

FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA  
DOUTORADO EM DENTÍSTICA

ALEXANDRE SEVERO MASOTTI

**AVALIAÇÃO DA TRANSMITÂNCIA DIRETA DE  
RESINAS COMPOSTAS POR MEIO DE  
ESPECTROFOTOMETRIA DE UV-VISÍVEL**

Porto Alegre  
2005

ALEXANDRE SEVERO MASOTTI

AVALIAÇÃO DA TRANSMITÂNCIA DIRETA DE  
RESINAS COMPOSTAS POR MEIO DE  
ESPECTROFOTOMETRIA DE UV-VISÍVEL

Tese apresentada como requisito  
parcial à obtenção do grau de Doutor em  
Odontologia, Programa de Pós-Graduação  
em Odontologia, concentração em  
Dentística, Pontifícia Universidade  
Católica do Rio Grande do Sul

Orientadora: Profa. Dra. Ana Maria Spohr

Porto Alegre  
2005

CD ALEXANDRE SEVERO MASOTTI

AVALIAÇÃO DA TRANSMITÂNCIA DIRETA DE  
RESINAS COMPOSTAS POR MEIO DE  
ESPECTROFOTOMETRIA DE UV-VISÍVEL

Tese apresentada como requisito  
parcial à obtenção do grau de Doutor em  
Odontologia, Programa de Pós-  
Graduação em Odontologia, concentração  
em Dentística, Pontifícia Universidade  
Católica do Rio Grande do Sul

Porto Alegre, de de 2005.

BANCA EXAMINADORA

---

Orientadora Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Maria Spohr, Odontologia PUCRS

---

Prof. Dr. Álvaro Barcellos Onófrío, Química PUCRS

---

Prof. Dr. Ewerton Nocchi Conceição, Odontologia UFRGS

---

Prof. Dr. Marcos Antônio Japiassú Resende Montes, Odontologia FOP-UPE

---

Prof. Dr. Hugo Mitsuo Silva Oshima, Odontologia PUCRS

Dedico este trabalho aos meus pais e companheiros de todas as horas,  
Glauco Masotti e Arlinda Severo Masotti,  
e à toda minha família, "o verdadeiro palanque em banhado" .

## **AGRADECIMENTOS**

À direção da Faculdade de Odontologia PUCRS

À Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Odontologia PUCRS, Prof<sup>a</sup>.

Nilza Pereira da Costa, pela eterna paciência e bom-humor.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Odontologia, concentração em Dentística, pela melhor formação possível, sob as melhores condições possíveis; em especial à minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Ana Maria Spohr, pelo respeito mútuo e total liberdade de trabalho.

Aos colegas de Doutorado, pelo aprendizado de que é saudável conviver com as diferenças e aprender com elas.

Aos alunos do Mestrado em Odontologia 2003-2004, concentração em Dentística, pelo companheirismo e amizade.

Aos professores da Faculdade de Odontologia PUCRS, Prof. Dr Luís Henrique Burnett e Prof. Dr Márcio Grossi pela revisão deste trabalho.

Ao Prof. Dr Álvaro Barcellos Onofrio, Faculdade de Química PUCRS, pela disponibilidade em todas as horas.

Aos colegas e funcionários da Dentística UFRGS, pelo apoio que somente uma segunda família pode proporcionar.

Um agradecimento especial ao meu "mestre" não somente na odontologia, Prof. Dr Ewerton Nocchi Conceição, por acreditar sempre, mesmo quando eu não sabia mais o que valia ou não a pena.

Olhando para o alto, não vi os tropeços ou abismos nos tormentosos embates da  
vida, pelos ásperos caminhos percorridos.

Cercado por seres exemplares, não percebi o afastamento da juventude, nem o  
peso dos anos. Da longa viagem, o que ficou foi apenas a grata certeza das  
maravilhosas possibilidades humanas para um infinito aperfeiçoamento, como  
característica dominante da espécie.

Israel Pedrosa, 1977.

## RESUMO

Este estudo avaliou as porcentagens de Transmitância direta (Td) das resinas compostas microhíbridas Charisma F, Solitaire II (Heraeus Kulzer ), Intens e Tetric Ceram (Ivoclar Vivadent) e nanoparticuladas Esthet-X (Dentsply De Trey) e Filtek Supreme (3M Espe) nas cores Vita A3 (Dentina) e translúcido (Esmalte), ou seus correspondentes. Foram confeccionados três corpos-de-prova para cada material e cor, de formato quadrangular com 12x12 mm de lado e espessura de 1 mm. Após fotoativação, foram realizadas três leituras por corpo-de-prova em espectrofotômetro de UV-visível HP 8453 (Hewlett-Packard), com temperatura e umidade controladas ( $22\pm 2^{\circ}\text{C}/50\pm 5\%$ ). Os ângulos de incidência e leitura em  $0^{\circ}/0^{\circ}$  foram utilizados para os comprimentos de onda de 400 a 700 nm. Os espectros obtidos foram analisados quanto ao percentual médio de Td para todo o espectro, em intervalos de 20 nm, e nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nm. Através de ANOVA e teste de Tukey ( $p=0,01$ ) encontrou-se que a resina composta Charisma obteve as maiores porcentagens de Td em todos os espectros, exceto para a cor Esmalte em 700 nm, que ficou abaixo da resina composta Esthet-X cor Esmalte. O teste t-Student demonstrou serem significativamente maiores os percentuais de Td para os espectros das cores Translúcido, exceto para as resinas compostas Supreme, em que não diferiram, e Charisma, com porcentagens de Td significativamente maiores para a cor Dentina. Por meio de teste não paramétrico de Friedman verificou-se que todas as resinas compostas estudadas demonstraram aumento significativo de Td

com o aumento do comprimento de onda, com exceção da resina composta Solitaire, cores Dentina e Esmalte, que não demonstrou diferenças significativas nos comprimentos de onda de 560 e 700 nm.

**Palavras chave:** Luz. Cor. Transmitância. Transmitância Direta. Translucidez.

Resina Composta.



## ABSTRACT

The present research evaluated the direct Transmittance (Td) percentages of Charisma F, Solitaire II (Heraeus Kulzer ), Intens and Tetric Ceram ((Ivoclar Vivadent) microhibrid composite resins, and Esthet-X (Dentsply De Trey) and Supreme (3M Espe) nanofillers composite resins in the shades Vita A3 (Dentin) and translucent (enamel), or similars. Three samples of each composite and shade were obtained with dimensions of 12 x 12 mm and 1 mm thick. After light activation, three measurements for each sample were done with an UV-visible spectrophotometer HP 8453 (Hewlett-Packard) at controlled temperature and humidity (22±2°C / 50±5%). The incidence and reading configuration used 0° / 0° angles between wavelengths of 400 and 700 nm. The spectra were analyzed by mean values for the percent Td at intervals of 20 nm and in the wavelengths of 400, 560 and 700 nm. ANOVA and Tukey test (p=0,01) showed that Charisma composite resin had the highest mean percentages of Td at all spectra and shades, except for shade Enamel at 700 nm, in wich Esthet-X had higher mean percentages of Td. The t-Student test showed significant higher mean percentages of Td for translucent shade spectra, except for Supreme composite resin that was not significant different and Charisma which dentin shade had significant higher mean percentages of Td. By the non-parametric Friedman test all the composite resins showed significant increment in the mean percentages of Td with higher

wavelength, except for Solitaire II, shades Dentin and Enamel which 560 and 700 nm means didn't show statistical difference.

**Key Words:** Light. Color. Transmittance. Direct Transmittance. Translucency.

Composite Resin.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: a) Vista anterior do dispositivo de Teflon; b) Vista lateral do dispositivo de Teflon com o corpo-de-prova sendo posicionado no dispositivo através do entalhe .....	47
Figura 2: Espectrofotômetro HP 8453 de UV-visível .....	47
Figura 3: Célula posicionadora originalmente indicada para cubeta de soluções e caminho óptico da luz incidente (de A para B) .....	48
Figura 4: Corpo-de-prova inserido no dispositivo de Teflon e sendo colocado na célula posicionadora do espectrofotômetro .....	48
Figura 5: Tela do computador com programa HP ChemStation / HP89552K de controle do espectrofotômetro HP 8453 regulado para o modo Transmitância .....	49

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Médias de porcentagem de Transmitância direta para o espectro (%T) e nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nanômetros para as cores Dentina, Translúcido e Opaco da resina composta Charisma.....	53
Gráfico 2: Médias de porcentagem de Transmitância direta para o espectro (%T) e nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nanômetros para as cores Dentina e Translúcido da resina composta Esthet-X .....	54
Gráfico 3: Médias de porcentagem de Transmitância direta para o espectro (%T) e nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nanômetros para as cores Dentina e Translúcido da resina composta Intens .....	55
Gráfico 4: Médias de porcentagem de Transmitância direta para o espectro (%T) e nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nanômetros para as cores Dentina e Translúcido da resina composta Solitaire .....	56
Gráfico 5: Médias de porcentagem de Transmitância direta para o espectro (%T) e nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nanômetros para as cores Dentina e Translúcido da resina composta Supreme .....	58
Gráfico 6: Médias de porcentagem de Transmitância direta para o espectro (%T) e nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nanômetros para as cores Dentina e Translúcido da resina composta Tetric .....	59
Gráfico 7: Gráfico da média dos valores de porcentagem de Transmitância direta nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nm para resina composta Charisma cor Dentina. Todos os pontos diferiram estatisticamente entre si .....	62
Gráfico 8: Gráfico da média dos valores de porcentagem de Transmitância direta nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nm para resina composta Esthet-X cor dentina. Todos os pontos diferiram estatisticamente entre si .....	62
Gráfico 9: Gráfico da média dos valores de porcentagem de Transmitância direta nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nm para resina composta Intens cor dentina. Todos os pontos diferiram estatisticamente entre si .....	63

Gráfico 10: Gráfico da média dos valores de porcentagem de Transmitância direta nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nm para resina composta Solitaire cor dentina. O comprimento de onda de 400 nm diferiu estatisticamente de 560 e 700 nm, que não diferiram entre si .....	63
Gráfico 11: Gráfico da média dos valores de porcentagem de Transmitância direta nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nm para resina composta Supreme cor dentina. Todos os pontos diferiram estatisticamente entre si .....	64
Gráfico 12: Gráfico da média dos valores de porcentagem de Transmitância direta nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nm para resina composta Tetric cor dentina. Todos os pontos diferiram estatisticamente entre si .....	64
Gráfico 13: Gráfico da média dos valores de porcentagem de Transmitância direta nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nm para resina composta Charisma na cor Translúcido. Todos os pontos diferiram estatisticamente entre si .....	66
Gráfico 14: Gráfico da média dos valores de porcentagem de Transmitância direta nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nm para resina composta Esthet-X na cor Translúcido. Todos os pontos diferiram estatisticamente entre si .....	66
Gráfico 15: Gráfico da média dos valores de porcentagem de Transmitância direta nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nm para resina composta Intens na cor Translúcido. Todos os pontos diferiram estatisticamente entre si .....	67
Gráfico 16: Gráfico da média dos valores de porcentagem de Transmitância direta nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nm para resina composta Solitaire na cor translúcido. O comprimento de onda de 400 nm diferiu estatisticamente de 560 e 700 nm, que não diferiram entre si .....	67
Gráfico 17: Gráfico da média dos valores de porcentagem de Transmitância direta nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nm para resina composta Supreme na cor translúcido. Todos os pontos diferiram estatisticamente entre si .....	68
Gráfico 18: Gráfico da média dos valores de porcentagem de Transmitância direta nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nm para resina composta Tetric na cor Translúcido. Todos os pontos diferiram estatisticamente entre si .....	68
Gráfico 19: Gráfico da média dos valores de porcentagem de Transmitância direta nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nm para resina composta Charisma na cor Opaco. Todos os pontos diferiram estatisticamente entre si .....	69

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Resinas compostas e cores utilizadas na pesquisa .....	44
Quadro 2: Informações de composição, quantidade e tamanho das partículas de carga dos materiais utilizados na pesquisa.....	44
Quadro 3: Informações de composição da matriz orgânica dos materiais utilizados na pesquisa .....	45

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Comparação entre as cores: Resina composta CHARISMA_.....	52
Tabela 2: Comparação entre as cores: Resina composta ESTHET-X .....	54
Tabela 3: Comparação entre as cores: Resina composta INTENS .....	55
Tabela 4: Comparação entre as cores: Resina composta SOLITAIRE .....	56
Tabela 5: Comparação entre as cores: Resina composta SUPREME .....	57
Tabela 6: Comparação entre as cores: Resina composta TETRIC .....	58
Tabela 7: Comparação entre as resinas compostas: Cor Dentina .....	59
Tabela 8: Comparação entre as resinas compostas: Cor Translúcido .....	60
Tabela 9: Comparação entre os pontos dentro do espectro: <u>Cor Dentina</u> .....	61
Tabela 10: Comparação entre os pontos dentro do espectro: Cor Translúcido .....	65
Tabela 11: Comparação entre os pontos dentro do espectro: Resina composta CHARISMA Cor Opaco .....	69
Tabela 12: Comparação entre a resina composta Charisma na Cor Opaco com a resina composta SOLITAIRE nas cores Dentina o Translúcido .....	70

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>2</b>	<b>PROBLEMA</b> .....	18
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	19
<b>4</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	20
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	43
5.1	MATERIAIS .....	43
5.2	MÉTODO .....	45
5.3	ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	50
<b>6</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	52
<b>7</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	71
7.1	INFLUÊNCIA DA COR NA TRANSMITÂNCIA DIRETA DE RESINAS COMPOSTAS .....	71
7.2	INFLUÊNCIA DA COMPOSIÇÃO NA TRANSMITÂNCIA DIRETA DE RESINAS COMPOSTAS .....	76
<b>8</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	83
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	85
	<b>APÊNDICE A – Fotometria</b> .....	89
	<b>APÊNDICE B – Conceitos Relacionados Com Fotometria</b> .....	93
	<b>APÊNDICE C - Espectros de Transmitância Direta</b> .....	96
	<b>APÊNDICE D - Dados de porcentagem de Transmitância Direta utilizados para análise estatística</b> .....	101
	<b>ANEXO A – Aprovação da Pesquisa pela Comissão Científica e de Ética</b> .....	104



## 1 INTRODUÇÃO

Dentre os diversos materiais restauradores disponíveis na atualidade, as resinas compostas têm sido amplamente empregadas e muito têm evoluído, tanto em relação à composição quanto à tecnologia de processamento. Prova disto é o surgimento de várias resinas compostas para a técnica direta, assim como para a técnica indireta.

Para obter estética durante a confecção de uma restauração, é importante que a resina composta seja fornecida com diferentes matizes, cromas e valores para associar-se distintas cores e, com isto, reproduzir com fidelidade as características estéticas do dente a ser restaurado em relação aos dentes adjacentes.

Watts e Cash, em 1994, demonstraram que a composição do material é um fator determinante nas suas propriedades ópticas, de forma que o índice de reflexão é diferente entre as resinas compostas, cerâmicas e cimentos de ionômero de vidro. No caso das resinas compostas, o formato, tipo, tamanho e concentração das partículas de carga das diferentes marcas comerciais são alguns fatores responsáveis na dispersão óptica do material (CAMPBELL; JOHNSTON; O'BRIEN, 1986).

Frente à importância da estética, diversos estudos têm avaliado as propriedades ópticas de materiais restauradores, seja empregando metodologias de Transmitância direta ou total (BRODBELT *et al.*, 1981; BRODBELT; O'BRIEN; FAN, 1980; PAUL *et al.*, 1996), espectrofotometria por Refletância (JOHNSTON; O'BRIEN,

1982), assim como o índice de contraste em fundo branco e preto (ASMUSSEM, 1983; GRAJOWER; WOZNIAK; LINDSAY, 1982; JOHNSTON; REISBICK, 1997), com o intuito de avaliar a translucidez e a cor dos materiais.

A translucidez é um dos vários fatores que determinam as características ópticas do material, e refere-se à passagem parcial da luz através de determinada estrutura. Esta é uma característica importante dos materiais restauradores, visto que o dente permite a passagem parcial de luz através de seus tecidos, assim como pode apresentar diferentes graus de translucidez, dependendo da região anatômica que estiver sendo observada. Portanto, a presença de diferentes graus de translucidez nas resinas compostas é um fator determinante na qualidade de reprodução estética das porções dentárias perdidas.

Além da estética, existem outras áreas de interesse quanto às propriedades de passagem de luz nestes materiais, como o grau de polimerização de resinas compostas (afetado pela intensidade de luz que atinge as camadas mais profundas) e terapias que utilizem o Laser (pelo efeito de modulação que o material pode exercer).

## **2 PROBLEMA**

Quais são os níveis de Transmitância direta e distribuição espectral de diferentes marcas de resinas compostas disponíveis no mercado, quando comparadas quanto à sua composição e cor?

Esta pesquisa foi conduzida sob a hipótese de que resinas compostas do tipo Translúcido possuem maiores porcentagens de Transmitância direta que suas similares na cor A3 da escala Vita, e que resinas compostas de diferentes classificações, quanto à sua composição, apresentam diferentes porcentagens de Transmitância direta.

### 3 OBJETIVOS

Visto a importância das propriedades ópticas das resinas compostas, o presente trabalho tem como objetivos:

- a) Verificar a porcentagem de Transmitância direta de resinas compostas por meio de espectrofotometria de UV-visível em cores indicadas para reproduzir esmalte e dentina.
- b) Comparar a porcentagem de Transmitância direta entre as resinas compostas estudadas dentro da mesma faixa de cor declarada pelo fabricante.
- c) Comparar a distribuição espectral de porcentagem de Transmitância direta dos materiais estudados dentro da mesma faixa de cor declarada pelo fabricante.

