aspecto que não tem recebido atenção adequada. Apesar de as resinas compostas oferecerem excelentes resultados estéticos, muitas delas deixam a desejar quando submetidas a certas fontes luminosas. A fluorescência é um fenômeno que determinados corpos possuem e consiste na emissão de luz visível quando estes absorvem energia de uma fonte luminosa fora do espectro visível pelo olho humano. Assim, quando dentes naturais são submetidos a uma fonte de raios ultravioleta, estes possuem a capacidade de emitir uma luz branco-azulada.

Sabendo então que o comportamento da resina composta é diferente do elemento dental no quesito fluorescência, e que, para a obtenção de restaurações que simulem perfeitamente a parte perdida do elemento dental, é necessário o domínio do comportamento dos materiais restauradores em relação aos tecidos dentais e também de sua interação com os fenômenos ópticos, o objetivo deste trabalho consiste em comparar o desempenho de resinas compostas quando submetidas a um fluorímetro.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 FLUORESCÊNCIA

Stephen e Ahmad (2003) definiram fluorescência como sendo a habilidade de um material irradiar luz e luminescência como a emissão de luz visível de um objeto ou superfície na presença de iluminação ultravioleta. O grau de brilho de um objeto fluorescente é freqüentemente denominado intensidade de luminescência. Os olhos humanos detectam comprimentos de onda que vão de 380 nm (violeta) até 780 nm (vermelho). Os dentes naturais possuem capacidade de emitir luz visível quando submetidos à exposição de raios ultravioleta e, portanto, exibem fluorescência. Independentemente de sua cor durante o dia, os dentes naturais fluorescem e atingem intensidade máxima em um comprimento de onda de 450 nm decrescendo gradualmente até 680 nm. Para os autores, a fluorescência é a propriedade que confere vitalidade aos dentes naturais. Como a luz ultravioleta não é encontrada apenas em casas noturnas, mas também na luz do dia, e a camada de ozônio continua sendo destruída por agentes poluentes, a quantidade desses raios tende a aumentar. A fluorescência faz com que os dentes pareçam mais brancos e claros, e isso vai se alterando com o passar do dia. O grande desafio para os fabricantes é reproduzir em seus materiais a fluorescência emitida pelos dentes naturais (esmalte=450 nm, dentina=430 nm) e manter idêntica e consistente a reprodução da fluorescência em toda a escala de cores.

Magne e Belser (2003) relataram que a fluorescência torna os dentes mais claros ou brancos frente na luz do dia, portanto é uma característica que deve ser

considerada. A fluorescência é definida como a propriedade que determinados corpos possuem de absorver energia radiante e emití-la em um novo comprimento de onda, diferente do original. Como a dentina é aproximadamente três vezes mais fluorescente do que o esmalte dental, o dente parece possuir luminosidade interna. Apesar de ser um desafio conseguir a reprodução fiel do espectro de luminescência do dente (cor e intensidade), metais terra-raras (európio, térbio, cério e itérbio) têm sido utilizados como luminóforos em alguns materiais restauradores e conseguem reproduzir satisfatoriamente a fluorescência dos dentes naturais.

Vanini (1996a) esclareceu que a fluorescência é uma forma de luminescência, sendo que esta é definida 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 elevação de seus elétrons a orbitais mais externos. A excitação segue-se pelo regresso a um estado menos excitado, com conseguinte emissão de luz visível. Os dentes naturais expostos à luz ultravioleta apresentam emissão de luz prevalentemente branca, com leve tonalidade azul. O responsável por este fenômeno é a dentina, que possui fluorescência muito mais intensa que o esmalte, devido à presença de maior quantidade de matéria orgânica fotossensível aos raios ultravioleta. Para os materiais restauradores, o acréscimo de agentes pigmentantes fluorescentes em quantidade adequada resulta em emissão luminosa idêntica à dos dentes naturais. Esta emissão luminosa não se restringe apenas à camada superficial, mas também ao interior do material, o que resulta em um comportamento semelhante ao dente natural.

Lenz (2000) relatou que a luminescência é o nome dado ao fenômeno relacionado à capacidade que algumas substâncias apresentam em converter certos tipos de energia em radiação eletromagnética, com um excesso de radiação térmica. A luminescência é observada em todos os estados da matéria (gasoso, líquido e sólido) e em materiais orgânicos e inorgânicos. A radiação eletromagnética emitida por um corpo luminescente ocorre geralmente na região do espectro magnético visível, mas pode ocorrer também fora do mesmo.

Poppi (2002) descreveu o mecanismo de produção de fluorescência por corpos sólidos. Quando os corpos excitados vão para o estado fundamental, liberam seu excesso de energia na forma de fótons. Quando esse relaxamento ocorre em tempos inferiores a 10^{-5} segundos, chama-se fluorescência; já em tempos superiores, chama-se fosforescência. Este tempo pode evoluir de minutos a horas. O tempo de vida de um corpo excitado é curto devido às várias formas de uma molécula ou um átomo perder o excesso de energia. Dois dos mais importantes destes mecanismos são: o relaxamento sem radiação e o relaxamento radiativo (fluorescência). No primeiro, podem-se distinguir a desativação vibracional e a conversão interna. Os mecanismos deste tipo de relaxamento ainda não são totalmente compreendidos, porém podem ser medidos por uma pequena elevação da temperatura do meio. A fluorescência representa um processo de relaxamento com emissão de luz. Assim, como na absorção, a baixa resolução instrumental molda as várias linhas na forma de um espectro. As bandas são provenientes do decréscimo de estados excitados da molécula para estados eletrônicos fundamentais. Dentro da fluorescência, tem-se a emissão de dois tipos de radiação: as linhas de ressonância, que resultam de comprimentos de onda idênticos aos de excitação, e as *stokes shift*, que resultam em faixas mais compridas, com

deslocamentos para comprimentos maiores ou de baixa energia. Quando uma molécula fluorescente recebe uma quantidade de energia favorável para promover uma excitação eletrônica (*quantum*), a excitação ocorre em 10^{-5} segundos ou menos. Logo, esta molécula sofre relaxamento vibracional até o zero vibracional do estado excitado. Neste ponto relaxamentos futuros podem ocorrer através de rotas radioativas ou não. Se uma rota radioativa for seguida, o relaxamento ocorre para qualquer um dos estados vibracionais no nível eletrônico inferior. Todas essas linhas são de baixa energia, ou de comprimentos de onda maiores que as linhas de excitação.

Dietschi (2001) alertou que para a confecção de cerâmicas altamente estéticas, a obtenção da fluorescência idêntica à dos dentes naturais é imprescindível. Isto também se estende para as restaurações realizadas diretamente com resinas compostas. Atualmente a fluorescência tem papel fundamental na vitalidade da restauração e ajuda na obtenção de um valor correto. Quando um material não fluorescente é utilizado nas restaurações, o valor tende a diminuir em situações em que o paciente se encontra na presença de luz ultravioleta (casas noturnas e luz do dia).

Conceição et al. (2005) relataram que a fluorescência observada nos dentes naturais acontece quando eles são expostos à luz ultravioleta, ocorrendo excitação de sua fotossensibilidade, absorvendo energia luminosa e difundido-a para o espectro visual do branco intenso para o azul claro. Afirmaram ainda que a dentina, por possuir maior conteúdo orgânico, apresenta maior intensidade de fluorescência que o esmalte. Os autores questionaram a real necessidade de os materiais restauradores possuírem esta propriedade, já que se consegue sucesso estético sem a mesma. Porém, afirmaram que a fluorescência confere à restauração uma

maior vitalidade e auxiliam na obtenção de um correto valor. Os autores ainda afirmaram que existe diferença significativa quanto à fluorescência das resinas compostas. Enquanto algumas possuem nenhuma fluorescência, outras possuem comportamento similar ao dente natural e outras apresentam fluorescência maior que a dos dentes naturais. Os materiais que não possuem esta propriedade são vistos como uma área escura quando expostos a fontes de raios ultravioleta. Para a resolução de casos em consultório, foi sugerida aos profissionais da área a aquisição de uma lâmpada ultravioleta, pois esta, quando não sofre a interferência de outras fontes de luz, ajuda a determinar o grau de fluorescência do dente e do material restaurador que deseja se utilizar.

Miyashita e Fonseca (2004) sugeriram que para a realização de uma restauração completamente integrada ao dente, que cumpra com os requisitos funcionais e estéticos, é necessário o domínio do comportamento dos tecidos dentais e dos materiais restauradores utilizados na reprodução da estrutura dentária perdida. A fluorescência normal de um dente tem importante contribuição na sua aparência e ocorre quando raios ultravioleta com comprimento de onda entre 350 nm e 400 nm atingem-no. Portanto, os materiais restauradores devem procurar mimetizar esta característica. Sendo a luz solar a maior fonte de raios ultravioleta, e a percepção cromática da fluorescência fortemente influenciada por esta iluminação, a vitalidade do elemento dental é mais facilmente percebida nestas situações. O espectro de fluorescência do dente natural está compreendido em um comprimento de onda com um pico de aproximadamente 410 nm a 420 nm e sobe lentamente até 500 nm, o qual é característico de uma cor branco-azulada. Os componentes básicos dos materiais restauradores não fluorescem, mas esta qualidade é alcançada quando se agregam componentes fluorescentes às cerâmicas

odontológicas e resinas compostas. As terras raras como o urópio, térbio, itérbio e cério são normalmente utilizadas como luminóforos, porém nenhum destes íons isoladamente consegue fornecer cor e fluorescência próximas à do dente, sendo necessárias a mistura e união das mesmas. Existe no mercado uma grande variedade de resinas compostas, que podem ser híbridas, microhíbridas e microparticuladas. Estas apresentam cores opacas, para a reprodução da dentina, e translúcidas e transparentes, para a reprodução do esmalte. Em relação à fluorescência, algumas marcas apresentam baixa intensidade, enquanto outras apresentam maior grau de fluorescência. De acordo com os autores, na maioria dos casos, a última camada de resina composta é que vai determinar se a restauração vai apresentar fluorescência ou não. Assim, se durante uma restauração for utilizada uma resina composta para dentina sem fluorescência, mas no final for utilizada uma resina composta para esmalte com fluorescência, a restauração apresentará o fenômeno. O inverso também é verdadeiro. Há casos em que os sistemas resinosos possuem fluorescência, mas em diferentes graus para o esmalte e para a dentina. Nestes casos, podem ocorrer duas situações: uma em que a fluorescência será dada pela resina composta de esmalte, independente da resina composta de dentina, e outra em que o esmalte funcionará como modificador da fluorescência da resina composta para dentina. Isto se deve principalmente ao grau de translucidez que esta resina de esmalte apresenta.