#### 4 REVISÃO DE LITERATURA

O *Optical Society of America* (1953) define os pontos mais importantes para percepção e medições de cor e luz, descrevendo no livro *The Science of Color* as variáveis que podem afetar estas medidas, porém chamando a atenção de que enquanto medições físicas podem nos fornecer dados objetivamente mensuráveis, a percepção de cor, e todas as nuances envolvidas nesta, envolve um fenômeno psicofísico, e, portanto, sujeito a variações subjetivas de difícil mensuração e expressão.

Snell (1978), em seu capítulo do livro *Handbook of Optics* da *Optical Society of America*, descreve a relação entre fatores e medidas físicas da óptica, como Absorbância, Transmitância e Refletância, suas variantes, definições e leis básicas. Além disto, é apresentado e discutido o modelo de medição e predição de cores baseado na percepção humana, o qual utiliza e amplia o significado das medições puramente físicas. Nesse sentido, os autores observam que luz, é o aspecto da energia radiante ao qual um observador humano é sensível através da estimulação da retina dos olhos, e que, portanto, a luz é um fenômeno psicofísico. Ou seja, nem puramente físico, nem puramente psicológico.

Wyszecki (1978), em capítulo do livro *Handbook of Optics* da *Optical Society of America* descreve os conceitos básicos em colorimetria, conceitos fisiológicos e psicológicos relacionados com a ciência de medição de cor. Além disto, descreve os sistemas de colorimetria da Comissão Internacional de Iluminação e suas

padronizações como observador padrão, iluminantes, padrões de reflexão, iluminação e captação para medições, cálculo dos estímulos tricromáticos e conceitos de pureza de excitação e colorimétricos. Além disso, ainda discorre a respeito das escalas uniformes de cor e os instrumentos utilizados em colorimetria.

Brodbelt, O'Brien e Fan (1980) estudaram a translucidez de cinco cerâmicas feldspáticas. Foram confeccionados quatro corpos-de-prova de cada cerâmica nos matizes 59, 62, 65, 67 e 91 com auxílio de matriz de aço inoxidável com 9,5 mm de diâmetro x 2,9 mm de espessura. Cada cerâmica foi sinterizada seguindo recomendações dos fabricantes. A translucidez foi determinada por meio de transmissão direta e transmissão total nos comprimentos de onda de 400 a 700 nm. Nos corpos-de-prova com 1 mm de espessura, os valores de Transmitância direta foram menores (0,13%) em relação aos valores de Transmitância total (26,8%). Em todas as cerâmicas, a transmissão direta aumentou com o aumento do comprimento de onda de 400 a 700 nm. Os autores enfatizaram que estes resultados indicam um alto grau de dispersão da luz.

Brodbelt *et al.* (1981), ao estudarem a translucidez do esmalte humano úmido e seco, na espessura de 1mm, utilizaram o método de Transmitância total em comprimentos de onda entre 400 e 700 nm (425; 525; 625; 700) medidos com espectrofotômetro. Os autores encontraram que o esmalte humano é tanto mais translúcido quanto maior o comprimento de onda da luz incidente, e que uma exposição de 10 segundos ao ar comprimido é suficiente para diminuir a translucidez em 82%, sendo que esta situação foi revertida completamente após re-hidratação.

Miyagawa, Powers e O'Brien (1981) estudaram as propriedades de índice de contraste, de refletância, coeficientes de dispersão e absorção de quatro resinas compostas e uma resina fluida (sem carga) a partir de dados obtidos por

espectrofotometria de Refletância e utilizando a equação de Kubelka-Munk. Os dados foram comparados em termos de resultados experimentais em relação aos previstos pela equação, com uso de constantes calculadas, para previsão de resultados em diferentes espessuras. Foram confeccionados três corpos-de-prova dos materiais Concise (3M), Nuva-Fil (Caulk), Prestige (Lee Pharmaceuticals), Sevirton (Amalgamated Dental Trade) e Vytol (Caulk) na espessura de 1,3 mm e com 36 mm de diâmetro. Os corpos-de-prova dos diversos materiais foram associados entre si para formar espessuras de 2,6 e 3,9 mm com materiais combinados. As curvas de percentual de Refletância em relação ao comprimento de onda (entre 405 e 700 nm) foram obtidas com três leituras para cada corpo-de-prova em cada espessura e combinação de materiais através de espectrofotômetro de fonte de luz dupla e esfera de integração. Os materiais foram analisados para Refletância especular e difusa combinadas com porta colimadora de 25 mm de diâmetro nas condições de fundo claro / fundo escuro (fundo padrão em cada situação). Os valores de X, Y e Z (tristimulus, função CIE\*\* 1931 para cor sob iluminante padrão C) foram obtidos em intervalos de 5 nm e, para os cálculos de Refletância e derivação das constantes de K (Absorbância) e S (dispersão), a média dos valores de Y (relacionado com intensidade de luminância) neste intervalos serviram como referência. Os valores de Refletância obtidos para corpos-de-prova com 1,3 mm de espessura foram utilizados como parâmetro para a previsão dos resultados de índice de contraste em outras espessuras (2,6 e 3,9 mm) as quais foram experimentalmente testadas. Os autores encontraram alta correlação (coeficiente de correlação de 0,9996) entre os valores previstos e os encontrados experimentalmente. Concluíram que a fórmula foi efetiva para as condições utilizadas neste ensaio e que, devido à espessura infinita destes materiais situar-se

entre 4,19 e 6,7 mm, a cor dos mesmos será afetada não somente por matiz/croma, mas também pela espessura e cor de fundo.

Grajower, Wozniak e Lindsay (1982) calcularam o coeficiente de absorção e o coeficiente de dispersão de acordo com a equação de Kubelka-Munk (1931) das resinas compostas Adaptic (Johnson & Jonhson) e Natural (H.J. Bosworth). O cálculo foi baseado no espectro de Refletância experimental dos corpos-de-prova em resina composta com diferentes espessuras que foram posicionados sobre fundo preto e branco. Também foi obtido o espectro calculado para os mesmos corpos-de-prova. A diferença entre o espectro experimental e o calculado foi avaliada em termos de diferença de cores. Os parâmetros de cor de Munsell (matiz, valor e croma) foram avaliados para todos os corpos-de-prova. Foi observado que a cor de uma resina composta, em uma determinada espessura que é posicionada sobre um fundo em particular, pode ser predita com acuidade a partir dos cálculos empregando os valores dos coeficientes de absorção e de dispersão da resina composta e o espectro de Refletância do fundo.

Yeh, Miyagawa e Powers (1982) investigaram as propriedades ópticas de duas resinas compostas quimicamente ativadas, uma de macropartículas (Concise, 3M) em sete cores diversas (universal, yellow, dark yellow light, gray, opaque, translucent) e outra de micropartículas (Silar, 3M) em quatro cores (yellow, dark yellow, light, gray), em função do comprimento de onda através da fórmula de Kubelka-Munk. Os corpos-de-prova (em número de três por material e cor) com dimensões de 36 mm de diâmetro e 1,2 mm de espessura foram obtidos após mistura dos componentes conforme instruções do fabricante e inserção em molde metálico, manutenção em água destilada por 24h e acabamento de ambas as faces com lixa 600 lubrificada com água. As medições de refletância (especular e difusa)



foram obtidas com espectrofotômetro de UV-visível com esfera de integração em intervalos de 5 nm na faixa entre 405 e 700 nanômetros em arranjo experimental de fundo claro / fundo escuro. As constantes ópticas de coeficiente de dispersão (S), absorção (K), refletividade (RI) e espessura infinita (XI) foram obtidas pela fórmula de Kubelk-Munk em função do comprimento de onda a cada 5 nm. Os resultados demonstraram que os coeficientes de K e de S variaram de acordo com a cor estudada em ambas as resinas e que estes (K / S) diminuíram com o aumento do comprimento de onda, porém com comportamentos diferenciados para cada material, independentemente da cor.

Yeh, Powers e Miyagawa (1982) avaliaram as propriedades ópticas de cor e opacidade de duas resinas compostas quimicamente ativadas, uma de macropartículas (Concise, 3M) em sete cores diversas (universal, yellow, dark yellow, light, gray, opaque, translucent) e outra de micropartículas (Silar, 3M) em quatro cores (yellow, dark yellow, light, gray), em função do comprimento de onda e espessura através da fórmula de Kubelka-Munk. Os corpos-de-prova (em número de três por material e cor) com dimensões de 36 mm de diâmetro e 1,2 mm de espessura (as diferentes espessuras foram obtidas por combinação de corpos-de-prova) foram obtidos após mistura dos componentes conforme instruções do fabricante e inserção em molde metálico, manutenção em água destilada por 24h e acabamento de ambas as faces com lixa 600 lubrificada com água. As medições de refletância (especular e difusa) foram obtidas com espectrofotômetro de UV-visível com esfera de integração em intervalos de 5 nm na faixa entre 405 e 700 nanômetros em arranjo experimental de fundo claro / fundo escuro. As constantes ópticas de coeficiente de dispersão (S), absorção (K), refletividade (RI) e espessura infinita (XI) foram obtidas pela fórmula de Kubelka-Munk em função do comprimento

de onda a cada 5 nm. Os resultados demonstraram que o índice de contraste variou de acordo com a espessura e cor estudada em ambas as resinas (Silar menos opaca que Concise) e que as curvas de refletância se aproximaram da intensidade de reflexão com o aumento da espessura do corpo de prova. A refletância também aumentou com o aumento o comprimento de onda.

Em relação a diversos modificadores de cor (em forma de pó) para cerâmicas odontológicas, Johnston & O'Brien (1982) analisaram a concordância entre as cores definidas pelos fabricantes, pelo Comitê Internacional para Iluminação e Materiais, e pelos fabricantes entre si. Utilizaram para tanto a espectrofotometria por Refletância e concluíram que estes modificadores de cor para cerâmica nem sempre possuem designações que concordam com o verificado pelos autores, havendo uma variação significativa entre os fabricantes no que diz respeito à mesma cor.

Asmussem (1983) utilizou o índice de contraste em fundo branco e preto para comparar a opacidade dos cimentos de ionômero de vidro ASPA (Amalgamated Dental), Fuji II (GC) e ChemFil (Amalgamated Dental) com a resina composta quimicamente ativada Concise (3M). Foram confeccionados corpos-de-prova com 1mm de espessura que eram posicionados sobre um fundo branco e preto para obtenção da refletância luminosa por meio da fórmula de Kubelka-Munk em leitura obtida por colorímetro (D25-A, Hunterlab). Em metade dos corpos-de-prova, as medições foram realizadas após 24 horas em 100% de umidade relativa e, para a outra metade, após 7 dias de embebição em água. Os resultados demonstraram que os cimentos ChemFil (menor opacidade entre os cimentos de ionômero de vidro) e Fuji II obtiveram diferença estatística entre si, sendo significativamente menos opacos que o cimento ASPA; todos os cimentos de ionômero de vidro foram mais opacos que a resina composta Concise, sendo que a embebição em água resultou

em opacidade significativamente maior. O autor sugere que, apesar da evolução das propriedades ópticas dos cimentos estudados em relação às versões anteriores, os materiais ainda precisam melhorar suas características, sendo necessário o cuidado de proteção inicial da superfície destes em relação à umidade para evitar a piora dos resultados.

Powers, Yeh e Miyagawa (1983) investigaram as propriedades ópticas de duas resinas compostas quimicamente ativadas, uma de macropartículas (Concise, 3M) em sete cores diversas (universal, yellow, dark yellow, light, gray, opaque, translucent) e outra de micropartículas (Silar, 3M) em quatro cores (yellow, dark yellow, light, gray, universal), em luz monocromática através da fórmula de Kubelka-Munk. Os corpos-de-prova (em número de três por material e cor) com dimensões de 36 mm de diâmetro e 1,2 mm de espessura foram obtidos após mistura dos componentes conforme instruções do fabricante e inserção em molde metálico, manutenção em água destilada por 24h e acabamento das faces obtido por contato com lâminas de vidro. As medições de refletância (especular e difusa) foram obtidas com espectrofotômetro de UV-visível com esfera de integração, porta de entrada de 25 mm de diâmetro, em intervalos de 5 nm na faixa entre 405 e 700 nanômetros em arranjo experimental de fundo claro / fundo escuro. As constantes ópticas de coeficiente de dispersão (S), absorção (K), refletividade (RI), índice de contraste ( $C_{0.70}$ ) e espessura infinita (XI) foram obtidas pela fórmula de Kubelka-Munk em função do comprimento de onda a cada 5 nm após conversão para coordenadas X,Y,Z (CIE 1931) com iluminante C. Somente a coordenadas de Y foram utilizadas para o cálculo. Os resultados demonstraram que os coeficientes de S variaram de acordo com a cor estudada em ambas as resinas e que este (S) foi sempre maior para a resina Concise (convencional). Os valores de K também variaram com a cor

sendo que os coeficientes (K) foram maiores para Silar DY e G foram maiores que Concise DY e G, enquanto os de Silar U, L e Y foram menores que Concise U,L e Y. Os valores de índice de contraste para Concise foram maiores que Silar nas cores correspondentes. Os valores de refletividade (RI) foram similares para Concise nas cores T, O e U. Os valores de espessura infinita (XI) para Silar foram maiores que os correspondentes de Concise, com exceção de G, que igual para ambos materiais. Os autores concluíram que não somente o material, mas também a cor destes foi importante para determinar suas propriedades ópticas.

Cook & McAree (1985) analisaram o espectro de reflexão difusa de cerâmicas e resinas compostas previstos pela teoria de Kubelka-Munk para materiais com comportamento de dispersão de luz levando em conta as variações que podem decorrer de reflexões internas e externas.. Adicionalmente, obtiveram as constantes ópticas de esmalte e dentina com a finalidade de comparar com os materiais restauradores estudados. Os corpos-de-prova de resina composta foram obtidos por inserção em molde com dimensão de 32x14x1 mm. Com a finalidade de verificar o efeito de camada dupla, foram confeccionados corpos-de-prova adicionais com combinação de cores. Os corpos-de-prova em cerâmica foram obtidos em espessuras entre 0,65 e 2,85 mm com efeito de dupla camada obtido por duas queimas da cerâmica. Amostras de esmalte foram obtidas a partir de cortes da face vestibular de incisivos centrais. As medidas de refletância ao longo do espectro foram obtidas por espectrofotômetro de UV-visível série 634, com esfera de integração e arranjo de fundo claro / fundo escuro com colimador de 2 mm de diâmetro. Nas medições de refletância de dentina e esmalte, foram tomados cuidados especiais para não desidratar a amostra. Os valores de refletância foram derivados para as constantes ópticas pela fórmula de Kubelka-Munk e as

coordenadas X, Y e Z (CIE 1931, iluminante C) em intervalos de 10 nm entre os comprimentos de onda de 380 e 770 nm. Os autores utilizaram um fator de correção para materiais opacos e com brilho anteriormente descrito. Concluíram que a fórmula de K-M pode ser utilizada para a análise de refletância espectral com diferentes fundos e espessuras e com predição acurada de valores. Entretanto, a considerável diferença nos espectros de refletância dos materiais em relação aos tecidos naturais pode ser um fator importante para a diferença de cor em situações que utilizem iluminantes diferentes dos utilizados nesta pesquisa.

Yearn (1985), com a finalidade de demonstrar os fatores que podem afetar a polimerização de resinas compostas fotoativadas, utilizou o teste de medida de profundidade de polimerização por raspagem da superfície oposta à ativada pelo fotopolimerizador comparado com outros métodos de teste de ativação da resina composta (dureza, conversão de monômero), como controle para as variáveis estudadas. As variáveis, molde utilizado para confecção do corpo-de-prova, contraste entre o índice de refração da carga e da matriz, tamanho da carga, intensidade de luz ativadora, comprimento de onda a luz ativadora e tempo de ativação foram testados pelos métodos descritos. O autor conclui, pelos resultados apresentados, que o teste de profundidade de polimerização por raspagem da resina composta não polimerizada pode ser um ensaio confiável para predizer a influência das variáveis estudadas no grau de conversão de resinas compostas fotoativadas.

Wozniak *et al.* (1985) comparam diversas marcas de resinas compostas quanto à concordância de suas cores declaradas. Onze resinas compostas tiveram suas medidas de diferença de cor CIELAB ( $\Delta E$ ) e parâmetro de translucidez tonalidades L, LG, LY, Y, U obtidos em corpos-de-prova de 3mm de espessura. Três corpos-de-prova por material em cada cor foram mensurados por meio de

espectrofotômetro de Refletância (em uma leitura por corpo-de-prova) com esfera de integração. Utilizaram intervalo de leitura de 10 nm, entre os comprimentos de onda de 380 a 770 nm, com iluminante CIE 1976 e observador 10°. O parâmetro de translucidez foi obtido por leituras em fundo claro/escuro e diferenças no parâmetro de Y das coordenadas XYZ. Encontraram  $\Delta E$  de 4,0 ou mais para todos os materiais em relação às cores de mesma designação (o que é considerado perceptível) e diferenças não significativas nos parâmetros de contraste (situados entre 0,8 e 0,9). Os autores sugerem que a reflexão especular seja responsável em algum grau pelas diferenças encontradas.

Campbell, Johnston e O'Brien (1986) determinaram o efeito da concentração de partículas de quartzo de diferentes tamanhos e formas na dispersão óptica e no brilho de uma resina composta, e determinaram a relação entre o brilho, a dispersão óptica e a rugosidade de superfície do material. Diferentes partículas de quartzo (formato de fibra ou esféricas), com as concentrações de 5, 10, 15 e 20% em peso, foram acrescentadas à resina. Os corpos-de-prova foram obtidos em matriz com 25,4 mm de diâmetro x 3,2 mm de espessura, seguido de polimento com lixa de carbetto de silício de granulação 600. O coeficiente de dispersão foi determinado no comprimento de onda de 550 nm para cada corpo-de-prova. A média aritmética da rugosidade foi determinada com velocidade de 0,5 mm/segundo. Um goniofotômetro foi empregado para determinar o brilho, sendo usado luz de tungstênio em ângulo de 30° com a superfície do corpo-de-prova. Os resultados mostraram que o brilho está relacionado com a rugosidade superficial e o coeficiente de dispersão; que a dispersão óptica pelas partículas de carga foi diretamente proporcional à concentração das mesmas no material; e que a eficiência da dispersão óptica para

as partículas de quartzo esféricas aumentou à medida que o tamanho das partículas diminuiu.

Strang *et al.* (1987) estudaram a porcentagem de passagem de luz através de cerâmicas indicadas para a confecção de facetas laminadas (Chamaleon e Mirage) em relação ao grau de conversão de resinas compostas fotoativadas indicadas para cimentação. Para tanto, utilizaram um dispositivo composto por uma fonte de luz (fotoativador com ponteira de cabo de fibra óptica) associado a célula fotosensitiva. O grau de conversão das resinas compostas foi mensurado através de técnica de transmissão acústica. Os corpos-de-prova de cerâmica com espessuras de 0,5; 1,0 e 1,5 mm e 7 mm de diâmetro, foram posicionados entre os dois dispositivos para medição da passagem de luz e as resinas compostas ativadas com e sem a presença destas lâminas de porcelana. Os resultados demonstraram que não ocorreram diferenças que a cor da porcelana (opaca ou translúcida) não afetou significativamente a quantidade de luz absorvida e não resultou em diferenças significativas no grau de conversão das resinas compostas, porém, o aumento na espessura das cerâmicas foi significativo.

Hunt (1989), em seu livro, discorre e explora o campo da medição de cor e os fatores envolvidos nesta ciência que envolve três aspectos básicos: fontes luminosas, os objetos / superfícies iluminados por estas e o observador. Assim, desenvolve tópicos como a visão das cores (e sua relação com a anatomia e fisiologia dos órgãos humanos da visão), atributos da percepção de cores (e seus conceitos e nomenclaturas), função de ajuste espectral (ou de eficiência da percepção de estímulos em determinado comprimento de onda pelo olho humano), relações entre os estímulos de cor (e componentes formadores) e a formação de

modelos de cor (espaços de cor) além da obtenção de valores de estímulos tricromáticos (coordenadas X, Y, Z).

Com a intenção de melhorar a transmissão de luz através de resinas fotoativadas, assim como verificar o grau de polimerização e as propriedades físicas resultantes, Hirabayashi e Hirasawa (1990) adicionaram monômeros experimentais à uma carga inorgânica constante em termos de composição, quantidade e distribuição (sílica coloidal silanizada, 33% em peso, 0,04  $\mu\text{m}$  em média). Foram utilizados monômeros com diferentes índices de refração: CHDMA; TCDDMA; BisMPHFP; BisMEPHFP diluídos nos monômeros TEGDMA e HMDMA para ajuste do índice de refração. Como controle foram utilizados os monômeros UDM, BisMEPP e BisGMA. Os índices e refração foram medidos em refractômetro ABBE para orgânicos e espectrofotômetro para sílica em suspensão (diluída). A passagem de luz aumentada, pela melhor equiparação de índices de refração dos componentes dos materiais, foi relacionada com a profundidade de polimerização como descrito pela norma ISO 4049. Propriedades mecânicas como dureza superficial, teste compressivo, teste flexural, teste de abrasão por escova de dentes e sorção de água também foram conduzidos. Os autores encontraram que, até um limite de aproximação de 0,02 dos índices de refração da matriz orgânica em relação à carga composta de sílica, as propriedades mecânicas dos grupos teste foi superior em relação aos grupos controle.

O'Keefe, Pease e Herrin (1991) avaliaram a influência dos fatores opacidade e espessura na Transmitância espectral de uma cerâmica comercial (Ceramco II, Ceramco Inc.). Neste sentido, utilizaram corpos-de-prova ( $n=5$ ) com as espessuras de 1, 0,75 e 0,5 mm; opacidades de 100%, 75% e 25% com misturas de componentes de acordo com as instruções do fabricante. As medições de



Transmitância foram realizadas por meio de um dispositivo constituído de uma luz halógena (GE 77, GE) com filtro para calor que iluminava uma superfície reflexiva difusa em ângulo de 45°. Esta, por sua vez, iluminava uma abertura de 6,3mm localizada também a 45° onde estava localizada a amostra a ser caracterizada por espectroradiômetro modelo Pritchard (Modelo N°1980B, Photo Research). Foram realizadas três medições em intervalos de 10 nm na faixa de 430 a 600 nm (faixa de fotoiniciadores). Os valores foram expressos em termos de percentual de radiância da relação entre luz incidente sem o corpo-de-prova e com o corpo-de-prova no campo de passagem de luz. Os valores nas faixas de 460, 470 e 480 nm foram utilizados para comparação estatística, sendo que os resultados estiveram entre 1,14% de Transmitância para 1 mm de espessura, 75% de opacidade em 460 nm, 3,19% de Transmitância para 0,5 mm de espessura e 25% de opacidade em 480 nm. Após análise estatística, os autores encontraram que, dos fatores comprimento de onda, opacidade e espessura, somente o último foi significativo para a variação dos resultados, sendo, portanto, mais importante a espessura da cerâmica.

Suzuki *et al.* (1991), com o objetivo de melhorar as características de transmissão de luz através de resinas compostas, propuseram o processo chamado sol-gel para a obtenção de partículas de carga inorgânica a partir da sílica associada a óxido de titânio. Esta partícula teria como vantagem o melhor ajuste entre os índices de refração da matriz orgânica e carga inorgânica, favorecendo a passagem de luz e fotoativação das resinas compostas que utilizassem este material, hipótese esta testada pelos autores. As resinas experimentais utilizaram concentrações variadas de TEGDMA e Bis-GMA, sendo as medidas de índice de refração e Transmitância dos componentes e das resinas obtidas por refractômetro de Abbe (PIKA Co., Japão) e espectrofotômetro UV-visível de fonte de luz dupla (UVIDEC-

6100, Japan Spectroscopic Co.), respectivamente. Os autores partiram do pressuposto de que os componentes orgânicos eram transparentes (possuíam 100% de Transmitância). Portanto, quando fosse atingido o pico de Transmitância, este indicaria a Transmitância do componente inorgânico destes materiais. Os resultados demonstraram que a adição de partículas não associadas de óxido de titânio diminuiu linearmente a Transmitância dos materiais. Além disto, verificaram que, quando a partícula associada ( $\text{TiO}_2 - \text{SiO}_2$ ) é ajustada em relação à quantidade de  $\text{TiO}_2$ , podem ser obtidos ajustes de índice de refração (em relação à matriz orgânica) que se expressam em melhora na Transmitância.

Soderholm, Achanta e Olsson (1993) estudaram a influencia que as diferenças nos índices de refração dos componentes da matriz orgânica podem exercer na profundidade de polimerização de resinas compostas fotoativadas. Para tanto, utilizaram resinas compostas experimentais, de formulação baseada em carga inorgânica de bário e sílica, associadas à matriz orgânica composta ou de Bis-GMA,/TEGDMA, ou de UDMA/TEGDMA. Estes materiais foram inseridos em matrizes metálicas de 4mm de largura por 6mm de profundidade, sendo ativados pela mesma unidade fotoativadora por 20 ou 40 segundos. Os corpos-de-prova eram então removidos da matriz metálica e a resina composta não polimerizada raspada com espátula plástica, sendo medido o restante da resina composta para fins de comparação. Os resultados demonstraram que o sistema de matriz orgânica Bis-GMA polimerizou com profundidade 50% maior, sendo esta significativamente diferente do sistema UDMA/TEGDMA. Os autores concluem, pelos resultados, que a diferença nos índices de refração dos sistemas de matriz orgânica e carga inorgânica tenham sido os responsáveis pela diferença na profundidade de polimerização em função do espalhamento de luz incidente, já que quando estes

sistemas eram polimerizados sem a presença de carga, a profundidade de polimerização não diferia.

Watts e Cash (1994) avaliaram o nível de penetração da luz visível obtida a partir de uma unidade fotopolimerizadora com luz na faixa entre 390 e 510 nm para amostras com espessuras entre 0,2 e 5 mm de dentina humana e materiais restauradores estéticos (cerâmica, resina composta e cimento de ionômero de vidro). Foi empregada a Transmitância total convertida para Absorbância, com análise de conformidade com a lei de Beer-Lambert. Para os materiais restauradores diretos, foram utilizadas matrizes metálicas em diferentes espessuras onde os materiais foram inseridos e prensados por meio de laminas de vidro. As amostras de dentina e cerâmica foram obtidas por meio de corte em máquina laboratorial. As leituras foram realizadas com incidência de luz do fotopolimerizador em limitador preto com 4mm de circunferência, com medições por meio de radiômetro de fotocélula do tipo foto-diodo (BPW21, RS Components). Foram realizadas 5 leituras nos modos Refletância / Transmitância e cálculo de Absorbância por meio de equação derivada da lei de Beer-Lambert. Encontraram que o índice de reflexão foi de 92% para a dentina, entre 60 e 76% para as resinas compostas, entre 49 e 92% para as cerâmicas e 29% para o cimento de ionômero de vidro. Os autores concluíram que deve ser feito ajuste no módulo de Absorbância da equação de Beer-Lambert para cada condição de teste, sugerindo que este módulo pode aumentar rapidamente para biomateriais com partículas de grandes dimensões e relação entre índices de refração abaixo do ideal. Adicionalmente, especulam que, pelos resultados obtidos, uma grande parte da Refletância observada para resinas compostas e cerâmicas seja em decorrência de reflexão especular.

Eliades, Johnston e Eliades (1995) avaliaram a Transmitância direta de bráquetes cerâmicos com a finalidade de quantificar o potencial de fotoativação de cimentos resinosos através destes dispositivos. Para tanto, utilizaram espectrofotômetro de UV-visível (Varian DMS 200 Double Beam Spectrophotometer, Varian) na faixa de comprimento de onda entre 320 e 700 nm. Adicionalmente, utilizaram sonda eletrônica de microanálise (JXA 733, Superprobe Microanalyzer, Jeol) para revelar as características estruturais e morfológicas dos bráquetes. Os bráquetes utilizados (todos de alumina) foram do tipo monocristalino (Starfire), policristalinos regulares (Ceramflex, Fascination R, Fascination E) e policristalinos irregulares (Transcend 2000, Signature, Allure IV). Foram analisados cinco corpo-de-prova para cada material, com três leituras e análise estatística referente ao comprimento de onda de 468 nm (pico de absorção do fotoativador). Os resultados demonstraram que, enquanto o bráquete monocristalino teve Transmitância direta (Td) entre 30% e 40%, os policristalinos obtiveram Td entre 2 e 7% próximo aos 700 nm. Os autores concluíram que a estrutura, fatores morfológicos e composição dos bráquetes testados afetam significativamente a Td nestes bráquetes.

Smith & Jenkins (1995), através de seu artigo, chamam a atenção para os fatores que podem afetar a precisão de medidas de fotometria, principalmente os equipamentos de menor custo e simplificados. Neste sentido, citam como fatores de alteração das medidas : a composição do elemento sensível à luz, alterações na reposta de sensibilidade espectral em função de desvio da função de eficiência luminosa  $V(\lambda)$ , arranjo experimental errôneo, regulação de equipamento pelo fabricante em um tipo de fonte luminosa que não a utilizada para as medições e fatores de correção que não correspondem ao encontrado experimentalmente. Os

autores afirmam que estas podem ser motivo para a pouca concordância entre a resposta espectral destes equipamentos e a função de eficiência luminosa  $V(\lambda)$ .

Paul *et al.* (1996) estudaram os comportamentos de absorção, dispersão e passagem de luz em materiais para cimentação de cerâmicas. Neste foram utilizadas 10 resinas compostas para cimentação e 1 cimento de ionômero de vidro, tendo os corpos-de-prova espessuras de 0,3, 0,5 e 0,9 mm, sendo mantidos por 3 dias em água destilada deionizada para hidratação antes das medições. As leituras de intensidade de passagem de luz através dos corpos-de-prova (duas por corpo-de-prova) foram realizadas com dispositivo composto por fonte de luz proveniente de lâmpada halógena condensada por lente de 40 mm focada em diâmetro de 3 mm do material testado, sendo coletada, após passagem pelo mesmo, por outra lente de 40 mm sendo a intensidade radiante medida por fotodiodo e fotômetro (Power Meter, Model 212). Neste modelo, os autores assumem que as condições seriam de incidência em ângulo normal de uma luz monocromática sobre a superfície, sendo os cálculos de transmissividade (luz incidente em relação à luz transmitida) feitos em equação que leva em consideração a espessura do material para cálculo da constante de passagem de luz por estes materiais. Os autores encontraram com este simples dispositivo de medição de transmissão de luz que menos de 1% da luz que incide sobre a superfície do material pode ser percebida na face oposta. Os autores sugerem que esta atenuação da intensidade de luz pela passagem através do material seja devido aos efeitos de absorção, dispersão ou reflexão.

Johnston e Reisbick (1997) mensuraram a diferença de cor e translucidez das resinas compostas Charisma (Heraeus-Kulzer), TPH (Caulk), APH (Caulk), Durafill (Heraeus-Kulzer), Helio Progress (Vivadent), XRV Herculite (Kerr), Tetric (Vivadent), Z100 (3M) e dos cimentos de ionômero de vidro Fuji LC (GC), Variglass

(Caulk) e Vitremer (3M) quando polimerizados e imersos em água. Foram confeccionados dois corpos-de-prova por material com 2mm de espessura e três cores correspondendo aos tons A1, A2, A3 da escala Vita, ou L, U ou DY. Para as medições de diferença de cor, foi usado o colorímetro Minolta Chroma Meter CR-200B, em angulação de 45°/45° para reflexão, e iluminante CIE D65. Para obtenção dos parâmetros de transparência, a mesma configuração foi utilizada com uso de medidas em fundo claro e fundo escuro. Os valores foram expressos em termos de diferença de cor em Unidades CIELAB ( $\Delta E$ ) pela fórmula CIELAB de diferença de cor. Adicionalmente, os autores utilizaram a fórmula derivada da teoria de refletância de Kubelka-Munk para predição das diferenças de cor caso os materiais fossem colocados sobre outro fundo, ou possuíssem outras espessuras. Concluíram que a fórmula baseada na teoria de refletância de Kubelka-Munk pode ser utilizada para prever a cor de uma camada de material posicionada sobre outro fundo que não o inicialmente utilizado para cálculo inicial dos parâmetros. Concluíram ainda que os fatores de cor/material e intervalo de tempo/imersão em água são importantes para a diferença de cor observada após polimerização, devendo-se levar em conta estes fatores, já que praticamente todos os materiais tiveram uma diferença de cor ( $\Delta E$ ) clinicamente perceptível.

Arikawa *et al.* (1998) pesquisaram as características de transmissão de luz através de duas resinas compostas fotoativadas de diversas espessuras e em cores variadas, e compararam a Transmitância total com os resultados de medição de cor destes materiais. A resina composta microparticulada Silux Plus (3M), nas cores U/G/DG/Y/DY e YB, e a resina composta microhíbrida Lite-Fil IIA (Shofu), nas cores A3/A3.5/B3/B4/ e C3, foram inseridas em moldes de teflon com 0,7/1,2/2,2 e 3,2 mm de altura com 12mm de diâmetro e então cobertas com lâminas de vidro para a

fotoativação. As medições de Transmitância total foram obtidas por meio de fonte de luz monocromática transmitida por fibra óptica incidente sobre a amostra em colimador com monocromatógrafo e célula foto condutiva, para medições de intensidade e distribuição do espectro em comprimentos de onda entre 400 e 700 nm. Os valores obtidos pelo monocromatógrafo foram convertidos para o sistema CIELAB ( $L^*a^*b^*$ ) para medições de cor. Os autores encontraram diferenças significativas em Transmitância total que foram dependentes do comprimento de onda (maior comprimento de onda maior Transmitância) e da cor do material. Encontraram também correlação positiva entre a proporção de mudança na Transmitância dos materiais estudados e as mudanças de cor. Os autores concluíram que as características de Transmitância da luz destes materiais, incluindo a dependência do comprimento de onda, possuem um papel importante para a composição de cor de uma resina composta.

Taira, Okazaki e Takahashi (1999) estudaram as propriedades ópticas de duas resinas compostas fotoativadas (Silux Plus e Z100) nos estados pré e pós fotoativação, além de suas profundidades de polimerização. As amostras de resina composta (cor A3 e Universal) pré-ativadas foram obtidas por inserção das respectivas resinas compostas em moldes de quartzo com dimensões internas de 9x9x1 mm. Os autores consideraram este molde de quartzo como transparente. As amostras de resina composta pós ativação foram obtidas em molde de teflon com dimensões de 10x10x1 mm, fotoativadas em duas direções por 40 segundos. Um espectrofotômetro de dupla fonte luminosa (UV-visível) , com esfera de integração acoplada, foi utilizado para obtenção dos dados de distribuição espectral da refletância. A faixa utilizada esteve entre 350 e 700 nm, com intervalo de 2 nm, em arranjo de refletância sobre fundo claro / fundo escuro. Os dados foram convertidos

para a fórmula de Kubelka-Munk (com correções de fator de refletância para material com brilho e sem brilho) em oito pontos da faixa efetivamente obtida: 350, 450, 500, 550, 600, 650 e 700 nm. Para as medidas de Transmitância, o mesmo equipamento foi utilizado com três leituras por corpo-de-prova. As medidas de profundidade de polimerização foram obtidas pelo teste de raspagem do remanescente não polimerizado na face oposta. Encontraram que as duas constantes ópticas obtidas pela Fórmula Kubelka-Munk diferiram para os dois compósitos quando testados pré e pós ativação, especialmente nos comprimentos de onda menores. Os autores concluem que os valores teóricos para transmissão de luz (em 1 mm de espessura dos compósitos) possuem uma relação apenas discreta quando comparados com os experimentais, porém, as medidas de profundidade de polimerização tiveram boa correlação com os valores teóricos previstos para a faixa entre 400 e 500 nm.