Vanini (1996b) relatou que a dentina manifesta o fenômeno da fluorescência por apresentar componentes orgânicos em sua composição. Este fenômeno 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, que são ondas invisíveis ao olho humano. Após penetrar no esmalte e alcançar a dentina, estes raios excitam a fotossensibilidade da dentina. O dente natural exposto à luz UV exibe fluorescência com uma faixa de emissão de espectro que vai desde o branco intenso ao azul claro. Quando a única fonte de luz é a ultravioleta, é possível avaliar o grau de fluorescência e observar a estrutura do corpo dentário interno e a extensão do esmalte livre entre os mamelões e a margem incisal. Após a excitação com luz UV, a denteção natural é seguida pelo retorno ao estado fundamental com a emissão subsequente de luz denominada fluorescência. Esta emissão não está limitada à camada superficial, mas 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 diminui a fluorescência e é por isso que uma dentina desmineralizada aumenta a fluorescência. Portanto, o esmalte, que é um tecido hipermineralizado, exibe um baixo grau de fluorescência quando comparado à dentina.

Hall, Hefferren e Olsen (1970) realizaram um estudo para definir a fluorescência de dentes humanos permanentes extraídos. Para o experimento, foi utilizado um fluorímetro desenvolvido especialmente para a pesquisa, que emitia luz UV de 340 nm-375 nm. Os autores variaram o comprimento de onda, inicialmente com valor de 340 nm chegando até 375 nm. Medições feitas em seções finas de esmalte apresentaram um pico máximo de comprimento de onda de 450 nm. A fluorescência mínima foi observada na região incisal, enquanto a máxima foi relatada na região cervical. A fluorescência observada na região incisal apresentou diferença significativa em relação à região cervical. A fluorescência das superfícies incisais de dentes com atrição também apresentou diferença em relação aos não atritados; entretanto, essa situação não foi observada quando se tratava da região cervical dos

elementos dentários. Também não foram relatadas diferenças de fluorescência entre os dentes da maxila e da mandíbula.

Foreman (1988) utilizou a técnica de microscopia por fluorescência para estudar a estrutura dos tecidos dentais duros e para comparar a intensidade de fluorescência e os níveis de mineralização dos dentes naturais. Seções de dentes com 100 μm de espessura foram obtidas a partir de dentes humanos extraídos de pacientes entre trinta e cinquenta anos e livres de cárie e também de amostras de osso humano estocados. Microrradiografias foram feitas de todas as seções com o uso de chapas fotográficas de alta resolução (Kodak) e um aparelho de raios-X da Philips a 25 kv, com o propósito de avaliar as diferentes áreas de radiodensidade e então microfotografá-las. Todas as seções foram, assim, colocadas em água destilada, tendo seu excesso de água dentro dos túbulos removido em vácuo e preparados com água para a microscopia por ultravioleta. Outras microfotografias foram feitas de áreas comparáveis com o uso de um microscópio de ultravioleta Carl Zeiss no qual foram adaptados um filtro de excitação Zeiss II (absorvendo todo o comprimento de onda acima de 400 nm) e um filtro de barreira Zeiss 45 (absorvendo todo o comprimento de onda abaixo de 450 nm). Isto foi feito para assegurar que o espécime foi excitado por um comprimento de onda ótimo de 345 nm sem que nenhuma luz visível mascarasse o fenômeno da fluorescência e nenhum comprimento de onda abaixo de 450 nm chegasse aos olhos do observador. Uma lâmpada de vapor de mercúrio providenciou a iluminação. Quando os dentes foram analisados sob luz ultravioleta, foi observado que a pré-dentina, não mineralizada, era mais fluorescente do que a dentina primária. Já os espaços interglobulares, que são pobremente mineralizados, tiveram fluorescência intermediária. Esta relação inversa entre fluorescência e grau de mineralização foi observada e confirmada em

outras leituras. Apenas duas situações não apresentaram essa relação. A primeira foi encontrada em seções onde havia depósito considerável de dentina secundária. Nestes casos, a intensidade de fluorescência aumentava em direção à polpa sem que houvesse diminuição no nível de minerais. Em duas seções foi observado que a fluorescência apresentava tom laranja-avermelhado ao invés de azul-esverdeado, mostrando um aumento no comprimento de onda. O segundo local que apresentou índice de fluorescência alto e fora do esperado foi o esmalte, um tecido comparativamente com menor grau de fluorescência que a dentina. Os locais de maior intensidade no esmalte correspondiam às lamelas, aos tufos e fusos. O local inesperado correspondia às bandas de Hunter-Schreger. Não houve variação no grau de mineralização e foram observados diferentes graus de fluorescência nas diferentes bandas. Uma das principais estruturas fluorescentes da dentina são os túbulos dentinários. Estes apresentam-se com uma cor azul brilhante que se estende desde a parede pulpar até a junção amelo-dentinária. Foi observada tendência de a fluorescência diminuir à medida que o diâmetro dos túbulos era reduzido. Isto se deve provavelmente ao aumento de depósitos peritubulares.

Panzeri et al. (1977) pesquisaram a fluorescência dos materiais restauradores diretos como o cimento de silicato, resina acrílica, compósitos e glazes. Também foi medida a fluorescência após descoloração dos corpos-de-prova de resina acrílica e compósito. Os corpos-de-prova foram confeccionados de forma padronizada com um molde retangular de 22 mm x 10,5 mm x 1,2 mm. 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 uma fonte de luz UV de 365 nm e um espectrofotômetro com encaixe fluorescente. Esse sistema permitiu a visualização de corpos opacos, assim como de substâncias transparentes e translúcidas. Os

grupos foram determinados de maneira aleatória, sendo eles: o grupo do cimento de silicato (S), dividido em S1 e S2; grupo das resinas acrílicas (AR), dividido em AR1, AR2 e AR3; grupo dos compósitos (C), dividido em C1, C2, C3, C4 e C5 e grupo dos glazes (G), dividido em G1 e G2, que foi aplicado sobre o grupo C1. Três espécimes de cada grupo foram analisados. Foram feitas observações adicionais sobre os corpos-de-prova de resina acrílica e resina que haviam sido descolorados pelas 12 especificações da A.D.A. O dente humano avaliado emitiu luz fluorescente quando excitado por luz UV e por apresentar fluorescência policromática, com maior intensidade no comprimento de onda próximo a 450 nm; os resultados apresentaram diferenças entre todos os materiais, sendo que o grupo S1 registrou alta intensidade, entre 460 nm e 525 nm. Os testes com a resina acrílica mostraram que AR1 e AR3 possuíam um pico de fluorescência em 450 nm e AR2 em 525 nm. A fluorescência não foi detectada com o compósito C2, C3 e C4. Os compósitos C1 e C5 apresentaram fluorescência similar em 420 nm, porém a curva da resultante para C5 foi diferente e emitiu mais componentes azuis que C1. O agente glazeador G2 e uma resina transparente não fluorescente aplicado ao compósito C1 não alterou a fluorescência. Já o G1 reduziu a fluorescência em 50%. A descoloração de AR1, AR2 e AR3 e os compósitos C1, C2 e C3 demonstraram como resultados uma redução na fluorescência dos compósitos e pouca variação nos resultados para as resinas acrílicas, sendo que o pico registrado foi em 475 nm, mostrando que a descoloração também modifica a fluorescência.

Lee, Lu e Powers (2005a) relataram em seu estudo que o uso de selantes de superfície tem a finalidade de preencher possíveis defeitos na superfície da restauração, melhorar a integridade marginal e aumentar a resistência à abrasão. Os selantes de superfície provêm, ainda, melhores capacidades de resistência ao

manchamento do que uma resina composta com superfície apenas polida, pois, além de diminuir a porosidade, oferecem uma camada superficial com maior taxa de conversão de monômeros em polímeros. Os autores relataram ainda nesse estudo que a associação de substâncias como a clorexidina, chá e saliva aumentam o manchamento das resinas compostas. O objetivo desse trabalho foi o de avaliar a fluorescência e as alterações de cor nas resinas compostas quando são utilizados selantes de superfície, e ainda, avaliar se a fluorescência e a cor são afetadas ao se manchar e depois remover pigmentos da superfície da restauração. Para isto, foram selecionadas quatro marcas comerciais de resina composta (Filtek Supreme – 3M Espe, Gradia- GC América, Símile – Pentron Clinical Technologies e Vit-I-escence – Ultradent Products). Cada marca comercial constituiu de dois grupos, tendo cada grupo um total de cinco amostras com as seguintes dimensões: 10 mm de diâmetro e 2 mm de espessura. Para a confecção dos corpos-de-prova, foi utilizada uma matriz de teflon. A uniformidade de espessura dos corpos-de-prova foi assegurada pelo uso de um filme de polietileno sobre a matriz e sobre este filme foi aplicada uma carga de 5 kg durante três minutos. Os espécimes foram polimerizados por quarenta segundos em três áreas diferentes sendo a intensidade da fonte de luz controlada por um radiômetro. O grupo tratado com selante de superfície (Biscover – Bisco Inc.) teve os procedimentos realizados de acordo com as instruções do fabricante. A medição da reflectância espectral e a da cor foram feitas de acordo com a escala de cor da CIELAB relativa à iluminação standard D65. O espectrofotômetro utilizado foi o COLOR-EYE 7000. Um filtro de luz UV foi acrescentado ou removido para incluir ou excluir o componente ultravioleta da iluminação. A fluorescência foi determinada pela comparação dos valores da reflectância espectral, pela inclusão ou exclusão do componente ultravioleta. Os dados foram captados em uma faixa de comprimento de

onda entre 410 nm e 750 nm. Os procedimentos para o manchamento dos corpos-de-prova seguiram a seguinte seqüência: criação de uma película de mucina, imersão desta camada em clorexidina e em seguida imersão em solução de chá. Para a remoção das manchas, o procedimento realizado foi a imersão dos corpos-de-prova em uma solução salina de fosfato tamponado a 37°C por 72 h. Os procedimentos de leitura foram idênticos aos realizados para o teste com o selante de superfície. 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 que em outros grupos. Já para a resina composta Gradia, Vit-I-escence e Símile, a fluorescência foi detectada, mas houve alterações com aplicação do selante de superfície e com os procedimentos de manchamento e remoção das manchas. Em relação à diminuição da fluorescência quando da aplicação de um selante de superfície, os autores sugeriram que o selante de superfície pode ter diminuído a sua transmissão e/ou mesmo a absorvido, o que vem ao encontro do estudo de Panzeri et al. (1977).