A *International Organization for Standardization* (2000), em sua norma nº 7491, orienta os procedimentos para a determinação de estabilidade de cor de materiais odontológicos após exposição destes à luz e água. Nesta, é usado um aparato constituído de uma lâmpada de Xenônio com temperatura de cor entre 5.000° e 1.000° K e iluminância de 150000 lux. Acop lado à lâmpada, é indicado um filtro ultravioleta com Transmitância de menos de 1%, abaixo de 300 nm, e maior que 90%, acima dos 370 nm. Os corpos-de-prova devem estar imersos em banho de água (de acordo com norma 3696), com temperatura de 37+/- 5 °C. Neste banho, e exposto à referida fonte luminosa, o corpo-de-prova com 50 mm de diâmetro deve ficar com metade de sua superfície exposta à luz e outra metade coberta por lâmina de alumínio durante um período de 24+/-1 hora. Os corpos-de-prova devem então ser colocados sobre fundo padronizado com Refletância de aproximadamente 90%. Após isto, três observadores com visão normal



devem examinar possíveis diferenças de cor, sob luz natural ou lâmpada Xenônio CIE D65, com os resultados sendo computados individualmente e possíveis desacordos resolvidos pela observação predominante.

Arikawa *et al.* (2000) desenvolveram um filtro constituído de resina composta para que simulasse o comportamento de passagem de luz para um método de avaliação de estabilidade de cor de resinas compostas fotoativadas. Para tanto, estabeleceram a porcentagem de Transmitância total e distribuição espectral de lâminas de esmalte humano com espessura entre 0,53 e 0,83 mm, obtidas a partir de doze dentes anteriores. As medidas foram realizadas com dispositivo de transmissão de luz monocromática transmitida por fibra óptica e medida por célula medidora de intensidade luz após passagem por orifício limitador com 0,4 mm de diâmetro. Para expressão do espectro do esmalte entre 400 e 600 nm, foram utilizadas medidas obtidas em intervalos de 10 nm em formato de coeficiente de passagem de luz (% de Transmitância) obtido a partir da fórmula  $I/I_0 = t_c^x$ , onde  $I$  representa a intensidade transmitida,  $I_0$  a intensidade incidente e  $x$  a espessura do corpo-de-prova. As medidas obtidas para as diferentes formulações de resina composta simulando esmalte foram obtidas a partir de três corpos-de-prova com três leituras. Encontraram que o coeficiente de passagem de luz do esmalte aumentou com o aumento do comprimento de onda, com valores de em média 0,184 em 400 nm e 0,48 em 600 nm (valores entre 0 e 1), comportamento este altamente correlacionado com o obtido para o filtro experimental desenvolvidos pelos autores.

Pedrosa (2002) desenvolve em seu livro, *Da Cor à Cor Inexistente*, a relação dos aspectos físicos da cor, sua percepção pelo olho humano e componentes psicológicos que contribuem para a formação do conceito de cor. Além disto,

relaciona estes fatores com o seu uso além das artes plásticas em geral, seus significados místicos / simbólicos e elementos de harmonia. Desenvolve também uma nova conceituação de percepção de cores antes chamadas de "fisiológicas" por Goethe, e de cores de contraste pela Comissão Internacional de Iluminação. Nesta, o autor demonstra a possibilidade de controlar tecnicamente o fenômeno de formação de uma cor complementar formada pelos entrechoques de tonalidades de uma cor levadas ao paroxismo por ação de contrastes.

Sabbagh *et al.* (2004) realizaram estudo em que foi quantificado o percentual de carga inorgânica por peso, dimensões e formato de partículas de 39 resinas compostas. Estas foram distribuídas nas categorias microhíbrida, microparticulada, *flow* ou condensável. As análises foram conduzidas por técnica termogravimétrica (quantidade de carga) e análise em microscopia eletrônica de varredura. Os resultados foram comparados com os divulgados pelos fabricantes e demonstraram uma variação na quantidade de carga inorgânica entre 45,8 e 66,5% para as resinas *flow*, entre 65,5 e 79,8% para as resinas condensáveis, 41,7 e 59,8% para as microparticuladas e entre 69,7 e 85,2% para as microhíbridas. Pela análise de MEV os formatos encontrados foram do tipo irregular, arredondado ou esférico, não havendo relação entre a categoria da resina composta e a morfologia de suas partículas de carga. Os resultados de quantidade de carga inorgânica diferiram dos divulgados pelos fabricantes, sendo isto indicado como consequência dos métodos utilizados para medição e suas variações intrínsecas.

Zantner *et al* (2004) conduziram estudo com a finalidade de determinar a influência do tamanho de partícula, composição e formato da partícula de carga na resistência ao desgaste de 19 resinas compostas fotoativadas comercialmente disponíveis. Neste sentido, corpos-de-prova com as dimensões de 7,5 mm de

diâmetro e 2 mm de espessura foram criados em um molde de alumínio através de inserção e fotoativação. Após armazenagem por 24 horas a 37°C, e então submetidos a 50.000 ciclos de desgaste com antagonista representado por dente acrílico de estoque. Os resultados demonstraram que as resinas compostas microparticuladas obtiveram o menor desgaste superficial, enquanto os compômeros apresentaram os maiores valores de desgaste superficial. Os compósitos do tipo microhíbrido demonstraram valores intermediários. Estes resultados levaram os autores a concluir que o formato e tamanho das partículas de carga possuem influência significativa no desgaste superficial de resinas compostas.

## 5 METODOLOGIA

### 5.1 MATERIAIS

Os materiais empregados nessa pesquisa, assim como fabricante, cor, classificação das resinas compostas e número de série estão listados no Quadro 1. As resinas compostas da cor A3 da escala Vita, ou similar, foram consideradas como cor Dentina. Já as resinas compostas do tipo incisal, esmalte ou translúcido foram consideradas como cor Translúcido. As informações sobre as partículas de carga e a matriz orgânica foram obtidas junto aos fabricantes ou, quando não disponíveis, por meio da literatura (Quadros 2 e 3). Os nomes das resinas compostas utilizadas neste trabalho foram simplificados ao longo do texto. Assim, a resina composta Charisma F passou a ser chamada somente Charisma; Inten-S, somente Intens; Solitaire II, somente Solitaire; Tetric Ceram, somente Tetric (Quadros 2 e 3).

RESINA	FABRICANTE	COR	CLASSIFICAÇÃO	Nº SÉRIE
CHARISMA F	Heraeus Kulzer	A3	Microhíbrida*	023
CHARISMA F	Heraeus Kulzer	OPACO A3	Microhíbrida*	033
CHARISMA F	Heraeus Kulzer	TRANSLÚCIDO	Microhíbrida*	030
ESTHET-X	Dentsply De Trey	A3	Nanoparticulada*	01111000983
ESTHET-X	Dentsply De Trey	YE	Nanoparticulada*	0111000078
INTEN-S	Ivoclar Vivadent	A3	Microhíbrida*	d5865
INTEN-S	Ivoclar Vivadent	INCISAL	Microhíbrida*	e53352
SOLITAIRE II	Heraeus Kulzer	A3	Microhíbrida Condensável*	050499
SOLITAIRE II	Heraeus Kulzer	TRANSLÚCIDO	Microhíbrida Condensável*	010224
SUPREME	3M Espe	A3B	Nanoparticulada*	030998
SUPREME	3M Espe	YT	Nanoparticulada*	199602
TETRIC Ceram	Ivoclar Vivadent	A3	Microhíbrida*	900513
TETRIC Ceram	Ivoclar Vivadent	TRANSLÚCIDO	Microhíbrida*	901232

\* Informação do fabricante

Quadro 1: Resinas compostas e cores utilizadas na pesquisa

RESINA	COR	% carga por peso	Tamanho	Composição
CHARISMA	Dentina	75%*	0,02- 2 $\mu$ m (0,7) <sup>#</sup>	AlF, Ba, SiO <sub>2</sub> <sup>#</sup>
CHARISMA	Translúcido	75%*	0,02- 2 $\mu$ m (0,7) <sup>#</sup>	AlF, Ba, SiO <sub>2</sub> <sup>#</sup>
CHARISMA	Opaco	75%*	0,02- 2 $\mu$ m (0,7) <sup>#</sup>	AlF, Ba, SiO <sub>2</sub> <sup>#</sup>
ESTHET-X	Dentina	77%*	10 nm – 0,8 $\mu$ m <sup>#</sup>	SiO <sub>2</sub> , Ba-Al-F-Si <sup>#</sup>
ESTHET-X	Translúcido	77%*	10 nm – 0,8 $\mu$ m <sup>#</sup>	SiO <sub>2</sub> , Ba-Al-F-Si <sup>#</sup>
INTENS	Dentina	82,2%*	0,24 – 1,0 $\mu$ m <sup>#</sup>	Ba, YbF <sub>3</sub> <sup>#</sup>
INTENS	Translúcido	82,2%*	0,24 – 1,0 $\mu$ m <sup>#</sup>	Ba, YbF <sub>3</sub> <sup>#</sup>
SOLITAIRE	Dentina	75%*	0,7 – 25 $\mu$ m <sup>#</sup>	SiO <sub>2</sub> , Ba, Al, B-Si <sup>#</sup>
SOLITAIRE	Translúcido	75%*	0,7 – 25 $\mu$ m <sup>#</sup>	SiO <sub>2</sub> , Ba, Al, B-Si <sup>#</sup>
SUPREME	Dentina	78,5%*	5 nm – 20 nm*	SiO <sub>2</sub> , Zr-SiO <sub>2</sub> <sup>*</sup>
SUPREME	Translúcido	72,5%*	75 nm*	SiO <sub>2</sub> <sup>*</sup>
TETRIC	Dentina	78,6%*	0,04 – 3 $\mu$ m (0,7) <sup>#</sup>	SiO <sub>2</sub> , Ba-Al-F, YbF <sub>3</sub> <sup>#</sup>
TETRIC	Translúcido	78,6%*	0,04 – 3 $\mu$ m (0,7) <sup>#</sup>	SiO <sub>2</sub> , Ba-Al-F, YbF <sub>3</sub> <sup>#</sup>

\*Informação do fabricante; <sup>#</sup> Sabbagh *et al.* (2004)

Quadro 2: Informações de composição, quantidade e tamanho das partículas de carga dos materiais utilizados na pesquisa

RESINA	COR	COMPOSIÇÃO
CHARISMA	Dentina	Bis-GMA , TEGDMA <sup>#</sup>
CHARISMA	Translúcido	Bis-GMA , TEGDMA <sup>#</sup>
CHARISMA	Opaco	Bis-GMA , TEGDMA <sup>#</sup>
ESTHET-X	Dentina	ND
ESTHET-X	Translúcido	ND
INTENS	Dentina	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA *
INTENS	Translúcido	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA *
SOLITAIRE	Dentina	Polimatriz *
SOLITAIRE	Translúcido	Polimatriz *
SUPREME	Dentina	Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA, TEGDMA *
SUPREME	Translúcido	Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA, TEGDMA *
TETRIC	Dentina	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA *
TETRIC	Translúcido	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA *

\*Informação do fabricante; <sup>#</sup> Zantner *et al.* (2004). ND Não Disponível

Quadro 3: Informações de composição da matriz orgânica dos materiais utilizados na pesquisa

## 5.2 MÉTODO

Para a confecção dos corpos-de-prova foi empregada uma matriz metálica com dimensões internas de 12 mm X 12 mm de e altura de 1,0 mm.

A matriz metálica foi posicionada sobre uma placa de vidro, sendo colocado no interior da matriz um primeiro incremento de resina composta de aproximadamente 0,5 mm de espessura (POWERS; YEH; MIYAGAWA, 1983). Este incremento foi fotoativado em seus quatro ângulos e no centro por 10 segundos de cada vez, totalizando 50 segundos com o equipamento XL 1500 (3M). A intensidade de luz foi monitorada com o radiômetro Demetron 100, na faixa mínima de 400 mW/cm<sup>2</sup>.

Em seguida, uma camada adicional de resina composta foi posicionada sobre a primeira previamente fotoativada, e uma segunda placa de vidro foi posicionada

sobre a matriz, seguida de compressão para escoamento dos excessos de resina composta nas áreas de escape. Após a fotoativação por 40 segundos, nos mesmos pontos anteriormente descritos, a placa de vidro superior foi removida, sendo o corpo-de-prova removido da matriz (ARIKAWA *et al.*, 1998). A partir deste procedimento, com intuito de evitar contaminação do corpo-de-prova, os mesmos foram manipulados com o emprego de luvas de borracha.

A espessura do corpo-de-prova foi aferido com paquímetro digital Mitutoyo com precisão de 0,01 mm (Digimatic Calipter, Mitutoyo Sul Americana Ltda., Suzano, São Paulo, Brasil) em quatro eixos centrais. A diferença máxima aceita foi padronizada em  $\pm 0,05$  mm.

Os corpos-de-prova foram armazenados a seco em recipiente a prova de luz (ISO,2000), sendo confeccionados três corpos-de-prova para cada cor correspondente a cada resina composta (JOHNSTON; REISBICK, 1997; MIYAGAWA; POWERS; O'BRIEN, 1981; WOZNIAK *et al.*, 1985; YEH; MIYAGAWA; POWERS, 1982).

Os corpos-de-prova foram posicionados individualmente em um dispositivo de teflon preto (Figura 1). Este dispositivo apresentava 42 mm de altura, 11,40 mm de profundidade, 12 mm de largura, tendo um orifício de 10 mm de diâmetro localizado a 9,3 mm da base. Na face lateral ao orifício existia um entalhe com 1,15 mm de espessura no qual o corpo-de-prova era encaixado.



Figura 1: a) Vista anterior do dispositivo de Teflon; b) Vista lateral do dispositivo de Teflon com o corpo-de-prova sendo posicionado no dispositivo através do entalhe

Uma vez posicionado o corpo-de-prova no dispositivo de Teflon, o conjunto foi levado ao espectrofotômetro HP 8453 (Hewlett-Packard) de UV-visível e arranjo de diodo (Figura 2), para ensaio de Transmitância direta em comprimento de onda entre 400 e 700 nanômetros, faixa em que se enquadra a luz visível (YEH; POWERS; MIYAGAWA, 1982). O dispositivo de Teflon teve a função de posicionar o corpo-de-prova na célula que originalmente utiliza cubeta para soluções, assim como manter o corpo-de-prova no caminho óptico da luz incidente com janela limitadora de 10 mm de diâmetro (Figuras 3 e 4).



Figura 2: Espectrofotômetro HP 8453 de UV-visível



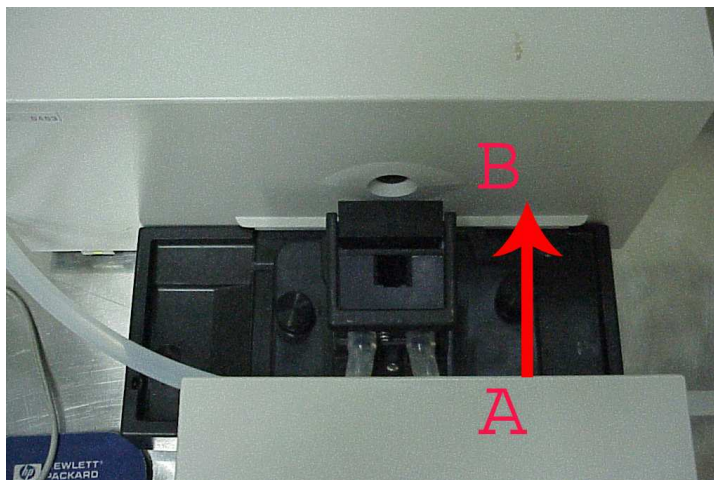


Figura 3: Célula posicionadora originalmente indicada para cubeta de soluções e caminho óptico da luz incidente (de A para B)



Figura 4: Corpo-de-prova inserido no dispositivo de Teflon e sendo colocado na célula posicionadora do espectrofotômetro

Para cada corpo-de-prova foram realizadas três leituras consecutivas (ARIKAWA *et al.*, 2000; ELIADES; JOHNSTON; ELIADES, 1995; MIYAGAWA; POWERS; O'BRIEN, 1981), em tempo não superior a 5 segundos, com ângulo de incidência e leitura em  $0^{\circ}$  em relação à normal ( O'KEEFE; PEASE; HERRIN, 1991) e intervalo de 1 nm. As condições de uso do equipamento incluem um tempo

de aquecimento do filamento não inferior a 5 minutos, temperatura de  $22 \pm 2^\circ\text{C}$  e umidade relativa em faixa de  $50 \pm 5\%$ .

Os valores numéricos (percentuais) da Transmitância direta do material na faixa de 400 a 700 nm foram inicialmente armazenados em forma de arquivo no *software* do equipamento – HP ChemStation / HP89552K – (Figura 5), sendo posteriormente transferidos para o programa Microsoft Excell. Os valores de Transmitância direta foram transferidos para planilhas do respectivo programa em intervalos de 20 nm para análise quantitativa dos espectros resultantes (ARIKAWA *et al.*, 2000; COOK; McAREE, 1985; OPTICAL SOCIETY OF AMERICA, 1953; SMITH; JENKINS, 1995).

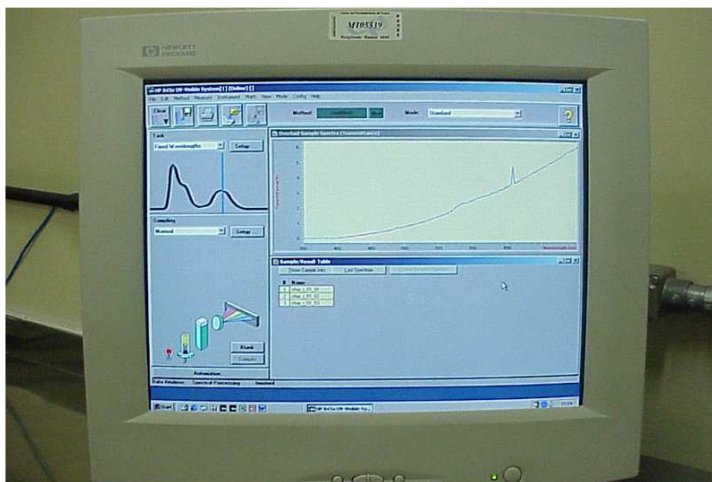


Figura 5: Tela do computador com programa HP ChemStation / HP89552K de controle do espectrofotômetro HP 8453 regulado para o modo Transmitância

A análise quantitativa dos resultados foi conduzida fazendo-se a média dos valores percentuais com intervalos de 20 nm na faixa entre 400 e 700 nm. O percentual obtido desta forma foi considerado como o percentual de T (Transmitância) direta para o espectro estudado, para cada corpo-de-prova, em cada leitura. Adicionalmente foram determinados três pontos arbitrários nos espectros obtidos, nos comprimentos de 400, 560 e 700 nm. Estes foram escolhidos por

representarem os pontos extremos e intermediário para análise quantitativa das variações encontradas (ELIADES; JOHNSTON; ELIADES, 1995; O'KEEFE; PEASE; HERRIN, 1991).

Os gráficos dos espectros para a análise de distribuição espectral foram obtidos por meio de média entre os valores percentuais de Transmitância direta dos corpos-de-prova, nos intervalos de 20 nm, para cada material estudado.

### 5.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram submetidos ao tratamento estatístico empregando como variáveis independentes cor e resina composta e variáveis dependentes, a média da porcentagem de Transmitância direta para todo o espectro (%T) e médias das porcentagens de Transmitância direta nas faixas de 400, 560 e 700 nm.

A análise estatística deste trabalho foi realizada através de tabelas, gráficos e estatísticas descritivas (média e desvio-padrão).

Para a comparação entre as cores foi utilizado o teste de comparações de médias t-Student. Este teste é o método mais utilizado para se avaliar as diferenças entre as médias de dois grupos. Para a resina Charisma a comparação das cores foi realizada com o teste Análise de Variância (ANOVA), pois esta resina foi analisada em três cores distintas.

Com o objetivo de comparar os grupos entre si, foram realizados os testes estatísticos Análise de Variância (ANOVA) e o teste de comparações múltiplas de Tukey. Este teste aplica-se em situações nas quais o pesquisador deseja comparar

mais que dois grupos experimentais com relação a uma variável quantitativa. O procedimento de Tukey é um complemento a ANOVA e visa identificar quais as médias que, tomadas duas a duas, diferem significativamente entre si.

Para a comparação entre os pontos dentro do espectro, por serem dados pareados, foi utilizado o teste não-paramétrico de Friedman. Este teste permite a comparação de dados resultantes de uma mesma amostra (dependentes) em momentos distintos (400mm, 560mm e 700mm).

Para o processamento e análise destes dados foi utilizado o software estatístico SPSS versão 10.0.

## 6 RESULTADOS

As Tabelas e os Gráficos de 1 a 6 correspondem a análise da porcentagem de Transmitância direta das resinas compostas em relação às cores empregadas.

Tabela 1: Comparação entre as cores: Resina composta CHARISMA

<i>Cor</i>	<i>n</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio-padrão</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>p</i>
<b><u>% T</u></b>						
Dentina	9	3,706 <sup>A</sup>	0,366	3,220	4,008	0,01
Translúcido	9	1,972 <sup>B</sup>	0,110	1,823	2,076	
Opaco	9	0,526 <sup>C</sup>	0,012	0,513	0,538	
<b><u>400 nm</u></b>						
Dentina	9	0,075 <sup>A</sup>	0,017	0,052	0,093	0,01
Translúcido	9	0,021 <sup>B</sup>	0,005	0,015	0,029	
Opaco	9	0,013 <sup>B</sup>	0,006	0,010	0,024	
<b><u>560 nm</u></b>						
Dentina	9	3,592 <sup>A</sup>	0,361	3,104	3,854	0,01
Translúcido	9	1,747 <sup>B</sup>	0,110	1,604	1,859	
Opaco	9	0,431 <sup>C</sup>	0,011	0,415	0,445	
<b><u>700 nm</u></b>						
Dentina	9	8,709 <sup>A</sup>	0,782	7,656	9,353	0,01
Translúcido	9	4,982 <sup>B</sup>	0,228	4,684	5,188	
Opaco	9	1,442 <sup>C</sup>	0,041	1,397	1,480	

\* dentro da mesma faixa de comprimento de onda, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si.

Através dos resultados da Análise de Variância verifica-se que existe diferença significativa entre as cores em todas as comparações acima realizadas para a resina composta Charisma. Para as comparações de porcentagem de

Transmitância direta para todo o espectro (%T), em 560 nm e 700 nm, observa-se que todas as cores diferiram estatisticamente entre si, sendo que a cor Dentina apresentou a maior média de porcentagem de Transmitância direta, seguida pela cor Translúcido, tendo a cor Opaco a menor média. Já para a comparação em 400 nm, a cor Dentina também apresentou a maior média, sendo estatisticamente superior às cores Translúcido e Opaco, as quais não diferiram estatisticamente entre si ( $p=0,01$ ).

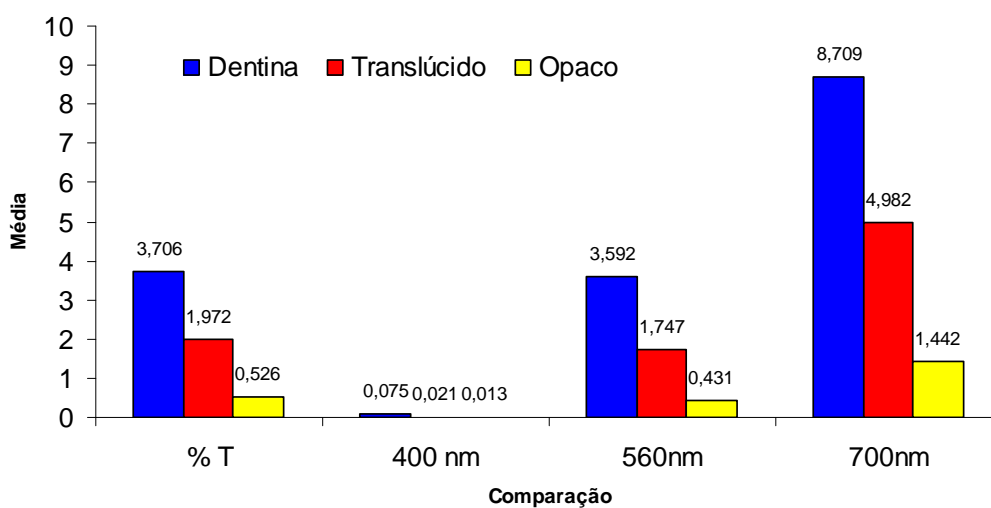


Gráfico 1: Médias de porcentagem de T direta para o espectro (%T) e nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nanômetros para as cores Dentina, Translúcido e Opaco da resina composta Charisma

Tabela 2: Comparação entre as cores: Resina composta ESTHET-X

<i>Cor</i>	<i>n</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio-padrão</i>	<i>p</i>
<b>% T</b>				
Dentina	9	0,449	0,045	0,01
Translúcido	9	1,556	0,177	
<b>400 nm</b>				
Dentina	9	0,014	0,006	0,06
Translúcido	9	0,010	0,001	
<b>560 nm</b>				
Dentina	9	0,169	0,024	0,01
Translúcido	9	0,721	0,096	
<b>700 nm</b>				
Dentina	9	1,892	0,180	0,01
Translúcido	9	5,969	0,614	

Através do teste de comparações de médias t-Student verifica-se que existe diferença significativa entre as médias obtidas para a cor Dentina e Translúcido para as comparações %T, 560 nm e 700 nm com a resina composta Esthet-X, sendo a média superior para a cor Translúcido. Já em 400 nm, não houve diferença significativa entre as cores Dentina e Translúcido ( $p=0,01$ ).

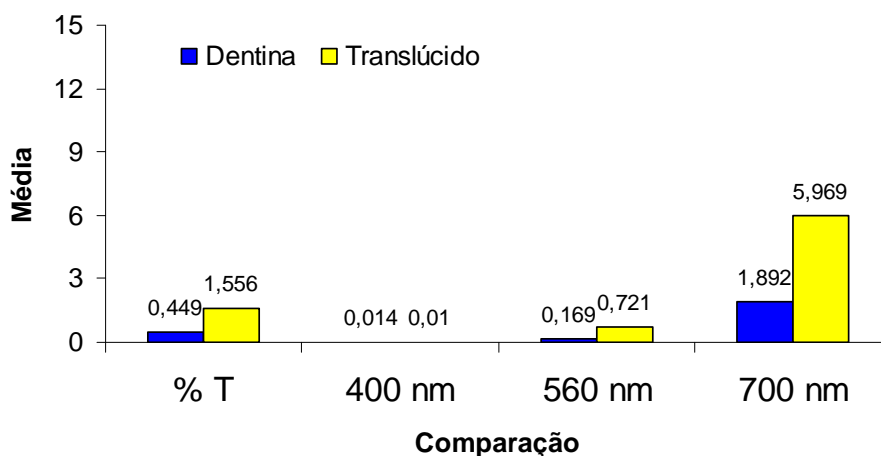


Gráfico 2: Médias de porcentagem de Td para o espectro (%T) e nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nanômetros para as cores Dentina e Translúcido da resina composta Esthet-X

Tabela 3: Comparação entre as cores: Resina composta INTENS

<i>Cor</i>	<i>n</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio-padrão</i>	<i>p</i>
<b>% T</b>				
Dentina	9	0,085	0,017	0,01
Translúcido	9	0,276	0,022	
<b>400 nm</b>				
Dentina	9	0,012	0,005	0,24
Translúcido	9	0,014	0,004	
<b>560 nm</b>				
Dentina	9	0,042	0,010	0,01
Translúcido	9	0,159	0,012	
<b>700 nm</b>				
Dentina	9	0,272	0,019	0,01
Translúcido	9	0,868	0,039	

Através do teste de comparações de médias t-Student verifica-se que existe diferença significativa entre as médias obtidas para as cores Dentina e Translúcido para as comparações %T, 560 nm e 700 nm com a resina composta Intens, sendo a média superior para a cor Translúcido. Já em 400 nm, não houve diferença significativa entre as cores Dentina e Translúcido ( $p=0,01$ ).

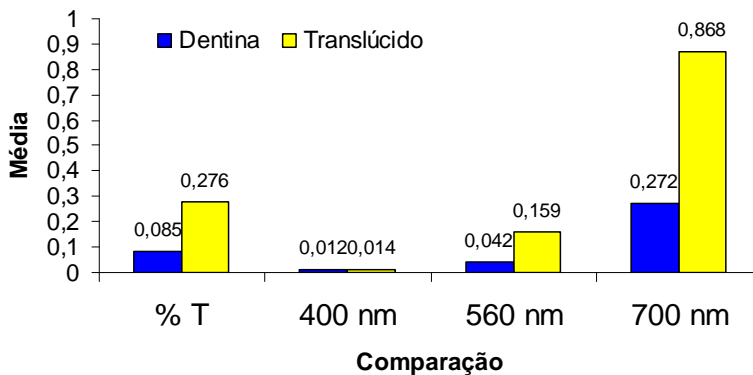


Gráfico 3: Médias de percentagem de Td para o espectro (%T) e nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nanômetros para as cores Dentina e Translúcido da resina composta Intens



Tabela 4: Comparação entre as cores: Resina composta SOLITAIRE

<i>Cor</i>	<i>n</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio-padrão</i>	<i>p</i>
<b>% T</b>				
Dentina	9	0,021	0,003	0,01
Translúcido	9	0,035	0,013	
<b>400 nm</b>				
Dentina	9	0,011	0,001	0,06
Translúcido	9	0,010	0,000	
<b>560 nm</b>				
Dentina	9	0,022	0,006	0,07
Translúcido	9	0,030	0,011	
<b>700 nm</b>				
Dentina	9	0,022	0,013	0,11
Translúcido	9	0,031	0,009	

Através do teste de comparações de médias t-Student verifica-se que existe diferença significativa entre as médias obtidas para as cores Dentina e Translúcido para a comparação %T com a resina composta Solitaire, sendo os valores superiores para a cor Translúcido ( $p=0,01$ ). Não houve diferença estatisticamente significativa entre as cores Dentina e Translúcido nos comprimentos de onda de 400 nm, 560 nm e 700 nm.

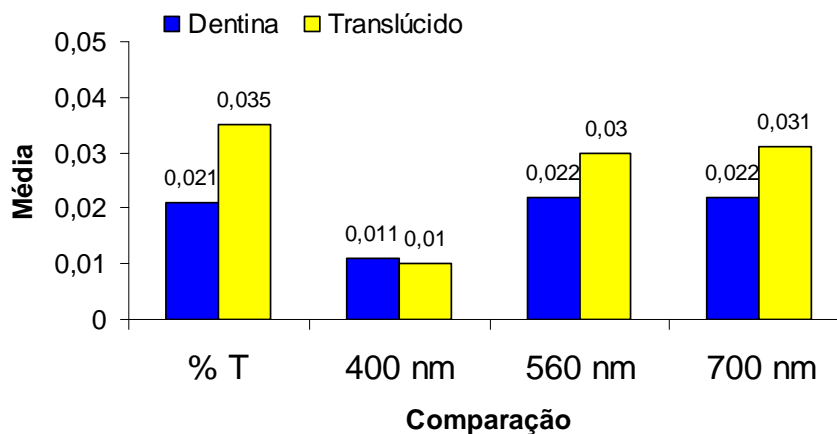


Gráfico 4: Médias de porcentagem de Td para o espectro (%T) e nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nanômetros para as cores Dentina e Translúcido da resina composta Solitaire

Tabela 5: Comparação entre as cores: Resina composta SUPREME

<i>Cor</i>	<i>n</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio-padrão</i>	<i>p</i>
<b><u>% T</u></b>				
Dentina	9	0,335	0,038	0,63
Translúcido	9	0,324	0,050	
<b><u>400 nm</u></b>				
Dentina	9	0,024	0,011	0,01
Translúcido	9	0,010	0,001	
<b><u>560 nm</u></b>				
Dentina	9	0,213	0,022	0,01
Translúcido	9	0,137	0,022	
<b><u>700 nm</u></b>				
Dentina	9	1,052	0,130	0,01
Translúcido	9	1,341	0,203	

Através do teste de comparações de médias t-Student verifica-se que existe diferença significativa entre as médias obtidas para as cores Dentina e Translúcido nos comprimentos de onda de 400 nm, 560 nm e 700 nm para a resina composta Supreme. Para as comparações em 400 nm e 560 nm as médias de porcentagem de Transmitância direta foram superiores na cor Dentina, e para a comparação em 700 nm a média foi superior na cor Translúcido ( $p=0,01$ ). Não houve diferença estatística entre as cores Dentina e Translúcido para a comparação %T.

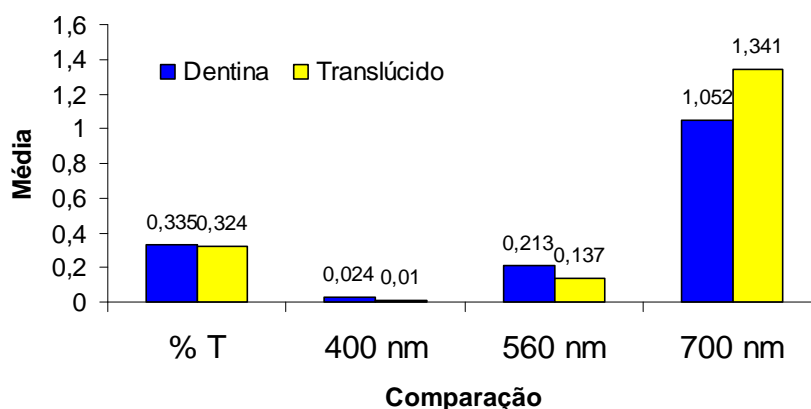


Gráfico 5: Médias de porcentagem de Td para o espectro (%T) e nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nanômetros para as cores Dentina e Translúcido da resina composta Supreme

Tabela 6: Comparação entre as cores: Resina composta TETRIC

Cor	n	Média	Desvio-padrão	p
<b><u>% T</u></b>				
Dentina	9	0,071	0,001	0,01
Translúcido	9	0,079	0,006	
<b><u>400 nm</u></b>				
Dentina	9	0,010	0,000	0,14
Translúcido	9	0,011	0,001	
<b><u>560 nm</u></b>				
Dentina	9	0,052	0,004	0,01
Translúcido	9	0,062	0,004	
<b><u>700 nm</u></b>				
Dentina	9	0,178	0,001	0,95
Translúcido	9	0,178	0,023	

Através do teste de comparações de médias t-Student verifica-se que existe diferença significativa entre as médias de porcentagem de Transmitância direta obtidas para as cores Dentina e Translúcido nas comparações %T e 560 nm com a resina composta Tetric, sendo a média superior para a cor Translúcido ( $p= 0,01$ ). Não houve diferença estatística entre as cores Dentina e Translúcido nos comprimentos de onda de 400 nm e 700 nm.