Baeza et al. (2002) realizaram um estudo em que foram confeccionados nove corpos-de-prova cilíndricos com 6 mm de diâmetro e 3 mm de espessura, em matriz de aço. A resina composta foi condensada em incremento único e polimerizado por sessenta segundos através da superfície de topo. Foram utilizadas diferentes marcas comerciais e todas na cor A3 da escala Vita. Como fonte luminosa, foi escolhida uma lâmpada de luz UV (UVL) Philips F4T5 BLB, que emite luz de comprimento de onda de 360 nm. Os corpos-de-prova foram expostos à distância de 5 cm da fonte de luz. Como grupo controle foi utilizado um dente natural, canino superior, recém-extraído e mantido em soro fisiológico. Foi comparada a intensidade de luz gerada pela coroa dental mediante o controle negativo (tecido preto) que não

emitiu luz, obtendo-se valor zero, e uma folha de papel branco, que obteve valor dez de luz emitida. Comparou-se a luz emitida pelo dente natural, e seis examinadores obtiveram um valor seis de luz emitida. Posteriormente, os corpos-de-prova foram comparados ao dente natural. Todas as análises foram realizadas no mesmo dia, na mesma hora e em quarto escuro. Os espécimes foram dispostos de maneira randomizada sobre o tecido preto contra o controle negativo em uma fila única, com distância de 6 mm entre eles e paralelos à fonte luminosa; deixou-se o dente em primeiro lugar depois dos corpos-de-prova, e, por último, as folhas de papel com as mesmas dimensões dos corpos-de-prova. Cada examinador registrou um valor para o corpo-de-prova entre zero e dez e depois foram calculados os valores médios e o desvio padrão para cada espécime. Os testes de ANOVA e Bonferroni foram utilizados para análise estatística. Os resultados mostraram que existem diferenças no grau de fluorescência entre resinas compostas e elemento dental, havendo materiais com valores maiores, iguais e menores ao dente natural.

Villarroel et al. (2004) pesquisaram a presença de fluorescência em resinas compostas de última geração, sendo avaliadas 13 (treze) marcas comerciais disponíveis no mercado, aplicando a seguinte sistemática: confecção de discos de cada material selecionado (10 mm de diâmetro x 1 mm de espessura), cor A2 e polimerizadas com luz halógena por sessenta segundos. Os corpos-de-prova foram expostos à incidência de raios UVL com comprimento de onda de 365 nm em ambiente totalmente escuro. A fluorescência dos corpos-de-prova foi registrada com o uso de uma câmera fotográfica digital e as imagens obtidas foram avaliadas por três examinadores qualificados. Os resultados foram classificados em: resinas com alta, média e baixa fluorescência. Alguns sistemas apresentaram ausência ou um baixo grau de fluorescência tanto nas resinas opacas quanto nas de esmalte. Os

resultados mostraram que é a última camada de resina composta a mais importante para que o fenômeno da fluorescência aconteça. Portanto, se a resina de dentina não possuir fluorescência, mas a de esmalte possuir, a restauração apresentará o fenômeno. O inverso também é verdadeiro. Já quando as resinas, tanto a de dentina quanto a de esmalte, possuírem fluorescência, haverá uma interação entre ambas e o resultado será uma fluorescência intermediária, visto que a última camada, por ser mais translúcida, atua como um modificador da fluorescência emitida pela resina de dentina.

Lee, Lu e Powers (2005b) relataram em seu estudo que o uso de resinas compostas para a restauração de grandes defeitos têm aumentado; portanto, a fluorescência exerce papel importante na qualidade final da restauração, assim como ocorre nas cerâmicas odontológicas. O objetivo desse trabalho foi determinar as diferentes fluorescências das resinas compostas, utilizando-se para isto um espectrofotômetro mensurador de cor, e compará-las com a fluorescência da dentina humana. Para tanto, os autores escolheram cinco marcas comerciais de resina composta tendo um total de nove cores (Filtek Supreme- 3M Espe A2E, A2B, A2D e GT; Gradia Direct – GC América A2 e AO2; Símile – Pentron Clinical Technologies A2; Palfique Estelite – Tokuyama Dental A2; Vit-I-escence – Ultradent Products A2). Os corpos-de-prova com 10 mm de diâmetro e 2 mm de espessura foram confeccionados em uma matriz de teflon e cada cor de resina composta possuía cinco amostras. O grupo controle consistiu de cinco amostras de dentina humana hígida. A leitura da coordenada de cor e reflectância espectral foi realizada de acordo com a escala de cor CIELAB da CIE relativa à iluminação standard D65 e um espectrofotômetro de luz refletida (COLOREYE 7000). Um filtro de luz UV foi inserido e removido durante a leitura dos espécimes para se incluir ou excluir o

componente ultravioleta da iluminação. A partir dos valores de reflectância espectral obtidos, a diferença na reflectância pela inclusão ou exclusão do componente UV foi calculada. Estes valores foram captados em uma faixa de comprimento de onda que variou de 410 nm a 750 nm. Dados como o pico máximo, altura e a área de comprimento de onda foram analisados. Diferenças na cor e na coordenada da cor (claridade, mudanças no parâmetro vermelho-verde e amarelo-azul) também foram estudadas. Os melhores resultados foram obtidos pela resina composta Vit-I-science, seguida imediatamente pela resina composta Gradia Diretc e depois pela resina composta Símile. As resinas compostas Filtek Supreme e Palfique Estelite não apresentaram picos de fluorescência, sendo que não houve diferenças de padrão para todas as cores estudadas no grupo da resina composta Filtek Supreme. Das cinco marcas comerciais, três apresentaram fluorescência, sendo que o pico de comprimento de onda foi similar para todas, mas a altura máxima e a área foram diferentes entre os grupos de resina composta.

Baran, O'Brien e Tien (1977) relataram em seu estudo que o início da fluorescência nos dentes naturais ocorre quando estes são excitados por um comprimento de onda de 330 nm e que o pico de intensidade de fluorescência ocorre com um comprimento de onda de 420 nm. Estes autores avaliaram as propriedades fluorescentes de íons terras raras tendo como substrato um vidro com composição semelhante à das cerâmicas dentais. Estes 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 os íons terras raras podem servir como aditivos fluorescentes e que, quando do uso de dois ou mais íons no substrato, deve-se

notar que a previsibilidade do efeito fluorescente dependerá da interação energética ou não entre estes íons.

Kvaal e Solheim (1989) examinaram a fluorescência da dentina e do cimento para verificar a possibilidade de existência de uma relação entre intensidade de fluorescência e a idade dos indivíduos. Para isto, os autores selecionaram cem pré-molares inferiores. Deste total, 36 dentes foram extraídos de cadáveres e 64 em prática clínica. As razões para a extração dos dentes foram: doença periodontal, cárie, finalidade ortodôntica e protética. Cinquenta e oito homens e quarenta e duas mulheres, com idade que variou entre dezenove e noventa e nove anos, foram os pacientes que tiveram seus dentes extraídos. Estes dentes, após terem sido devidamente preparados e armazenados, foram submetidos à análise da intensidade de fluorescência. Para tanto, foram utilizados um microscópio de fluorescência e um fotômetro. Os resultados mostraram que o cimento apresenta maior intensidade de fluorescência quando comparado à dentina e que existe uma relação entre idade do paciente e intensidade de fluorescência, sendo que esta tende a aumentar à medida que o paciente envelhece. Também não foi verificada a influência do sexo do paciente em relação à intensidade de fluorescência. Outro achado dos autores é que a intensidade de fluorescência do esmalte e da dentina cariada são menores quando comparados ao tecido hígido de um mesmo dente.

Fukushima, Araki e Yamada (1987) relataram em seu estudo que a intensidade de fluorescência é heterogênea no dente e que a piridinolina, um amino ácido do colágeno de ligações cruzadas, é responsável pela emissão de uma forte fluorescência. Neste estudo, os autores utilizaram um microfluorômetro equipado com lentes polarizadas para investigar a topografia da fluorescência nos dentes humanos. Dez dentes humanos livre de cáries e tetraciclina foram selecionados para

o estudo. Estes dentes foram seccionados no sentido vestibulo-lingual até se obter espécimes com espessura entre 100 μm e 150 μm . Após serem devidamente preparados para análise microscópica, a leitura da intensidade de fluorescência se deu a cada milímetro do dente no sentido coroa-raíz. Neste estudo, o comprimento de onda do raio excitador foi ajustado para 365 nm. Os resultados de intensidade de fluorescência dos dentes foram então comparados com os da hidróxiapatita e da piridinolina e se apresentaram da seguinte forma: a hidróxiapatita apresentou o menor valor de intensidade de fluorescência, seguido pelo esmalte, dentina e a piridinolina. Os autores concluíram que um possível fluoróforo para o esmalte seria uma mistura entre a hidróxiapatita e a piridinolina, e para a dentina, uma complexa mistura entre ambas as substâncias, cuja proporção varia para cada região do dente.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar a fluorescência de seis marcas comerciais de resinas compostas para esmalte. Os itens avaliados foram: intensidade de fluorescência e comprimento de onda.