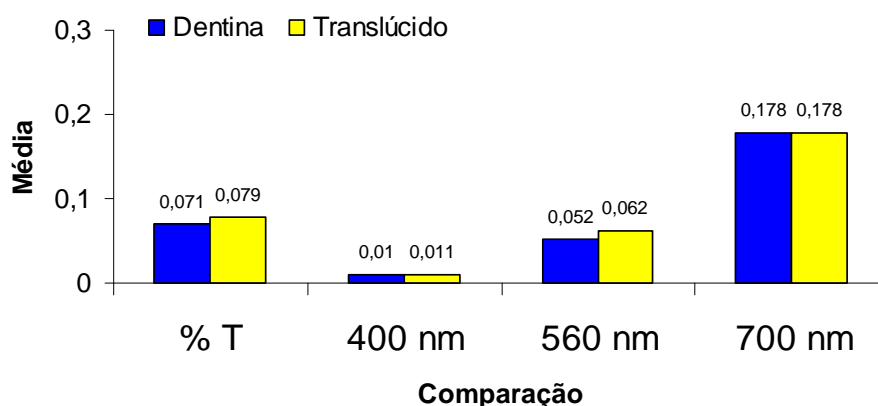


Gráfico 6: Médias de porcentagem de Td para o espectro (%T) e nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nanômetros para as cores Dentina e Translúcido da resina composta Tetric

As Tabelas 7 e 8 correspondem à análise da porcentagem de Transmitância direta das resinas compostas nas cores Dentina e Translúcido, respectivamente.

Tabela 7: Comparação entre as resinas compostas: Cor Dentina

Resina	n	Média	Desvio-padrão	P
<b>% T</b>				
CHARISMA	9	3,706 <sup>A</sup>	0,366	0,01
ESTHET-X	9	0,449 <sup>B</sup>	0,045	
INTENS	9	0,085 <sup>C</sup>	0,017	
SOLITAIRE	9	0,021 <sup>C</sup>	0,003	
SUPREME	9	0,335 <sup>B</sup>	0,038	
TETRIC	9	0,071 <sup>C</sup>	0,001	
<b>400 nm</b>				
CHARISMA	9	0,075 <sup>A</sup>	0,017	0,01
ESTHET-X	9	0,014 <sup>BC</sup>	0,006	
INTENS	9	0,012 <sup>C</sup>	0,005	
SOLITAIRE	9	0,011 <sup>C</sup>	0,001	
SUPREME	9	0,024 <sup>B</sup>	0,011	
TETRIC	9	0,010 <sup>C</sup>	0,000	
<b>560 nm</b>				
CHARISMA	9	3,592 <sup>A</sup>	0,361	0,01
ESTHET-X	9	0,169 <sup>B</sup>	0,024	
INTENS	9	0,042 <sup>B</sup>	0,010	
SOLITAIRE	9	0,022 <sup>B</sup>	0,006	
SUPREME	9	0,213 <sup>B</sup>	0,022	
TETRIC	9	0,052 <sup>B</sup>	0,004	
<b>700 nm</b>				
CHARISMA	9	8,709 <sup>A</sup>	0,782	0,01
ESTHET-X	9	1,892 <sup>B</sup>	0,180	
INTENS	9	0,272 <sup>C</sup>	0,019	
SOLITAIRE	9	0,022 <sup>C</sup>	0,013	
SUPREME	9	1,052 <sup>D</sup>	0,130	
TETRIC	9	0,178 <sup>C</sup>	0,001	

\* dentro da mesma faixa, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si.

Através do teste Análise de Variância (ANOVA) e o teste de comparações múltiplas de Tukey ( $p=0,01$ ) verifica-se que existem diferenças significativas entre as resinas compostas para a %T e em todos os comprimentos de onda analisados para a cor Dentina. A maior média de Transmitância ocorreu para a resina composta Charisma, sendo estatisticamente superior às demais. No comprimento de onda de 560 nm, não houve diferença estatística nas médias de porcentagem de Transmitância direta entre as resinas compostas Esthet-X, Intens, Solitaire, Supreme e Tetric.

Tabela 8: Comparação entre as resinas compostas: Cor Translúcido

Resina	n	Média	Desvio-padrão	p
<b>% T</b>				
CHARISMA	9	1,972 <sup>A</sup>	0,110	0,01
ESTHET-X	9	1,556 <sup>B</sup>	0,177	
INTENS	9	0,276 <sup>C</sup>	0,022	
SOLITAIRE	9	0,035 <sup>D</sup>	0,013	
SUPREME	9	0,324 <sup>C</sup>	0,050	
TETRIC	9	0,079 <sup>D</sup>	0,006	
<b>400 nm</b>				
CHARISMA	9	0,021 <sup>A</sup>	0,005	0,01
ESTHET-X	9	0,010 <sup>B</sup>	0,001	
INTENS	9	0,014 <sup>C</sup>	0,004	
SOLITAIRE	9	0,010 <sup>B</sup>	0,000	
SUPREME	9	0,010 <sup>B</sup>	0,001	
TETRIC	9	0,011 <sup>B</sup>	0,001	
<b>560 nm</b>				
CHARISMA	9	1,747 <sup>A</sup>	0,110	0,01
ESTHET-X	9	0,721 <sup>B</sup>	0,096	
INTENS	9	0,159 <sup>C</sup>	0,012	
SOLITAIRE	9	0,030 <sup>D</sup>	0,011	
SUPREME	9	0,137 <sup>C</sup>	0,022	
TETRIC	9	0,062 <sup>D</sup>	0,004	
<b>700 nm</b>				
CHARISMA	9	4,982 <sup>A</sup>	0,228	0,01
ESTHET-X	9	5,969 <sup>B</sup>	0,614	
INTENS	9	0,868 <sup>E</sup>	0,039	
SOLITAIRE	9	0,031 <sup>D</sup>	0,009	
SUPREME	9	1,341 <sup>F</sup>	0,203	
TETRIC	9	0,178 <sup>D</sup>	0,023	

\* dentro da mesma faixa, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si.

Verifica-se através do teste Análise de Variância (ANOVA) e o teste de comparações múltiplas de Tukey ( $p=0,01$ ) que existem diferenças significativas entre as resinas compostas para a %T e em todos os comprimentos de onda analisados

para a cor Translúcido. A maior média de porcentagem de Transmitância direta ocorreu para a resina composta Charisma, sendo estatisticamente superior às demais, com exceção do comprimento de onda de 700 nm, em que a resina composta Esthet-X teve a maior média de Transmitância.

A Tabela 9 e Gráficos de 7 a 12 correspondem à análise de porcentagem de Transmitância direta entre os comprimentos de onda de 400 nm, 560 nm e 700 nm para as resinas compostas de cor Dentina.

Tabela 9: Comparação entre os pontos dentro do espectro: Cor Dentina

Pontos do Espectro	n	Média	Desvio-padrão	p
<b><u>Resina = CHARISMA</u></b>				
400 nm	9	0,075 <sup>A</sup>	0,017	0,01
560 nm	9	3,592 <sup>B</sup>	0,361	
700 nm	9	8,709 <sup>C</sup>	0,782	
<b><u>Resina = ESTHET-X</u></b>				
400 nm	9	0,014 <sup>A</sup>	0,006	0,01
560 nm	9	0,169 <sup>B</sup>	0,024	
700 nm	9	1,892 <sup>C</sup>	0,180	
<b><u>Resina = INTENS</u></b>				
400 nm	9	0,012 <sup>A</sup>	0,005	0,01
560 nm	9	0,042 <sup>B</sup>	0,010	
700 nm	9	0,272 <sup>C</sup>	0,019	
<b><u>Resina = SOLITAIRE</u></b>				
400 nm	9	0,011 <sup>A</sup>	0,001	0,01
560 nm	9	0,022 <sup>B</sup>	0,006	
700 nm	9	0,022 <sup>B</sup>	0,013	
<b><u>Resina = SUPREME</u></b>				
400 nm	9	0,024 <sup>A</sup>	0,011	0,01
560 nm	9	0,213 <sup>B</sup>	0,022	
700 nm	9	1,052 <sup>C</sup>	0,130	
<b><u>Resina = TETRIC</u></b>				
400 nm	9	0,010 <sup>A</sup>	0,000	0,01
560 nm	9	0,052 <sup>B</sup>	0,004	
700 nm	9	0,178 <sup>C</sup>	0,001	

\* médias seguidas de mesma letra não diferem entre si em relação a cada material.

Através dos resultados do teste não-paramétrico de Friedman verifica-se que existe diferença significativa entre os valores de porcentagem de Transmitância

direta para os pontos do espectro estudados em todas as resinas compostas na cor Dentina. A maior média de transmitância foi obtida no comprimento de onda de 700 nm, e a menor média no comprimento de onda de 400 nm. A exceção foi a resina composta Solitaire, em que não houve diferença estatística entre os valores médios de porcentagem de Transmitância direta entre os comprimentos de onda de 560 nm e 700 nm ( $p=0,01$ ).

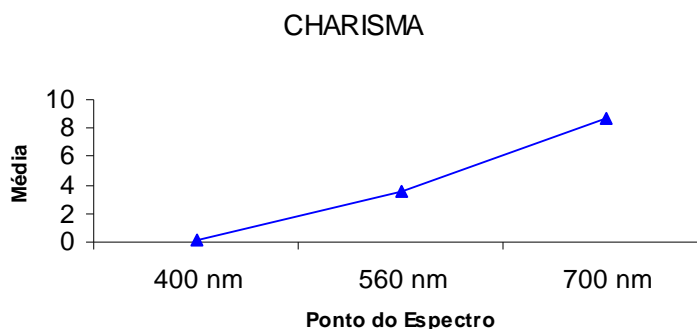


Gráfico 7: Gráfico da média dos valores de porcentagem de Transmitância direta nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nm para resina composta Charisma cor dentina. Todos os pontos diferiram estatisticamente entre si

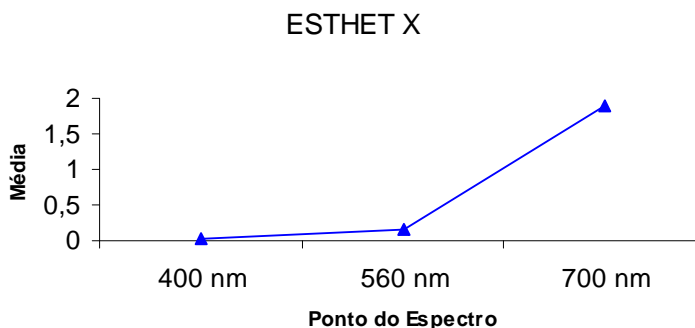


Gráfico 8: Gráfico da média dos valores de porcentagem de Transmitância direta nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nm para resina composta Esthet-X cor dentina. Todos os pontos diferiram estatisticamente entre si

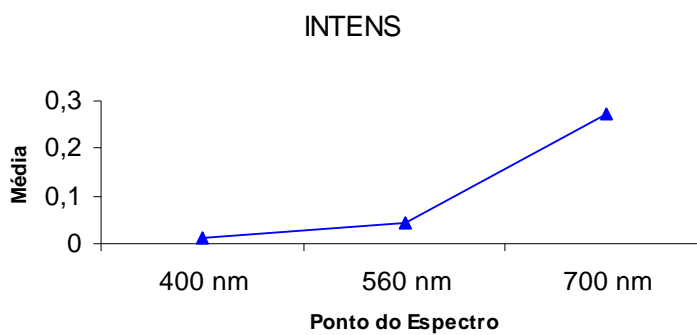


Gráfico 9: Gráfico da média dos valores de porcentagem de Transmitância direta nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nm para resina composta Intens cor dentina. Todos os pontos diferiram estatisticamente entre si

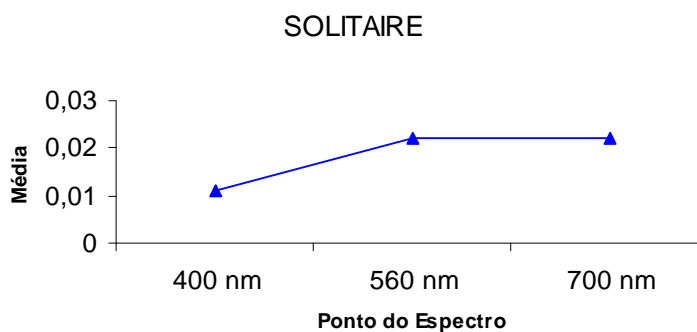


Gráfico 10: Gráfico da média dos valores de porcentagem de Transmitância direta nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nm para resina composta Solitaire cor dentina. O comprimento de onda de 400 nm diferiu estatisticamente de 560 e 700 nm, que não diferiram entre si



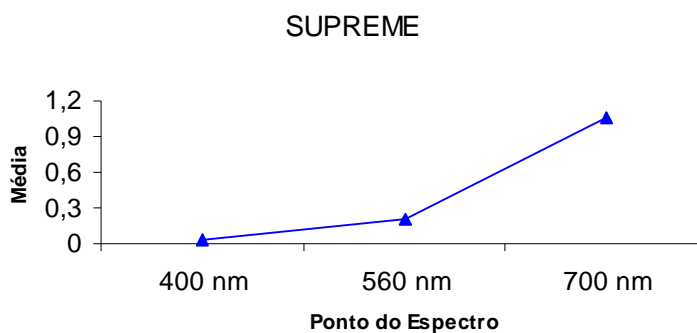


Gráfico 11: Gráfico da média dos valores de porcentagem de Transmitância direta nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nm para resina composta Supreme cor dentina. Todos os pontos diferiram estatisticamente entre si

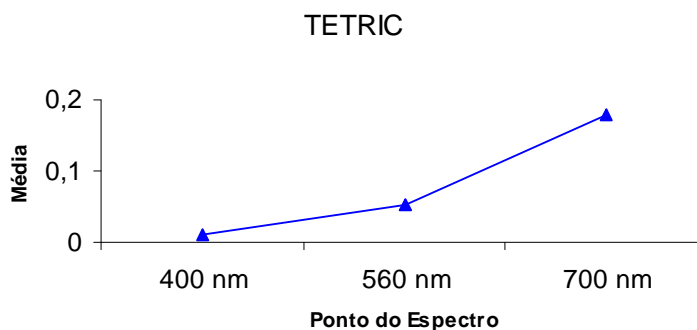


Gráfico 12: Gráfico da média dos valores de porcentagem de Transmitância direta nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nm para resina composta Tetric cor dentina. Todos os pontos diferiram estatisticamente entre si

A Tabela 10 e Gráficos de 13 a 18 correspondem à análise de porcentagem de Transmitância direta entre os comprimentos de onda de 400 nm, 560 nm e 700 nm para as resinas compostas de cor Translúcido.

Tabela 10: Comparação entre os pontos dentro do espectro: Cor Translúcido

Pontos do Espectro	n	Média	Desvio-padrão	p
<b>Resina = CHARISMA</b>				
400 nm	9	0,021 <sup>A</sup>	0,005	0,01
560 nm	9	1,747 <sup>B</sup>	0,110	
700 nm	9	4,982 <sup>C</sup>	0,228	
<b>Resina = ESTHET-X</b>				
400 nm	9	0,010 <sup>A</sup>	0,001	0,01
560 nm	9	0,721 <sup>B</sup>	0,096	
700 nm	9	5,969 <sup>C</sup>	0,614	
<b>Resina = INTENS</b>				
400 nm	9	0,014 <sup>A</sup>	0,004	0,01
560 nm	9	0,159 <sup>B</sup>	0,012	
700 nm	9	0,868 <sup>C</sup>	0,039	
<b>Resina = SOLITAIRE</b>				
400 nm	9	0,010 <sup>A</sup>	0,000	0,01
560 nm	9	0,030 <sup>B</sup>	0,011	
700 nm	9	0,031 <sup>B</sup>	0,009	
<b>Resina = SUPREME</b>				
400 nm	9	0,010 <sup>A</sup>	0,001	0,01
560 nm	9	0,137 <sup>B</sup>	0,022	
700 nm	9	1,341 <sup>C</sup>	0,203	
<b>Resina = TETRIC</b>				
400 nm	9	0,011 <sup>A</sup>	0,001	0,01
560 nm	9	0,062 <sup>B</sup>	0,004	
700 nm	9	0,178 <sup>C</sup>	0,023	

\* médias seguidas de mesma letra não diferem entre si em relação a cada material

Através dos resultados do teste não-paramétrico de Friedman verifica-se que existe diferença significativa entre os valores de porcentagem de Transmitância direta para os pontos do espectro estudados em todas as resinas compostas na cor Translúcido. A maior média foi obtida no comprimento de onda de 700 nm, e a menor média no comprimento de onda de 400 nm. A exceção foi a resina composta Solitaire, em que não houve diferença estatística entre os valores médios de porcentagem de Transmitância direta entre os comprimentos de onda de 560 nm e 700 nm ( $p=0,01$ ).

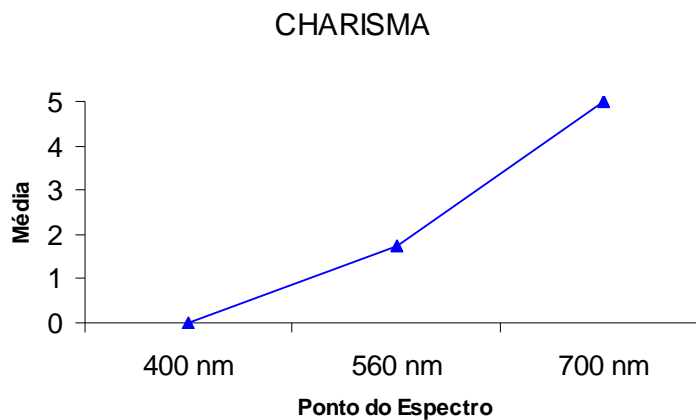


Gráfico 13: Gráfico da média dos valores de porcentagem de Transmitância direta nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nm para resina composta Charisma na cor Translúcido. Todos os pontos diferiram estatisticamente entre si

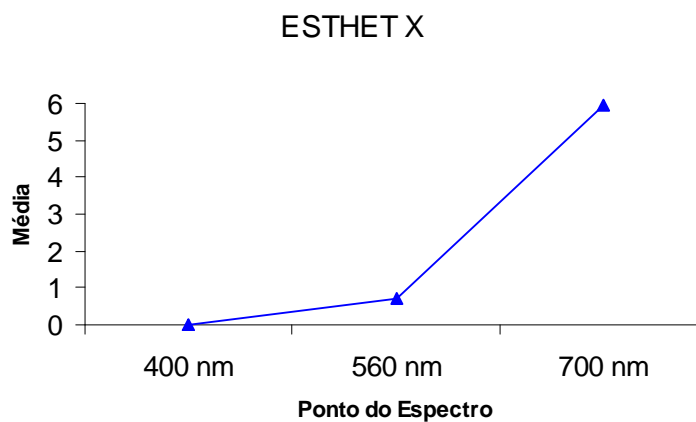


Gráfico 14: Gráfico da média dos valores de porcentagem de Transmitância direta nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nm para resina composta Esthet-X na cor Translúcido. Todos os pontos diferiram estatisticamente entre si

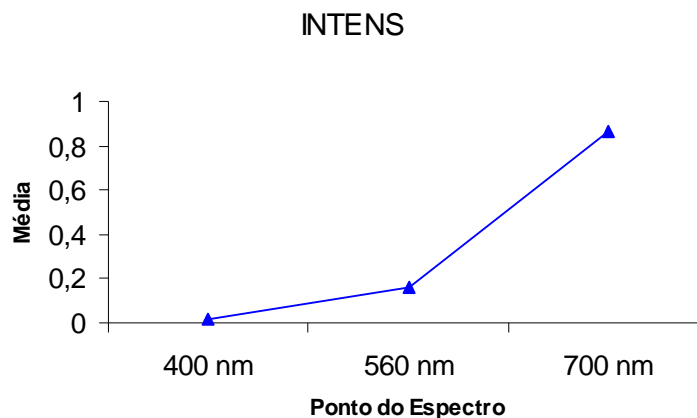


Gráfico 15: Gráfico da média dos valores de porcentagem de Transmitância direta nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nm para resina composta Intens na cor Translúcido. Todos os pontos diferiram estatisticamente entre si

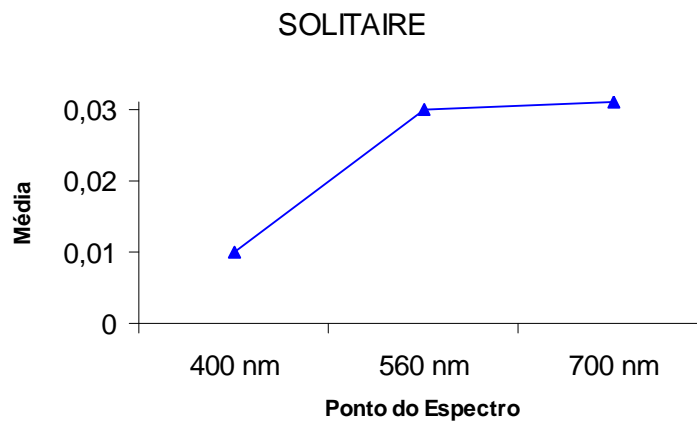


Gráfico 16: Gráfico da média dos valores de porcentagem de Transmitância direta nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nm para resina composta Solitaire na cor translúcido. O comprimento de onda de 400 nm diferiu estatisticamente de 560 e 700 nm, que não diferiram entre si

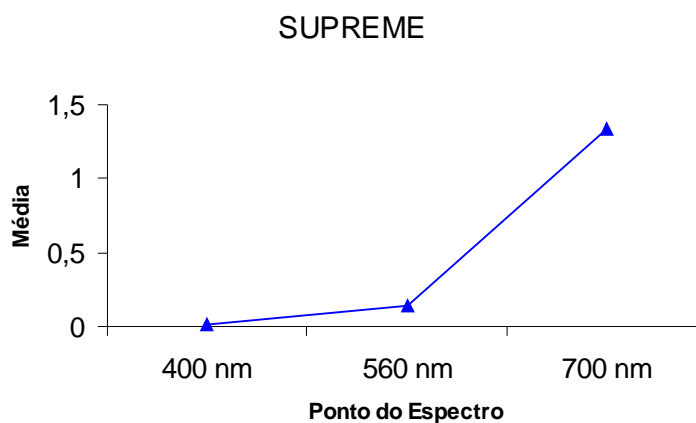


Gráfico 17: Gráfico da média dos valores de porcentagem de Transmitância direta nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nm para resina composta Supreme na cor translúcido. Todos os pontos diferiram estatisticamente entre si

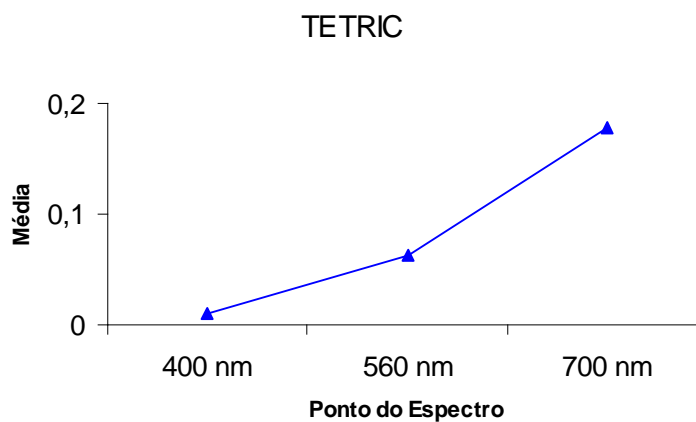


Gráfico 18: Gráfico da média dos valores de porcentagem de Transmitância direta nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nm para resina composta Tetric na cor Translúcido. Todos os pontos diferiram estatisticamente entre si

A Tabela 11 e Gráfico 19 correspondem à análise de porcentagem de Transmitância direta entre os comprimentos de onda de 400 nm, 560 nm e 700 nm para a resina composta Charisma de cor Opaco.

Tabela 11: Comparação entre os pontos dentro do espectro: **Resina CHARISMA Cor Opaco**

Pontos do Espectro	n	Média	Desvio-padrão	p
400 nm	9	0,013 <sup>A</sup>	0,006	0,01
560 nm	9	0,431 <sup>B</sup>	0,011	
700 nm	9	1,442 <sup>C</sup>	0,041	

Através dos resultados do teste não-paramétrico de Friedman verifica-se que, para a resina composta Charisma na cor Opaco, a maior média de porcentagem de Transmitância direta foi obtida no comprimento de onda de 700 nm, seguido da média obtida nos 560 nm, sendo a menor média foi verificada no comprimento de onda de 400 nm. Todos os pontos diferiram significativamente entre si ( $p=0,01$ ).

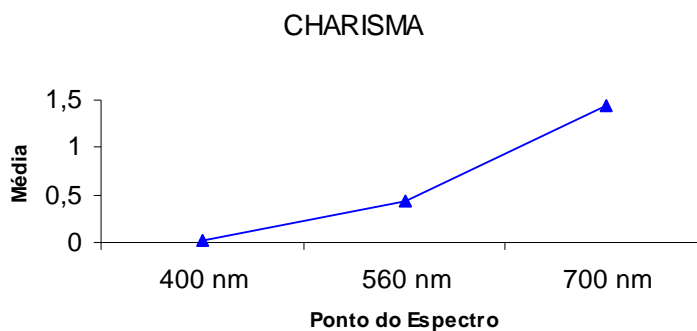


Gráfico 19: Gráfico da média dos valores de porcentagem de Transmitância direta nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nm para resina composta Charisma na cor Opaco. Todos os pontos diferiram estatisticamente entre si

A Tabela 12 corresponde à análise de porcentagem de Transmitância direta entre as resinas compostas Charisma cor Opaco e Solitaire cor Dentina e Translúcido.

Tabela 12: Comparação entre a resina composta Charisma na Cor Opaco com a resina composta Solitaire nas cores Dentina e Translúcido

Resina	n	Média	Desvio-padrão	P
<b>% T</b>				
CHARISMA OPACO	9	0,526	0,012	0,01
SOLITAIRE DENTINA	9	0,021	0,003	
CHARISMA OPACO	9	0,526	0,012	0,01
SOLITAIRE TRANSLÚCIDO	9	0,035	0,013	
<b>400 mm</b>				
CHARISMA OPACO	9	0,013	0,006	0,30
SOLITAIRE DENTINA	9	0,011	0,001	
CHARISMA OPACO	9	0,013	0,006	0,14
SOLITAIRE TRANSLÚCIDO	9	0,010	0,000	
<b>560 mm</b>				
CHARISMA OPACO	9	0,431	0,011	0,01
SOLITAIRE DENTINA	9	0,022	0,006	
CHARISMA OPACO	9	0,431	0,011	0,01
SOLITAIRE TRANSLÚCIDO	9	0,030	0,011	
<b>700 mm</b>				
CHARISMA OPACO	9	1,442	0,041	0,01
SOLITAIRE DENTINA	9	0,022	0,013	
CHARISMA OPACO	9	1,442	0,041	0,01
SOLITAIRE TRANSLÚCIDO	9	0,031	0,009	

Através do teste de comparações de médias t-Student verifica-se que na %T e nos comprimentos de onda de 560 nm e 700 nm houve diferença estatística entre as médias de porcentagem de Transmitância direta obtidas para a resina composta Charisma na cor Opaco com resina composta Solitaire na cor Dentina, assim como entre a Charisma na cor Opaco e a Solitaire na cor Translúcido, sendo a média da Charisma na cor Opaco estatisticamente superior a Solitaire nas cores Dentina e Translúcido ( $p=0,01$ ). No comprimento de onda de 400 nm não houve diferença significativa das médias de entre a Charisma na cor Opaco com a Solitaire nas cores Dentina e Translúcido.

## 7 DISCUSSÃO

A discussão do trabalho será apresentada em dois tópicos: 1) Influência da cor na transmitância direta de resinas compostas; 2) Influência da composição na transmitância direta de resinas compostas.

### 7.1 INFLUÊNCIA DA COR NA TRANSMITÂNCIA DIRETA DE RESINAS COMPOSTAS

Os materiais utilizados nesse trabalho diferem entre si em termos de cor e composição. Foram empregadas duas cores para cada material, e uma terceira somente para a resina composta Charisma na cor Opaco. As cores têm a intenção de reproduzir o comportamento óptico dos tecidos naturais, sendo as cores translúcidas para o esmalte e as cores A3 da escala Vita para a dentina.

Estas cores, independente da análise do material utilizado, possuem um comportamento que, em última instância, nos apresenta uma sensação óptica de maior susceptibilidade à cor (ou cores) de fundo para as "translúcidas", e menor susceptibilidade para as do tipo "dentina". Este aspecto, perceptível e definido em termos empíricos, é chamado de translucidez e, seu oposto, opacidade.



Portanto, ao se fazer uma análise em que é tomada uma medida física, objetiva, de passagem de luz por corpos de determinados materiais que se apresentam com sensações de maior ou menor "translucidez" ao observador humano, espera-se que estas medidas de fluxo (P) reproduzam as relações de "translucidez" / "opacidade" percebidas de forma subjetiva pelo observador.

Neste sentido, ao analisar os resultados encontrados, verifica-se que os materiais Esthet-X (Tabela 2; Gráfico 2), Intens (Tabela 3; Gráfico 3); Solitaire (Tabela 4; Gráfico 4) e Tetric (Tabela 6; Gráfico 6) demonstraram concordância com esta premissa, ou seja, as cores Translúcido obtiveram maiores valores de porcentagem de Transmitância direta, para todo o espectro, que suas correspondentes nas cores Dentina. Porém, este comportamento não é encontrado na resina composta Supreme (Tabela 5; Gráfico 5), em que não houve diferença significativa entre as duas cores. Já para a resina composta Charisma (Tabela 1; Gráfico 1), ocorreu uma inversão de valores, uma vez que a resina da cor Translúcido obteve medidas de Transmitância direta inferiores às encontradas para a cor Dentina.

Inicialmente, pode-se formular uma hipótese de que ocorreram falhas metodológicas, e que estas causaram estes resultados que contradizem o observado empiricamente. Deve-se, no entanto, chamar a atenção para o fato de que, apesar da possibilidade de falha metodológica ser real, as medidas obtidas são referentes à Transmitância direta e não à Transmitância total. Além disto, a percepção subjetiva de "translucidez" / "opacidade" envolve fatores outros que não somente a medida física de passagem de fluxo (P) por determinado material.

Este aspecto contraditório, em que materiais aparentemente menos "translúcidos" apresentam medida de passagem de fluxo (P) igual ou mesmo maior

que outros de aparência mais "translúcida", também foi encontrado por Strang *et al.* (1987) e O'Keefe, Pease e Herrin (1991). Estes autores utilizaram técnicas de medição para Transmitância total em corpos-de-prova de cerâmica em diferentes opacidades e cores, encontrando que a espessura do material é o principal fator para Transmitância total em cerâmicas. Brodbelt O'Brien e Fan (1980), utilizando medições de Transmitância total e direta, também encontraram que a espessura da cerâmica é o principal fator para diferenças em Transmitância (direta e total).

Yeh, Powers e Miyagawa (1982), utilizando espectrofotometria de refletância por UV-visível em fundo claro / escuro, também encontraram que as cores opaco e universal (correspondente ao A3 da escala Vita) em uma resina composta de macropartículas (Concise – 3M/ESPE) não diferiram em propriedades ópticas, além das cores transparente e universal não terem diferido significativamente em termos de Refletância luminosa. Neste sentido, Powers, Yeh e Miyagawa (1983), utilizando o mesmo material (Concise) e método, não encontraram diferenças significativas quanto à espessura óptica (relativo à opacidade) para as cores translúcido e universal, além da Refletância ser igual para as cores translúcido, opaco e universal.

Apesar de não existirem dados disponíveis na literatura sobre Transmitância direta em resinas compostas, Arikawa *et al.* (1998), investigando a relação entre cor de resinas compostas (microhíbrida e microparticulada) e Transmitância total, encontraram que a Transmitância de cores mais escuras nem sempre é menor que a das outras cores da escala, já que a distribuição espectral (leia-se intensidade em determinados comprimentos de onda) pode influenciar significativamente os resultados.

Ao analisar-se a Tabela 5 e os Gráficos 5 e 24, percebe-se que a cor Dentina da resina composta Supreme possui porcentagens de Transmitância direta

significativamente superiores nos comprimentos de onda de 400 e 500 nm, mas não em 700 nm, onde a cor Translúcido possui valores de Transmitância direta maiores. A distribuição das porcentagens de Transmitância direta ao longo dos espectros estudados indica que, além da seletividade quanto à passagem de fluxo (P) ser diferente para os materiais (Gráfico 24), esta foi responsável pela diferença estatisticamente não significativa quando foram comparadas as porcentagens de Transmitância direta para todo espectro.

Este fato pode ser observado também para a resina composta Charisma. Analisando-se a Tabela 1 e os Gráficos 1 e 20 percebe-se que a cor Dentina possui porcentagem de Transmitância direta significativamente maior que as cores Translúcido e Opaco, tanto em porcentagem de Transmitância direta para todo o espectro quanto em porcentagem de Transmitância direta nos comprimentos de onda de 400, 560 e 700 nm. A cor Translúcido não difere significativamente da cor Opaco no comprimento de onda de 400 nm, porém, possui valores de Transmitância direta significativamente maiores que a cor Opaco nos comprimentos de onda de 560 e 700 nm, além de maior porcentagem de Transmitância direta para todo espectro.

Novamente, evidencia-se as diferenças nos espectros (Gráfico 20) destes materiais, em que a cor Dentina da resina composta Charisma apresenta maior passagem de fluxo (P) em todos os comprimentos de onda (apesar de haver uma tendência a que esta seja mais acentuada com o aumento do comprimento de onda), apresentando uma seletividade diferenciada em relação às outras cores.

As diferenças encontradas na resina composta Charisma cor Dentina e Translúcido podem ser decorrentes da composição destes materiais, já que Johnston e Reisbick (1997), Arikawa *et al.* (1998) e Taira, Okazaki e Takahashi

(1999) sugeriram que diferenças em quantidades e tipos de pigmentos podem controlar a Transmitância de cada cor para cada material em particular.