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 MATERIAL

Neste estudo foram utilizados os materiais relacionados no quadro a seguir:

FABRICANTE	NOME COMERCIAL	COR	TAMANHO DE PARTÍCULAS	NÚMERO DO LOTE
Ivoclar Vivadent	4 Seasons	Clear	Híbrida	H22862
Dentsply	Esthet-X	WE	Híbrida	0408253
Kerr	Point 4	T1	Híbrida	408223
3M Espe	Filtek Supreme	YT	Nano Híbrida	5BL
Heraeus-Kulzer	Venus	T1	Híbrida	010101
Ultradent	Vit-I-escence	PF	Híbrida	B09BB

Quadro 1 - Resinas compostas que foram selecionadas para o estudo

4.2 CONFECÇÃO DOS CORPOS-DE-PROVA

Foram confeccionados trinta corpos-de-prova de resina composta, sendo que cada grupo foi constituído por cinco amostras. As fotos das resinas compostas podem ser visualizadas nas Figuras 1, 2, 3, 4, 5 e 6. Previamente à confecção dos corpos-de-prova, uma matriz metálica com forma e dimensões idênticas ao porta espécime do espectrofluorímetro foi construída para que o corpo-de-prova fosse preparado sobre esta matriz. Para cada corpo-de-prova, uma matriz foi construída. O objetivo destes procedimentos foi facilitar o posicionamento do corpo-de-prova dentro do espectrofluorímetro e evitar uma possível fratura do corpo-de-prova durante a sua remoção da matriz metálica. Esta matriz caracterizou-se por possuir uma espessura de

1 mm e, no centro da mesma, conter uma circunferência de 8 mm de diâmetro, caracterizando assim as dimensões desejadas para o corpo-de-prova.



Figura 1 - Resina composta Vit-I-escence



Figura 2 - Resina composta Esthet-X



Figura 3 - Resina composta 4 Seasons

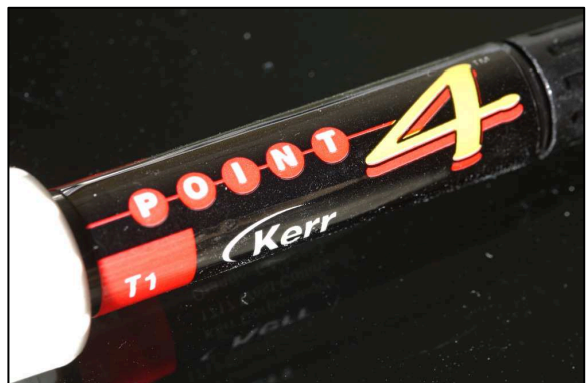


Figura 4 - Resina composta Point 4



Figura 5 - Resina composta Filtek Supreme



Figura 6 - Resina composta Venus

Previamente à confecção dos corpos-de-prova propriamente dita, alguns cuidados foram tomados para assegurar que o corpo-de-prova possuísse como característica uma superfície uniforme, lisa e polida. Para tal, uma placa de vidro foi colocada sobre uma superfície plana e estável. Esta placa teve como finalidade preencher os três requisitos descritos acima. Sobre esta, colocou-se uma tira de poliéster. A finalidade desta tira foi impedir que o corpo-de-prova aderisse à placa de vidro durante o seu processo de polimerização. Sobre esta tira, posicionou-se então o porta espécime (Figura 7). A inserção da resina composta foi feita em incremento único (Figura 8).



Figura 7 - Matriz e porta espécime sobre uma placa de vidro e tira de poliéster

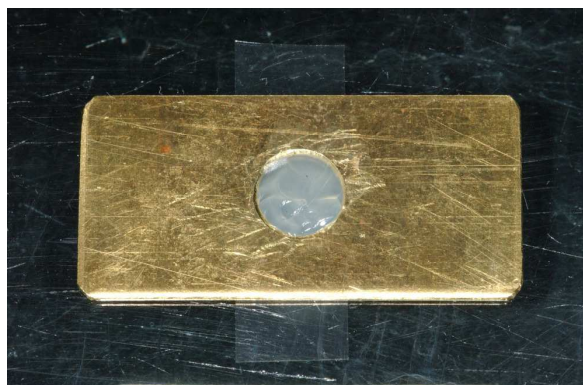


Figura 8 - Resina composta inserida no porta espécime

Previamente à fotoativação da resina composta, uma nova tira de poliéster foi colocada sobre a mesma (Figura 9) e em seguida outra placa de vidro foi colocada sobre a tira de poliéster (Figura 10). Um peso de 5 kg (LEE; LU; POWERS, 2005) foi deixado sobre esta placa durante um minuto para assegurar a uniformidade do corpo-de-prova (Figura 11).

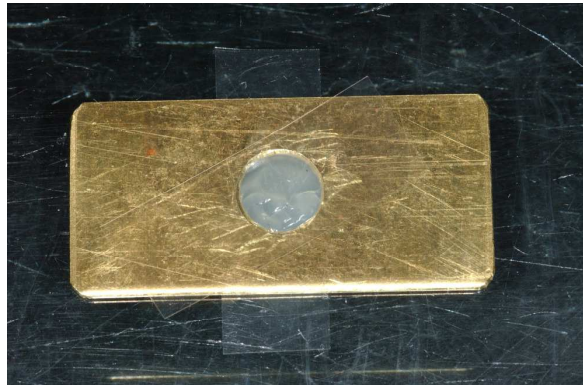


Figura 9 - Tira de poliéster posicionada sobre a resina composta

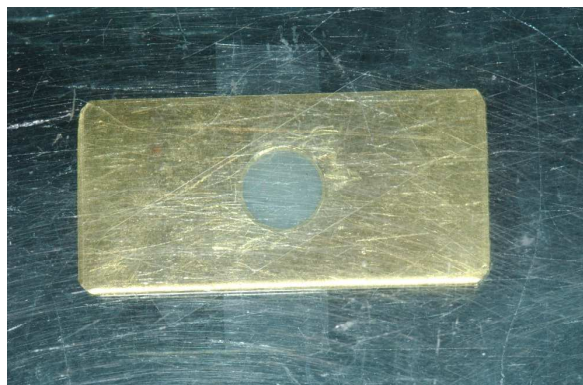


Figura 10 - Placa de vidro posicionada sobre a tira de poliéster



Figura 11 - Peso de 5 kg posicionado sobre o conjunto

Decorrido esse tempo, uma polimerização da resina composta foi feita com um aparelho de luz halógena (Degulux Soft Start – Degussa) durante quarenta segundos (Figura 12). Depois de removida a placa superior, a resina composta foi então sobrepolimerizada pelo mesmo período de tempo (Figura 13). A intensidade de luz gerada pelo aparelho fotopolimerizador (800 mw/cm^2) foi verificada com o auxílio de um radiômetro (Demetron-Kerr). Os excessos de resina composta foram removidos com lâmina de bisturi (Havels 12D) (Figura 14). Os espécimes foram embalados em papel alumínio e armazenados dentro de um pote de filme fotográfico de cor preta em temperatura ambiente até a data do experimento.

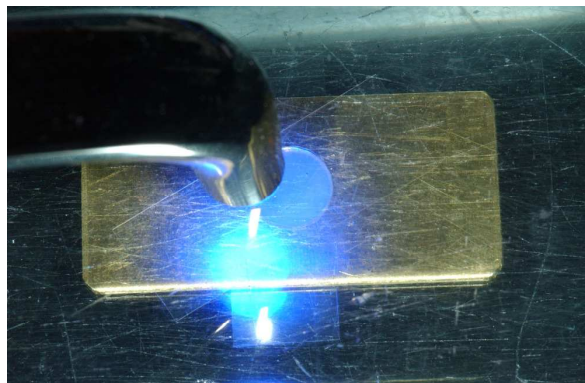


Figura 12 - Fotoativação inicial da resina composta

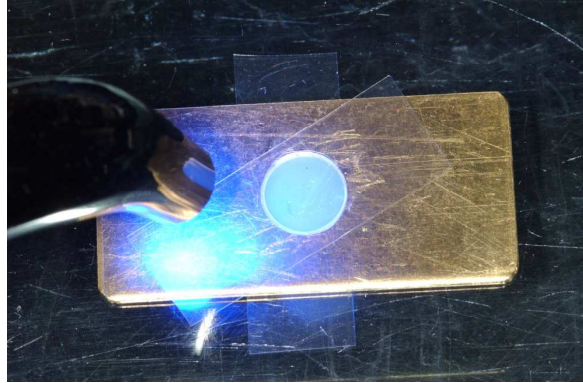


Figura 13 - Fotoativação final da resina composta

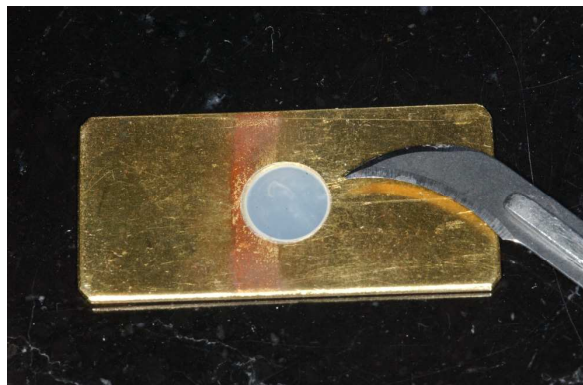


Figura 14 - Remoção de excessos de resina composta

4.3 CALIBRAÇÃO DO ESPECTROFLUORÍMETRO

Previamente à fase experimental, o espectrofluorímetro F-4500 HITACHI foi calibrado mediante um estudo piloto em que foi realizada a leitura de um corpo-de-prova confeccionado com cada uma das marcas comerciais utilizadas, para que fosse determinado o comprimento de onda de luz UV (390 nm) incidente nos espécimes e o *slit* de abertura do raio excitador (2,5 mm) e do raio receptor (2,5 mm) de luz emitida.

4.4 MÉTODO

A fluorescência gerada durante o teste foi registrada por um aparelho denominado espectrofluorímetro. Este equipamento é fabricado pela HITACHI (Figura 15) para medir a fluorescência de corpos sólidos e líquidos numa faixa de comprimento de onda que vai de 200 nm a 730 nm.

A câmara interna deste aparelho (Figura 16) é composta por: A) base experimental; B) *slit* do raio excitador e C) *slit* do raio receptor. A base experimental é composta por três estruturas: A) êmbolo fixador; B) espaço para fixação do porta espécime e C) barreira protetora (Figuras 17, 18 e 19).

Para realização do teste, o porta espécime foi acoplado à base experimental do espectrofluorímetro. Uma vez colocado nesta base, o espécime é imobilizado por um êmbolo que exercerá pressão sobre o porta espécime, não permitindo qualquer movimento do conjunto durante a fase de testes.

Com os corpos-de-prova em posição na base experimental, a calibração dos parâmetros predeterminados (raio incidente com comprimento de onda de 390 nm e *slit* do raio excitador/receptor = 2,5 mm) durante o estudo piloto foi checada. A partir deste momento, os testes foram iniciados pelo início do computador. Qualquer possibilidade de fluorescência, por menor que tenha sido, foi registrada pelo aparelho. A partir de 700 nm, o aparelho foi programado para desligar e não realizou nenhuma medição adicional.

O registro dos valores obtidos foi visualizado mediante uma curva de intensidade de fluorescência (ordenada) *versus* comprimento de onda (abscissa). Desta maneira, foi

possível determinar para cada resina estudada, a respectiva fluorescência, identificando seu comprimento de onda e a intensidade de luz emitida.



Figura 15 - Fluorescence Spectrophotometer

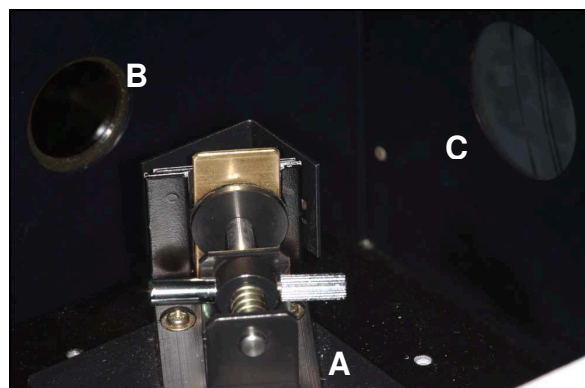


Figura 16 - Câmara interna do espectrofluorímetro

Legenda: A) base experimental; B) *slit* do raio excitador e C) *slit* do raio receptor

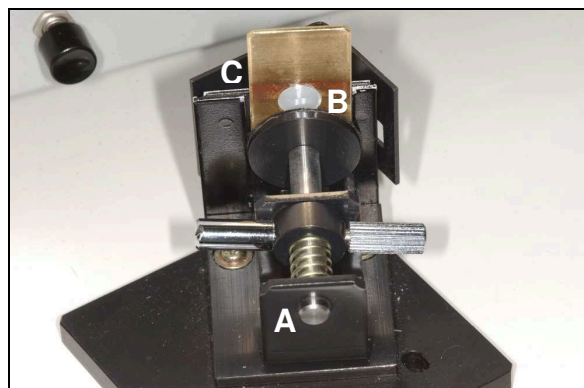


Figura 17 - Vista frontal da base experimental do espectrofluorímetro

Legenda: A) êmbolo fixador; B) espaço para fixação do porta espécime e C) barreira protetora

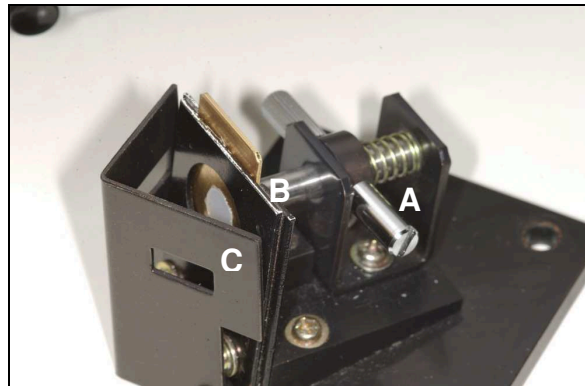


Figura 18 - Vista lateral da base experimental do espectrofluorímetro

Legenda: A) êmbolo fixador; B) espaço para fixação do porta espécime e
C) barreira protetora

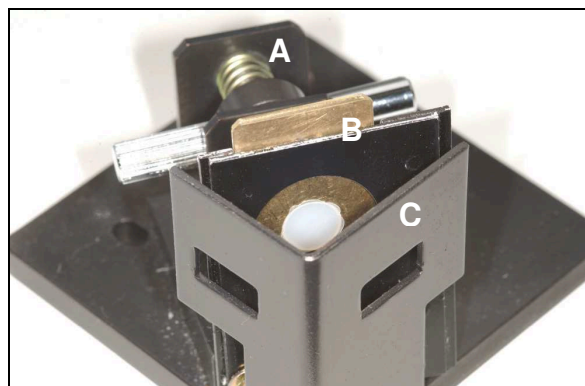


Figura 19 - Vista posterior da base experimental do espectrofluorímetro

Legenda: A) êmbolo fixador; B) espaço para fixação do porta espécime e
C) barreira protetora

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Visando comparar se existia diferença entre os valores médios da intensidade de fluorescência e o do comprimento médio de onda segundo cada marca comercial de resina composta estudada, utilizaram-se os seguintes testes estatísticos:

- Amostragem estratificada com distribuição ótima de Neyman;
- Teste de normalidade de Shapiro-Wilk;

- Teste de homogeneidade de variâncias de Levene;
- Análise de variância a um critério de classificação (ANOVA);
- Teste de comparações múltiplas de Tukey HSD para variâncias homogêneas entre resinas;
- Teste de comparações múltiplas de Games-Howell para variâncias heterogêneas entre resinas.

5 RESULTADOS

Inicialmente visando avaliar a representatividade do tamanho da amostra para cada uma das seis resinas estudadas, utilizando o processo de amostragem estratificada com distribuição ótima de Neyman, verificou-se que o tamanho da amostra utilizada era representativo para estimar a verdadeira média de intensidade de fluorescência e do comprimento de onda para cada uma das resinas compostas e para o total. Os resultados mostraram, a um nível de confiança de 95% para uma margem de erro máxima de 5%, que o tamanho da amostra utilizado de trinta corpos de prova foi estatisticamente representativo (Apêndice 1). Com relação à variável comprimento de onda, o tamanho da amostra também é estatisticamente representativo, uma vez que o coeficiente de variação de Pearson para cada resina foi menor para o comprimento de onda do que para a intensidade de fluorescência.

Tabela 1 - Dados de intensidade de fluorescência para cada resina composta

Resinas	n	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Desvio Padrão	Erro Padrão	C.V.(%)
4 Seasons	5	1.621,21	1.856,78	1.738,08	1.689,68	104,09	46,55	5,99
Esthet-X	5	1.095,33	1.217,85	1.179,24	1.214,77	54,44	24,35	4,62
Point 4	5	2.206,28	2.983,13	2.615,19	2.558,90	294,57	131,73	11,26
Filtek Supreme	5	29,37	33,64	31,40	31,78	1,93	0,87	6,16
Venus	5	1.455,96	1.560,52	1.505,41	1.490,59	42,48	19,00	2,82
Vit-I-escence	5	888,29	1.122,43	963,24	936,72	91,54	40,94	9,50

Nota: Todas as resinas apresentam distribuição homogênea, uma vez que C.V. (%) < 20%

Analisando os valores da média e mediana, observou-se que ambos estão muito próximos. A aplicação do teste de Shapiro-Wilk para normalidade comprovou tal resultado, indicando que todas as resinas apresentam distribuição normal, uma vez que $p > 0,05$ (Apêndice 2).

Os resultados do teste de homogeneidade de variâncias de Levene entre as resinas (Apêndice 3), mostrou, a um nível de probabilidade $p < 0,05$, que a intensidade de fluorescência não apresenta homogeneidade de variâncias entre as resinas. Desta forma, quando a análise de variância indicou diferença estatística significativa entre os valores médios de fluorescência segundo resinas ($p < 0,05$)

(Apêndice 4), visando identificar quais resinas diferiam entre si, utilizou-se o teste de comparações múltiplas de Games-Howell para variâncias heterogêneas (Apêndice 5). O teste indicou, a um nível de probabilidade $p < 0,05$, que a intensidade média de fluorescência apresenta diferença entre todas as resinas, sendo que a maior intensidade ocorreu para a Resina Point 4 e a menor intensidade para a resina Filtek Supreme, conforme pode ser observado no Apêndice 6 e nos Gráficos 1 e 2.

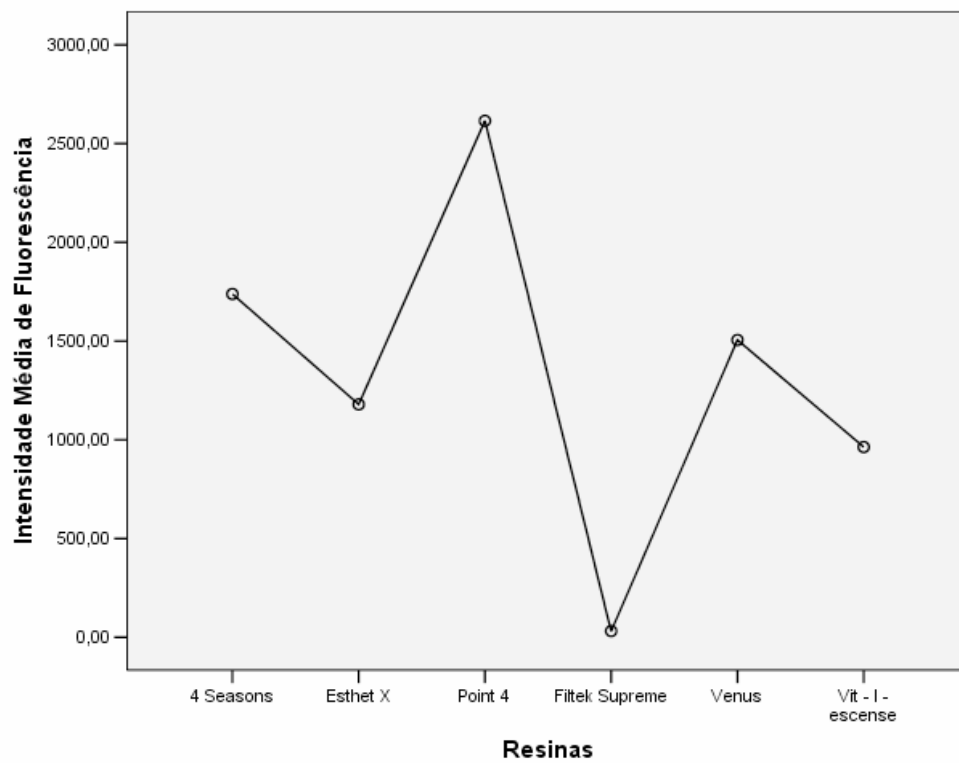


Gráfico 1 - Intensidade média de fluorescência, segundo cada resina composta

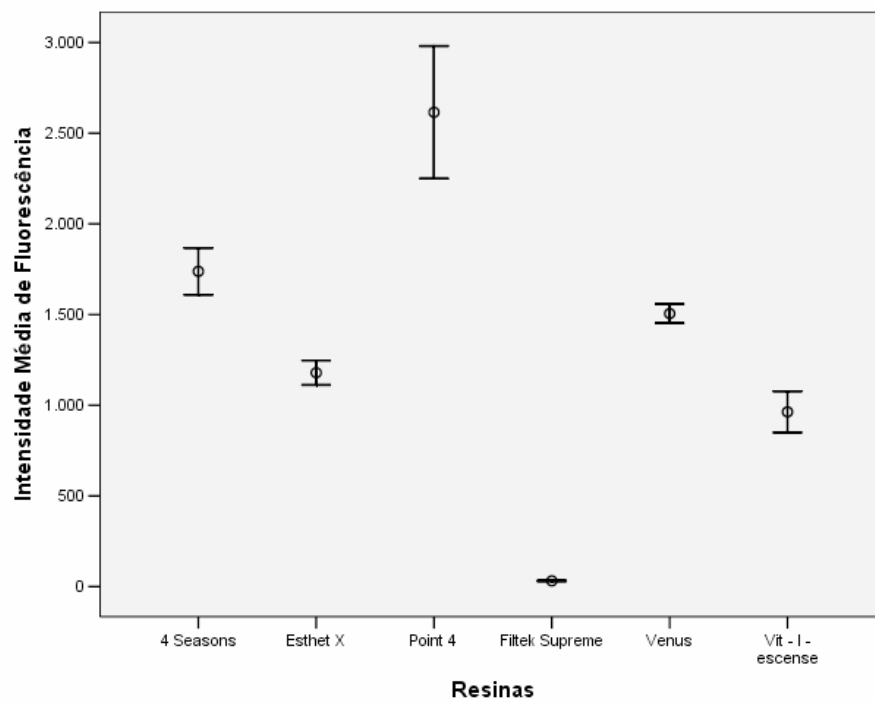


Gráfico 2 - Intervalo de confiança (95%) para intensidade média de fluorescência

A Tabela 2 apresenta as estatísticas descritivas do comprimento de onda segundo cada marca comercial de resina composta. O coeficiente de variação de Pearson (C.V.%) mostrou que todas as resinas apresentam distribuição homogênea para a variável comprimento de onda, uma vez que o coeficiente de variação é menor do que 1% para todas elas.

Tabela 2 - Estatísticas descritivas da variável comprimento de onda para cada resina composta

Resinas	n	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Desvio Padrão	Erro Padrão	C.V.(%)
4 Seasons	5	447,80	448,20	448,00	448,00	0,20	0,09	0,04
Esthet-X	5	448,00	448,80	448,32	448,40	0,33	0,15	0,07
Point 4	5	434,60	435,40	435,04	435,00	0,36	0,16	0,08
Filtek								
Supreme	5	456,20	456,80	456,48	456,40	0,23	0,10	0,05
Venus	5	446,80	447,40	447,16	447,20	0,26	0,12	0,06
Vit-I-escense	5	445,80	446,40	446,00	445,80	0,28	0,13	0,06

Nota: Todas as resinas apresentam distribuição homogênea, uma vez que C.V. (%) < 20%

Analisando os valores da média e mediana, observou-se que ambos estão muito próximos. A aplicação do teste de Shapiro-Wilk para normalidade comprovou tal resultado, indicando que todas as resinas apresentam distribuição normal, para a variável comprimento de onda, uma vez que $p > 0,05$ (Apêndice 7).

Os resultados do teste de homogeneidade de variâncias de Levene entre as resinas (Apêndice 8), indicaram que a variável comprimento de onda apresenta homogeneidade de variâncias entre as resinas, uma vez que $p > 0,05$. Desta forma, quando a análise de variância registrou diferença estatística significativa entre os valores médios de comprimento de onda segundo cada marca comercial de resina composta ($p < 0,05$) (Apêndice 9), visando identificar quais resinas diferiam entre si, utilizou-se o teste de comparações múltiplas de Tukey HSD para variâncias homogêneas (Apêndice 10). O teste indicou, a um nível de probabilidade $p < 0,05$, que o comprimento de onda não apresenta diferença entre as resinas 4 Seasons e Esthet-X, sendo que as mesmas diferem de todas as demais. Com relação às

demais resinas analisadas, todas diferiram entre si, conforme pode ser observado no Apêndice 10 e nos Gráficos 3 e 4.

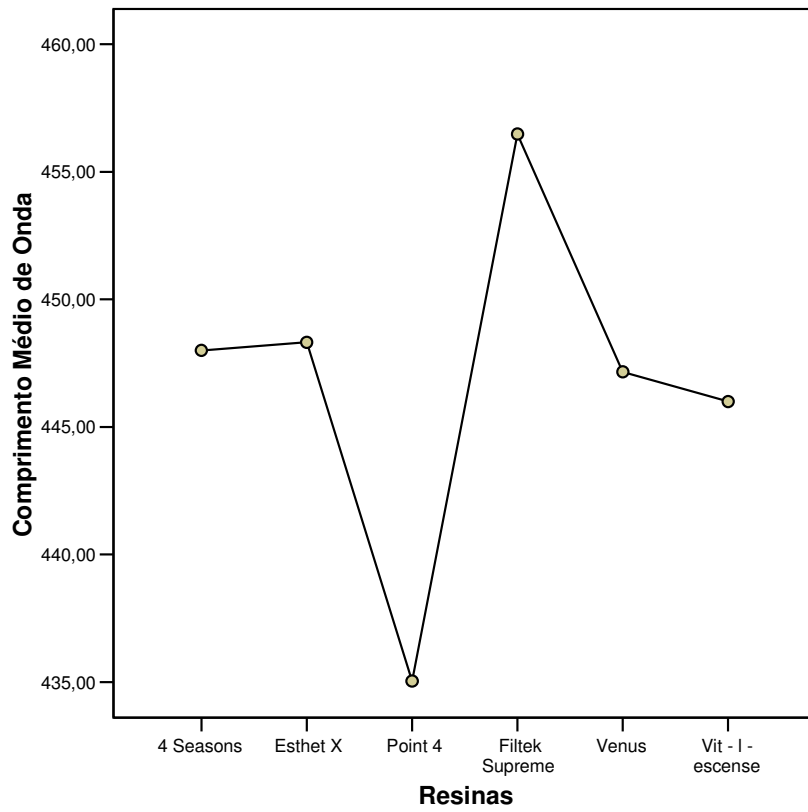


Gráfico 3 - Comprimento de onda médio, segundo resina composta

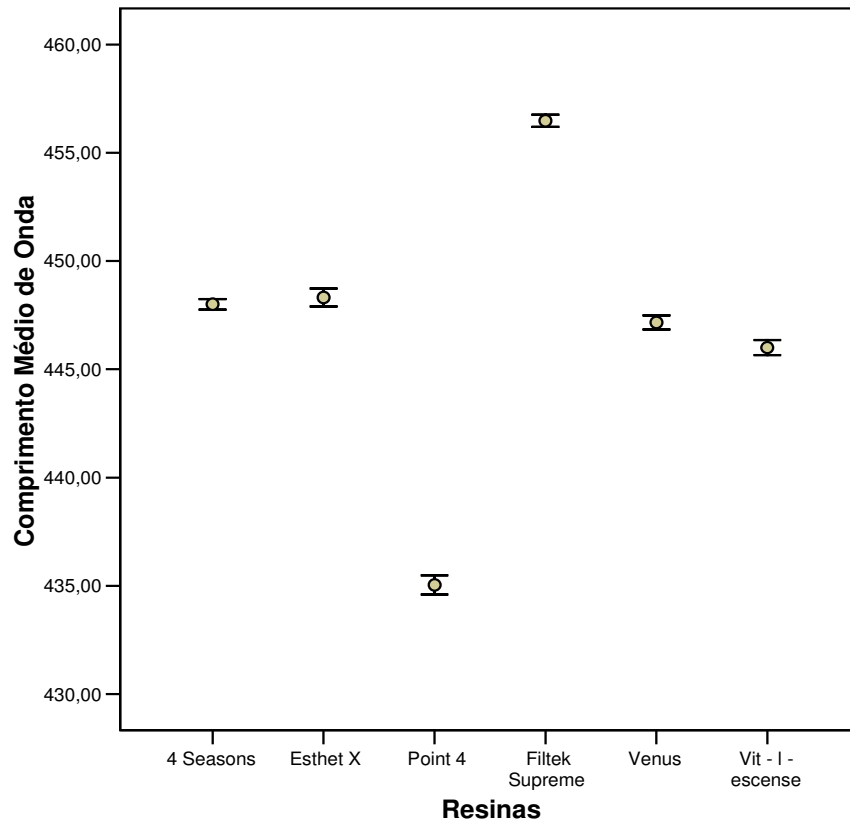


Gráfico 4 - Intervalo de confiança (95%) para comprimento de onda médio

6 DISCUSSÃO

A fluorescência é uma característica que confere vitalidade aos dentes naturais. Sendo essa uma característica importante, é de esperar que os materiais restauradores apresentem comportamento semelhante ao dente natural. O grande desafio dos fabricantes é produzir materiais restauradores que emitam fluorescência igual à dos dentes naturais. Se o comportamento do material restaurador diferir do dente natural, o resultado estético pode ser prejudicado em maior ou menor intensidade dependendo do local onde o paciente se encontrar, pois os raios ultravioletas são encontrados não somente em casas noturnas, mas principalmente na luz do dia (DIETSCH, 2001; MAGNE; BELSER, 2003; STEPHEN; AHMAD, 2003).

Os componentes básicos dos materiais restauradores não fluorescem, mas esta qualidade pode ser alcançada quando se agregam componentes fluorescentes à sua composição. 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 destes agentes luminóforos consegue reproduzir com fidelidade a fluorescência dos dentes naturais isoladamente. (BARAN; O`BRIEN; TIEN, 1977; MAGNE; BELSER, 2003; MIYASHITA; FONSECA, 2004; VANINI, 1996a).

Independentemente de sua cor durante o dia, os dentes naturais fluorescem quando expostos à radiação ultravioleta e atingem intensidade máxima em um comprimento de onda de 450 nm, decrescendo gradualmente até 680 nm (STEPHEN; AHMAD, 2003). Estes dados vêm ao encontro dos resultados obtidos no

estudo de Hall, Hefferren e Olsen (1970) e Panzeri et al. (1977). Já, para Miyashita e Fonseca (2004), o pico de intensidade de fluorescência está localizado entre um espectro de comprimento de onda com 410 nm e 420 nm, o que confere com o estudo de Baran, O'Brien e Tien (1977). Stephen e Ahmad (2003) afirmaram em seu estudo que a dentina apresenta seu pico de intensidade máxima de fluorescência em 430 nm e o esmalte em 450 nm. No presente estudo, os resultados mostraram que os diferentes grupos de resina composta apresentaram comprimento de onda diferente dos dentes naturais quando se avaliou a intensidade máxima de fluorescência. Apenas as resinas do Grupo I (4 Seasons) e Grupo II (Esthet-X) apresentaram comportamento óptico próximo ao dente natural.

Lee, Lu e Powers (2005b) utilizaram em seu estudo uma faixa de espectro entre 410 nm e 750 nm para registrar o fenômeno de fluorescência nos materiais restauradores. Estes dados vão ao encontro dos valores adotados no presente estudo, uma vez que o fenômeno da fluorescência foi registrado em uma faixa de espectro compreendida entre 400 nm e 700 nm.

Conceição et al. (2005) e Miyashita e Fonseca (2004) relataram que existem diferenças estatísticas significantes em relação à intensidade de fluorescência das resinas compostas. Enquanto algumas marcas apresentaram pouca ou nenhuma fluorescência, outras apresentaram resultado próximo ao do dente natural e, ainda, algumas resinas apresentaram intensidade de fluorescência superior à do dente natural. A importância de avaliar a intensidade de fluorescência está no fato de isto ser o fator responsável pela luminosidade do objeto. Afirmações como a de Conceição et al. (2005) e Dietschi (2001), que citam a fluorescência como fator facilitador na obtenção de um correto valor, e a de Magne e Belser (2003), que citam

o fenômeno da fluorescência como responsável por tornar os dentes mais brancos quando expostos à luz solar, comprovam a importância do estudo desta variável.

O estudo da variável comprimento de onda justifica-se pelo fato de esta variável ser a responsável pela localização do fenômeno fluorescência no espectro luminoso, ou seja, indica a cor de luz emitida pelo objeto durante o fenômeno da fluorescência.

A fluorescência dos dentes naturais ocorre quando raios ultravioleta com comprimento de onda entre 350 nm e 400 nm atingem os mesmos (MIYASHITA; FONSECA, 2004). Hall, Hefferren e Olsen (1970) utilizaram em seu estudo um comprimento de onda que variou entre 340 nm e 375 nm. Já Foreman (1988), utilizou um comprimento de onda de 345 nm e Fukushima, Araki e Yamada (1987), Panzeri et al. (1977) e Villarroel et al. (2004) utilizaram um comprimento de onda de 365 nm. No presente estudo, optou-se por utilizar um comprimento de onda 390 nm, pois durante o estudo piloto, verificou-se que a intensidade máxima de fluorescência ocorria próxima a este comprimento de onda para a maioria das resinas compostas, além de estar compreendido dentro do espectro de ocorrência de fluorescência nos dentes naturais. Outro fato que nos levou a optar por este comprimento de onda foi a constatação de que a localização no espectro luminoso não se alterava, somente a intensidade de fluorescência.

No presente estudo, o corpo-de-prova possuía as seguintes dimensões: 8 mm de diâmetro e 1 mm de espessura. O motivo que nos levou a optar por esta dimensão foi o fato de esta espessura condizer melhor com a realidade clínica, pois durante o processo de restauração do 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. (1977) possuir 1,2 mm de espessura, o de Lee, Lu e Powers (2005b) possuir 2 mm de espessura e o de Baeza et al. (2002) possuir 3 mm de espessura. Neste ponto, deve-se salientar que, para que o fenômeno da fluorescência ocorra, é mais importante a presença de agentes luminóforos (VILLARROEL et al., 2004) do que a espessura do material em si.

7 CONCLUSÕES

Com a análise dos resultados obtidos na fase experimental, foi possível concluir que:

- Houve diferença estatística significativa em relação à intensidade de fluorescência entre todos os grupos de resinas compostas, sendo que o Grupo IV (Filtek Supreme) apresentou a menor média de intensidade de fluorescência seguida, na ordem crescente, pelo Grupo VI (Vit-I-escence), Grupo II (Esthet-X), Grupo V (Venus) e Grupo I (4 Seasons). A maior média de intensidade de fluorescência foi apresentada pelo Grupo III (Point 4).
- Os grupos de resina composta que apresentaram espectro de emissão de fluorescência mais próximo aos dentes naturais foram o Grupo I (4 Seasons) e o Grupo II (Esthet-X) quando comparados com dados da literatura.
- Houve diferença estatística significativa quanto ao comprimento de onda entre os diferentes grupos de resinas compostas, com exceção do Grupo I (4 Seasons) e Grupo II (Esthet-X).

REFERÊNCIAS

- BAEZA, R. et al. Fluorescência de resinas compuestas de obturación directa. **Rev. Fac. de Odont. Univ. de Chile**, v. 20, n. 2, p. 54-60, 2002.
- BARAN, G. R.; O`BRIEN, W. J.; TIEN, T. Y. Colored emission of rare earth ions in a potassium feldspar glass. **J. Dent. Res.**, v. 56, n. 11, p. 1323-1329, Nov. 1977.
- CONCEIÇÃO, E. N. et al. **Restaurações estéticas: compósitos, cerâmicas e implantes**. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- DIETSCHI, D. Layering concepts in anterior composite restorations. **J. Adhesiv. Dent.**, v. 3, p. 71-80, 2001.
- FOREMAN, P. C. Fluorescent microstructure of mineralized dental tissues. **International Endodontic Journal**, v. 21, n. 4, p. 251-256, July 1988.
- FUKUSHIMA, Y.; ARAKI, T.; YAMADA, M. O. Topography of fluorescence and its possible composites in human teeth. **Cellular and Molecular Biology**, v. 33, n. 6, p. 1431-1436, July 1987.
- HALL, J. B.; HEFFERREN, J. J.; OLSEN, N. H. Study of fluorescent characteristics os extracted human teeth by use of a clinical fluorometer. **J. Dent. Res.**, v. 49, n. 6, p. 1431-1436, Nov./Dec. 1970.
- KVAAL, S.; SOLHEIM, T. Fluorescence from dentin and cementum in human mandibular second premolar and its relation to age. **Scand. J. Dent. Res.**, v. 97, n. 2, p. 131-138, Apr. 1989.
- LEE, Y. K.; LU, H.; POWERS, J. M. Effect of the surface sealant and staining on the fluorescence of resin composites. **J. Prosthet. Dent.**, v. 93, n. 3, p. 260-266, Mar. 2005.
- LEE, Y. K.; LU, H.; POWERS, J. M. Fluorescence of layered resin composites. **J Esthet. Restor. Dent.**, v. 17, n. 2, p. 93-101, 2005. Discussion 101.
- LENZ, G. **Fluorescência: método físico de análise**. Porto Alegre: UFRGS – Instituto de Biociências, 2000. (Apostila).
- MAGNE, P.; BELSER, U. Estética oral natural. In:_____.(Org.). **Restaurações adesivas de porcelana na dentição anterior: uma abordagem biomimética**. Rio de Janeiro: Quintessence, 2003, p. 86-87.
- MIYASHITA, E.; FONSECA, A. S. **Odontologia estética: o estado da arte**. São Paulo: Artes Médicas, 2004.
- PANZERI, H. et al. Spectral Fluorescence of direct anterior restorative materials. **Aust. Dent. J.**, v. 22, n. 6, p. 458-461, Dec. 1977.

POPPI, R. J. **Fluorescência: métodos instrumentais de análise**. Campinas: UNICAMP-LAQUA-IQM. 2002. (Apostila).

STEPHEN, J. C.; AHMAD, I. Light dynamic properties of a synthetic, low-fusing, quartz glass-ceramic material. **Pract. Proced. Aesthet. Dent.**, v. 15, n. 1, p. 49-56, Jan./Feb. 2003. Quis 58.

VANINI, L. Light and color in anterior composite restorations. **Pract. Perio. Aesthet. Dent.**, v.8, n. 7, p. 36-48, Sept. 1996. Quis 684.

VANINI, L. Sistema composto microibrido universale: fluorescente e opalescente. **Dent. Cadmos**, v. 8, p. 36-48, 1996.

VILLARROEL, M. et al. Fluorescência: uma contribuição na vitalidade natural do dente humano. **Revista Ibero-Am. Odontol. Estet. Dent.**, v. 3, n. 8, p. 397-406, out./dez. 2004.

APÊNDICES

Apêndice 1 - Média, desvio padrão, nível de confiança e erros de amostragem, segundo diferentes resinas, por meio do método de amostragem de Neyman

Resina	Média (u.a.)	Desvio	Obs.	Erro (%)	P=90	P=95	P=99
4 Seasons	1738,08	104,0856	5	3	3,40	4,40	5,80
				5	1,80	3,00	3,30
				8	0,70	1,00	1,60
Esthet-X	1179,242	54,4418	5	3	2,80	4,30	5,20
				5	1,50	3,00	3,30
				8	0,30	0,50	0,80
Point 4	2615,188	294,5676	5	3	9,50	12,50	16,30
				5	4,40	5,00	9,30
				8	1,90	2,80	4,50
Filtek Supreme	31,4	1,9323	5	3	3,10	3,40	3,60
				5	2,60	3,00	3,40
				8	1,20	1,40	1,60
Venus	1505,41	42,486	5	3	3,40	3,80	4,40
				5	2,60	3,00	3,30
				8	1,30	1,40	1,70
Vit-I-escence	963,244	91,5397	5	3	3,00	3,90	5,10
				5	1,40	3,00	3,90
				8	0,60	0,90	1,40
				10	0,40	0,60	1,00
TOTAL	1338,76	807,3748	30	3	25,20	32,30	40,40
				5	14,30	20,00	26,50
				8	6,00	8,00	11,60

Apêndice 2 - Teste de Shapiro-Wilk – Intensidade de fluorescência

Resinas	Estatística	Graus de Liberdade	Valor p
4 Seasons	0,87036	5	0,26787
Esthet-X	0,78955	5	0,06642
Point 4	0,97466	5	0,90421
Filtek Supreme	0,88559	5	0,33540
Venus	0,94515	5	0,70251
Vit-I-escense	0,77706	5	0,05249

Nota: Todas as resinas apresentaram distribuição normal, uma vez que $p > 0,05$

Apêndice 3 - Teste de Homogeneidade de Variâncias de Levene

Estatística	G.L.1	G.L.2	Valor p
5,68136	5	24	0,00136

Nota: A variável Intensidade de Fluorescência não apresenta homogeneidade de variâncias entre resinas, uma vez que $p < 0,05$

Apêndice 4 - Teste de ANOVA - Intensidade de Fluorescência

Fonte de Variação	Soma de Quadrados	G.L.	Quadrado Médio	F	Valor p
Entre Resinas	18.460.746,22	5	3.692.149,24	200,02	0,00000
Dentro da Resina	443.023,64	24	18.459,32		
Total	18.903.769,86	29			

Nota: Existe diferença estatística significativa entre os valores médios da intensidade de fluorescência segundo resinas, uma vez que $p < 0,05$

Apêndice 5 - Teste de comparações múltiplas de Games-Howell para a variável intensidade média de fluorescência, segundo resinas

(I) Resinas	(J) Resinas	Média das Diferenças (I-J)	Erro Padrão	Valor p	Intervalo de Confiança (95%)	
					L.I	L.S.
4						
Seasons	Esthet-X	558,8398	52,53187915	0,00031	350,2033167	767,4762833
	Point 4	-877,1086	139,7164849	0,01027	-1473,951803	-280,2653968
	Filtek					
	Supreme	1706,6812	46,55694128	0,00002	1485,981785	1927,380615
	Venus	232,6724	50,27714546	0,03272	23,16352141	442,1812786
	Vit-I- escense	774,835	61,9899123	0,00002	547,398201	1002,271799
4						
Esthet-X	Seasons	-558,8398	52,53187915	0,00031	-767,4762833	-350,2033167
	Point 4	-1435,9484	133,9652697	0,00189	-2049,978582	-821,9182182
	Filtek					
	Supreme	1147,8414	24,36280199	0,00001	1032,464255	1263,218545
	Venus	-326,1674	30,88346961	0,00008	-440,7181527	-211,6166473
	Vit-I- escense	215,9952	47,63136117	0,02412	31,51355751	400,4768425
4						
Point 4	Seasons	877,1086	139,7164849	0,01027	280,2653968	1473,951803
	Esthet-X	1435,9484	133,9652697	0,00189	821,9182182	2049,978582
	Filtek					
	Supreme	2583,7898	131,7370257	0,00024	1959,099499	3208,480101
	Venus	1109,781	133,0972822	0,00576	491,9095309	1727,652469
	Vit-I- escense	1651,9436	137,9487021	0,00067	1051,175528	2252,711672

Apêndice 5 - Teste de comparações múltiplas de Games-Howell para a variável intensidade média de fluorescência segundo resinas

(I) Resinas	(J) Resinas	Média das Diferenças (I-J)	Erro Padrão	Valor p	Intervalo de Confiança (95%)	
					L.I	L.S.
Filtek	4					
Supreme	Seasons	-1706,6812	46,55694128	0,00002	-1927,380615	-1485,981785
	Esthet-X	-1147,8414	24,36280199	0,00001	-1263,218545	-1032,464255
	Point 4	-2583,7898	131,7370257	0,00024	-3208,480101	-1959,099499
	Venus	-1474,0088	19,01944137	0,00000	-1564,00345	-1384,01415
	Vit-I- escense	-931,8462	40,94749103	0,00013	-1125,933522	-737,7588777
Venus	4					
	Seasons	-232,6724	50,27714546	0,03272	-442,1812786	-23,16352141
	Esthet-X	326,1674	30,88346961	0,00008	211,6166473	440,7181527
	Point 4	-1109,781	133,0972822	0,00576	-1727,652469	-491,9095309
	Filtek					
	Supreme	1474,0088	19,01944137	0,00000	1384,01415	1564,00345
	Vit-I- escense	542,1626	45,13246721	0,00024	358,6179611	725,7072389
Vit-I- escense	4					
	Seasons	-774,835	61,9899123	0,00002	-1002,271799	-547,398201
	Esthet-X	-215,9952	47,63136117	0,02412	-400,4768425	-31,51355751
	Point 4	-1651,9436	137,9487021	0,00067	-2252,711672	-1051,175528
	Filtek					
	Supreme	931,8462	40,94749103	0,00013	737,7588777	1125,933522
	Venus	-542,1626	45,13246721	0,00024	-725,7072389	-358,6179611

Apêndice 6 - Dados de diferença de intensidade de fluorescência em percentagem

	n	Filtek Supreme	Vit-I-escence	Esthet-X	Venus	4 Seasons	Point 4	
Filtek Supreme	5	31,3984						% de aumento
Vit-I-escence	5		963,2446					2967,81
Esthet-X	5			1179,2398				22,42
Venus	5				1505,4072			27,66
4 Seasons	5					1738,0796		15,46
Point 4	5						2615,1882	50,46

Apêndice 7 - Teste de normalidade de Shapiro-Wilk para a variável comprimento de onda

Resinas	Estatística	Graus de Liberdade	Valor p
4 Seasons	0,82083	5	0,11851
Esthet-X	0,88104	5	0,31404
Point 4	0,89392	5	0,37722
Filtek Supreme	0,96086	5	0,81395
Venus	0,90202	5	0,42115
Vit-I-escence	0,77721	5	0,05320

Nota: Todas as resinas apresentaram distribuição normal, uma vez que $p > 0,05$

Apêndice 8 - Teste de Levene – Comprimento de onda

Comprimento Médio de Onda	Estatística	df1	df2	valor p
	0,73704918	5	24	0,603049

Nota: a variável comprimento de onda apresenta homogeneidade de variâncias entre resinas, uma vez que $p > 0,05$

Apêndice 9 - Teste de ANOVA – Comprimento de onda

Fonte de Variação	Soma dos Quadrados	DF	Quadrado Médio	F	Valor p
Entre Resinas	1.182,57	5	236,51	2.956,42	0,00000
Dentro das Resinas	1,92	24	0,08		
Total	1184,486667	29			

Nota: Existe diferença estatística significativa entre os valores médios do comprimento de onda segundo resinas, uma vez que $p < 0,05$

Apêndice 10 - Teste de comparações múltiplas de Tukey HSD para a variável comprimento de onda segundo resinas, admitindo variâncias homogêneas

(I) Resinas	(J) Resinas	Média das Diferenças (I-J)	Erro Padrão	Valor p	Intervalo de Confiança (95%)	
					L.I.	L.S.
4 Seasons	Esthet-X	-0,32	0,178885438	0,49095	-0,873101462	0,233101462
	Point 4	12,96	0,178885438	0,00000	12,40689854	13,51310146
	Filtek Supreme	-8,48	0,178885438	0,00000	-9,033101462	-7,926898538
	Venus	0,84	0,178885438	0,00113	0,286898538	1,393101462
	Vit-I-escense	2	0,178885438	0,00000	1,446898538	2,553101462
Esthet-X	4 Seasons	0,32	0,178885438	0,49095	-0,233101462	0,873101462
	Point 4	13,28	0,178885438	0,00000	12,72689854	13,83310146
	Filtek Supreme	-8,16	0,178885438	0,00000	-8,713101462	-7,606898538
	Venus	1,16	0,178885438	0,00001	0,606898538	1,713101462
	Vit-I-escense	2,32	0,178885438	0,00000	1,766898538	2,873101462
Point 4	4 Seasons	-12,96	0,178885438	0,00000	-13,51310146	-12,40689854
	Esthet-X	-13,28	0,178885438	0,00000	-13,83310146	-12,72689854
	Filtek Supreme	-21,44	0,178885438	0,00000	-21,99310146	-20,88689854
	Venus	-12,12	0,178885438	0,00000	-12,67310146	-11,56689854
	Vit-I-escense	-10,96	0,178885438	0,00000	-11,51310146	-10,40689854
Filtek Supreme	4 Seasons	8,48	0,178885438	0,00000	7,926898538	9,033101462
	Esthet-X	8,16	0,178885438	0,00000	7,606898538	8,713101462
	Point 4	21,44	0,178885438	0,00000	20,88689854	21,99310146
	Venus	9,32	0,178885438	0,00000	8,766898538	9,873101462
	Vit-I-escense	10,48	0,178885438	0,00000	9,926898538	11,03310146
Venus	4 Seasons	-0,84	0,178885438	0,00113	-1,393101462	-0,286898538

Apêndice 10 - Teste de comparações múltiplas de Tukey HSD para a variável comprimento de onda segundo resinas, admitindo variâncias homogêneas

(I) Resinas	(J) Resinas	Média das Diferenças (I-J)	Erro Padrão	Valor p	Intervalo de Confiança (95%)	
					L.I.	L.S.
	Esthet-X	-1,16	0,178885438	0,00001	-1,713101462	-0,606898538
	Point 4	12,12	0,178885438	0,00000	11,56689854	12,67310146
	Filtek Supreme	-9,32	0,178885438	0,00000	-9,873101462	-8,766898538
	Vit-I-escense	1,16	0,178885438	0,00001	0,606898538	1,713101462
Vit-I-escense	4 Seasons	-2	0,178885438	0,00000	-2,553101462	-1,446898538
	Esthet-X	-2,32	0,178885438	0,00000	-2,873101462	-1,766898538
	Point 4	10,96	0,178885438	0,00000	10,40689854	11,51310146
	Filtek Supreme	-10,48	0,178885438	0,00000	-11,03310146	-9,926898538
	Venus	-1,16	0,178885438	0,00001	-1,713101462	-0,606898538

Nota: Valor $p < 0,05$ indica diferença entre os valores médios do comprimento de onda para as duas resinas comparadas