Em relação aos outros materiais, além das marcantes diferenças quanto à composição dos espectros e porcentagens de Transmitância direta, pode-se chamar a atenção para o fato das resinas compostas Esthet-X, Intens, Solitaire e Tetric não apresentarem diferença significativa entre as cores Dentina e Translúcido em relação ao percentual de Transmitância direta em 400 nm (Tabelas 2, 3, 4 e 6; Gráficos 2, 3, 4, 6, 21, 22, 23 e 25). Este comportamento de distribuição espectral também esteve presente para as resinas compostas Solitaire em 560 nm 700 nm (Tabela 4; Gráficos 4 e 23) e Tetric em 700 nm (Tabela 6; Gráficos 6 e 25).

Assim, os resultados encontrados podem levar à formulação de duas hipóteses:

A) A Transmitância difusa é o fator de passagem de luz mais importante para as resinas compostas de cor Translúcido.

B) As características de composição do material (matriz orgânica, carga inorgânica, pigmentos etc) possuem efeito intenso nas características de Transmitância direta destes, sendo este um fator importante, porém não o único na determinação de cor dos materiais estudados.

Esta última hipótese está de acordo com o trabalho de Arikawa *et al.* (1998), cujos resultados de análise de Transmitância total em resinas compostas os levaram a sugerir que as características espectrais de Transmitância de luz podem ser um fator óptico predominante, apesar de não o único, para as tendências de cor de resinas compostas.

## 7.2 INFLUÊNCIA DA COMPOSIÇÃO NA TRANSMITÂNCIA DIRETA DE RESINAS COMPOSTAS

Watts e Cash (1994) observam que muitos dos materiais odontológicos estéticos podem ser enquadrados dentro de um modelo aproximado de uma estrutura composta em que estão presentes pequenas partículas embebidas em uma matriz. Ao utilizar-se o modelo de dispersão de luz de Rayleigh (que assume o modelo anteriormente descrito) e a equação derivada deste, tem-se que

$$T = \exp - 2,303 \mathbf{d} [ 3V_p r^3(n_p / n_m - 1) / 4\lambda^4 ] \quad (1)$$

Onde  $\mathbf{d}$  é o caminho óptico (espessura),  $V_p$  é a fração de partículas,  $r$  é o raio das partículas,  $n_p$  o índice de refração das partículas,  $n_m$  o índice de refração da matriz e  $\lambda$  o comprimento de onda da luz em específico.

Nesta equação, é importante salientar que os valores são exponenciais e que, pelo logaritmo negativo, tem-se um comportamento quando o índice de refração da matriz for maior que o da carga inorgânica, e inverso caso esta situação se inverta. Pode-se deduzir então que:

- Caso o índice de refração da matriz seja menor que o da partícula:

A) com o aumento de  $r$  ocorrerá uma diminuição da Transmitância

B) com o aumento de  $\lambda$  ocorrerá um aumento da Transmitância

C) com o aumento de  $V_p$  ocorrerá uma diminuição da Transmitância

- Caso o índice de refração da partícula seja menor que o da matriz:

A) com o aumento de  $r$  ocorrerá um aumento da Transmitância

B) com o aumento de  $\lambda$  ocorrerá uma diminuição da Transmitância

C) com o aumento de  $V_p$  ocorrerá um aumento da Transmitância

Além disto, o efeito de cada um dos fatores é diferenciado, já que  $r$  é elevado à terceira potência,  $\lambda$  à quarta potência e  $V$  possui um fator multiplicador de 3. Porém, a aplicação de qualquer modelo teórico segue uma série de leis que são generalizações que permitem a formulação de uma equação como a apresentada.

As resinas compostas são tradicionalmente formuladas com componentes como sílica (índice de refração de 1,463); Bis-GMA (índice de refração de 1,551); TEGDMA (índice de refração de 1,460) e UDMA (índice de refração de 1,484) (HIRABAYASHI; HIRASAWA, 1990) em diversas combinações com outros monômeros, sendo difícil a exata quantificação de cada fator em separado. Além disto, um meio túrvido não segue de forma retilínea qualquer fórmula ou equação (OPTICAL SOCIETY OF AMERICA, 1953). Assim, para facilitar a demonstração da aplicabilidade de cada um dos fatores neste modelo teórico, estes serão investigados de forma individual para os materiais e situações.

O efeito de diminuição da Transmitância, à medida que aumentam as diferenças entre os índices de refração de partículas e matriz, pode ser exemplificado pelo esmalte ao ser desidratado. Conforme demonstraram Brodbelt *et al.* (1981), quando o esmalte humano é desidratado, a água presente neste tecido (índice de refração do esmalte: 1,7; água:1,33) é substituída pelo ar (índice de refração 1,00), diminuindo a Transmitância e aumentando a percepção de opacidade pelo aumento da diferença dos índices de refração.

Em relação à diferença entre os índices de refração da matriz orgânica e carga inorgânica de resinas compostas, pode-se citar os trabalhos de Hirabayashi e Hirasawa (1990) e Suzuki *et al.* (1991), em que o ajuste do índice de refração dos monômeros ou da carga inorgânica resultou em melhores propriedades de Transmitância e profundidade de polimerização. Este pode ser um dos motivos que levaram à resina composta Charisma obter porcentagens de Transmitância direta superiores, independentemente da cor em praticamente todos os comprimentos de onda. A exceção ocorreu apenas para o comprimento de onda de 700 nm em que a porcentagem de Transmitância direta da cor Translúcido foi menor que a resina composta Esthet-X na cor Translúcido, porém, superior às demais (Tabelas 7 e 8; Gráficos 26 e 27).

Sendo a composição de carga inorgânica semelhante para os materiais estudados (Ba, SiO<sub>2</sub>), esta hipótese baseia-se no fato de que a resina composta Charisma possui em sua matriz orgânica os monômeros Bis-GMA e TEGDMA (índices de refração de 1,463 e 1,460, respectivamente), enquanto os demais materiais possuem, adicionalmente, o monômero UDMA, com índice de refração 1,484 (HIRABAYASHI; HIRASAWA, 1990) .

Neste sentido, Soderholm, Achanta e Olsson (1993) demonstraram em uma resina composta com carga formada por Bário e Sílica (Ba e SiO<sub>2</sub>), combinada à uma matriz de Bis-GMA/TEGDMA ou UDMA/TEGDMA, que a grande diferença de profundidade de polimerização (50% maior) encontrada para o sistema Bis-GMA/TEGDMA estava associada à menor dispersão de luz em função dos índices de refração serem mais próximos no sistema Bis-GMA/TEGDMA. Portanto, os índices de refração não devem ser subestimados quanto à sua importância para as porcentagens de Transmitância direta encontradas.

Outro fator a ser discutido diz respeito ao tamanho de partícula da carga inorgânica. Segundo a equação (1), o tamanho de partícula deve exercer uma grande influência, sendo indicado que esta irá causar um decréscimo na Transmitância com o aumento do raio (dimensões). Este efeito modulador da transmissão de luz pode ser encontrado no trabalho de Powers, Yeh e Miyagawa (1983) que verificaram menor dispersão e opacidade para uma resina composta microparticulada em relação à outra macroparticulada. Também Yeh, Miyagawa e Powers (1982) encontraram que a espessura óptica (que se refere à opacidade) e coeficiente de dispersão de uma resina composta macroparticulada foi maior que de outra microparticulada, porém, este efeito foi dependente do comprimento de onda em questão.

Assim, em menores comprimentos de onda, a microparticulada causou maior espalhamento da luz, enquanto a macroparticulada causou este efeito em comprimentos de onda maiores. Nota-se, desta forma, a dependência do efeito do tamanho de partícula em relação ao comprimento de onda na capacidade de espalhamento. Este efeito foi demonstrado por Yearn (1985), cujo trabalho indicou que as partículas dispersam de forma mais intensa conforme as dimensões se aproximam da metade do comprimento de onda.

Este efeito pode ser observado nas porcentagens de Transmitância direta da resina composta Supreme quando comparadas as cores Dentina e Translúcido (Tabela 5; Gráficos 5 e 24). Nos comprimentos de onda de 400 e 560 nm, a cor Dentina demonstrou maiores porcentagens de Transmitância direta, podendo este efeito ser creditado ao tamanho de partículas menor, quando comparado com a cor Translúcido (Quadro 2). Já, em 700 nm, este efeito foi revertido, podendo-se



novamente sugerir que a causa deste aumento da porcentagem de Transmitância direta tenha sido pelo fenômeno anteriormente descrito.

Entretanto, deve-se ter cautela com a generalização da importância deste fator. Caso seja levado em conta os resultados encontrados nas comparações de porcentagem de Transmitância direta para as resinas de cor Dentina (Tabela 7), verifica-se que materiais com distribuição de partículas de tamanhos muito diferenciados apresentaram comportamento igual nos comprimentos de onda de 400 e 560 nm. Este achado também esteve presente no comprimento de onda de 400 nm para as resinas de cor Translúcido (Tabela 8), porém de forma menos pronunciada, o que corrobora a hipótese de que a Transmitância difusa é o principal fator de passagem de luz em resinas compostas translúcidas.

Ao analisar somente a porcentagem de Transmitância direta para todo o espectro, o tamanho de partícula possibilita o agrupamento dos materiais em determinadas categorias para as resinas compostas de cor Dentina. As do tipo nanoparticulada (Esthet-X e Supreme) e microhíbrida (Tetric, Intens e Solitaire) formam dois grupos com características semelhantes, com a resina composta Charisma sendo a exceção (Tabela 7; Gráfico 26). Já, para as resinas compostas de cor Translúcido, a distribuição de partícula de carga parece não ser um fator que permita agrupar os materiais (Tabela 8; Gráfico 27).

O comportamento de aumento da porcentagem de Transmitância direta com o aumento do comprimento de onda, encontrado em todos os materiais nas cores Dentina e Translúcido, e Charisma cor Opaco, com exceção do material Solitaire em ambas as cores, pode ser observado nas Tabelas 9 e 10, e nos Gráficos 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 e 19.

Este efeito é previsto na fórmula de Rayleigh, que postula ser a fração dispersa do fluxo incidente inversamente proporcional a um quarto da potência do comprimento de onda incidente. Portanto, quanto maior o comprimento de onda, menor a quantidade de fluxo disperso, tornando maiores as porcentagens de Transmitância direta nos comprimentos de onda maiores (seletividade). A exceção encontrada com a resina composta Solitaire nos comprimentos de onda de 560 e 700 nm (Tabelas 9 e 10; Gráficos 10 e 16), diz respeito à grande variação de dimensões das partículas deste material (0,7 -25  $\mu\text{m}$ ) além da presença de agregados porosos, uma vez que a heterogeneidade em uma escala muito ampla torna a dispersão não-seletiva (OPTICAL SOCIETY OF AMERICA, 1953).

Pelo anteriormente exposto, percebe-se que a relação entre os fatores referentes à composição do material pode exercer uma grande influência nos resultados de Transmitância da luz incidente, sendo seus efeitos, até certo ponto, bastante ambíguos.

É importante ressaltar que as informações até então expostas podem ser analisadas sob o ponto de vista prático, apesar da cautela necessária ao se transpor estas informações para a clínica odontológica. Exemplo disto é o comportamento de bloqueio da luz incidente demonstrado pela resina composta Solitaire. Esta demonstrou características que lhe permitem servir como um "opaco" eficiente, mesmo quando comparada com uma resina composta de cor específica para este fim (Charisma cor Opaco, Tabela 12, Gráfico 28). Além disto, esta pode servir como um fundo neutro, não alterando a cor das camadas sobrejacentes pela sua não-seletividade à passagem de luz. Pelo exemplo dado, compreende-se como o aprofundamento destas questões pode levar ao entendimento de outras situações pertinentes à prática odontológica.

Portanto, pelos resultados obtidos neste trabalho, a hipótese inicialmente formulada em relação as maiores porcentagens de Transmitância direta para a cor Translúcido em relação à cor Dentina não pôde ser comprovada para todas as resinas compostas. Porém, em relação à segunda hipótese, de que a composição do material influencia nas porcentagens de Transmitância direta, pôde ser comprovada.

Desta forma, sugere-se que outros trabalhos investigando a relação entre a Transmitância direta e total e os fatores moduladores desta relação sejam realizados, servindo o presente estudo somente como um ponto de partida para esta investigação.

## 8 CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia empregada, pode-se apresentar as seguintes conclusões:

- As resinas compostas Esthet-X, Intens, Solitaire e Tetric obtiveram porcentagens de Transmitância direta do espectro nas cores do tipo Translúcido estatisticamente superiores às cores Dentina; para a resina composta Supreme, estas não diferiram; e a resina composta Charisma cor Dentina obteve porcentagens de Transmitância direta do espectro estatisticamente superiores à cor Translúcido.

- Quanto aos valores de porcentagem de Transmitância direta do espectro para as resinas compostas de cor Dentina, ocorreu um agrupamento das resinas compostas nanoparticuladas Esthet-X e Supreme, assim como das resinas compostas microhíbridas Intens, Solitaire e Tetric; para a resina composta microhíbrida Charisma, a porcentagem de Transmitância direta do espectro foi estatisticamente superior a todos os outros materiais. Já para a cor Translúcido, não houve a mesma tendência de agrupamento dos materiais, visto que os valores foram mais dispersos.

- O aumento da porcentagem de Transmitância direta com o aumento do comprimento de onda foi estatisticamente significativo para todas as resinas compostas, exceto para a resina composta Solitaire, em ambas as cores, cujas porcentagens de Transmitância direta nos comprimentos de onda de 560 e 700 nm não diferiram entre si.

## REFERÊNCIAS

ARIKAWA, H. *et al.* Light transmittance characteristics of light-cured composite resins. **Dental Materials**, Copenhagen, v. 14, n. 6, p. 405-411, Nov. 1998.

ARIKAWA, H. *et al.* A method for evaluating color stability of light-cured composite resins using an experimental filter. **Dental Materials Journal**, Tokyo-to, v. 19, n. 4, p. 338-345, Dec. 2000.

ASMUSSEM, E. Opacity of glass-ionomer cements. **Acta Odontologica Scandinavica**, Stockholm, v. 41, n. 3, p.155-157, June 1983.

BRODBELT, R. H. W. *et al.* Translucency of human dental enamel. **Journal Dental Research**, Chicago, v. 60, n. 10, p. 1749-1753, Oct. 1981.

BRODBELT, R. H. W.; O'BRIEN, W. J.; FAN, P. L. Translucency of dental porcelains. **Journal Dental Research**, Chicago, v. 59, n. 1, p. 70-75, Jan. 1980.

CAMPBELL, P. M.; JOHNSTON, W. M.; O'BRIEN, W. J. Light scattering and gloss of an experimental quartz-filled composite. **Journal Dental Research**, Chicago, v. 65, n. 6, p. 892-894, June 1986.

COOK, W. D.; McAREE, D. C. Optical properties of esthetic restorative materials and natural dentition. **Journal of Biomedical Materials Research**, Hoboken, v. 19, n. 5, p. 469-488, May/June 1985.

ELIADES, T.; JOHNSTON, W. M.; ELIADES, G. Direct light transmittance through ceramic brackets. **American Journal of Orthodontics Dentofacial Orthopedics**, St. Louis, v. 107, n. 1, p. 11-19, Jan. 1995.

GRAJOWER, R.; WOZNIAK, W. T.; LINDSAY, J. M. Optical properties of composite resins. **Journal of Oral Rehabilitation**, Oxford, v. 9, n. 5, p. 389-399, Sept. 1982.

HIRABAYASHI, S.; HIRASAWA, T. Improvements to light transmittance in light-cured composite resins by the utilization of low refractive index dimethacrylates. **Dental Materials Journal**, Tokyo-to, v. 9, n. 2, p. 203-214, Dec. 1990.

HUNT, R. G. W. **Measuring color**. Chichester: Ellis Horwood, 1989.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **International standard 7491**: dental materials – determination of colour stability. 2. ed. Geneva: ISO, 2000.

JOHNSTON, W. M.; REISBICK, M. H. Color and translucency changes during and after curing of esthetic restorative materials. **Dental Materials**, Copenhagen, v. 13, n. 2, p. 89-97, Mar. 1997.

JOHNSTON, W. M.; O'BRIEN, W. J. Color analysis of dental modifying porcelains. **Journal Dental Research**, Chicago, v. 61, n. 3, p. 484-488, Mar. 1982.

MIYAGAWA, Y.; POWERS, J. M.; O'BRIEN, W. J. Optical properties of direct restorative materials. **Journal Dental Research**, Chicago, v. 60, n. 5, p. 890-894, May 1981.

O'KEEFE, K. L.; PEASE, P. L.; HERRIN, H. K. Variables affecting the spectral transmittance of light through porcelain veneer samples. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 66, n. 4, p. 434-438, Oct. 1991.

OPTICAL SOCIETY OF AMERICA. COMMITTEE ON COLORIMETRY. **The science of color**. Binghamton: Thomas Y. Crowell, 1953.

PAUL, S. J. *et al.* Light transmission of composite luting resins. **The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry**, Chicago, v. 16, n. 2, p. 165-173, Apr. 1996.

PEDROSA, I. **Da cor à cor inexistente**. 8. ed. Rio de Janeiro: Léo Christiano, 2002.

POWERS, J. M.; YEH, C. L.; MIYAGAWA, Y. Optical properties of composites of selected shades in white light. **Journal of Oral Rehabilitation**, Oxford, v. 10, n. 4, p. 319-324, July 1983.

SABBAGH, J. *et al.* Characterization of the organic fraction of resin composites. **Journal of Oral Rehabilitation**, Oxford, v. 31, n. 11, p. 1090-1101, Nov. 2004.

SMITH, G.; JENKINS, S. E. A note on the accuracy of inexpensive light meters for measuring luminous transmittance. **Optometry and Vision Science**, Baltimore, v. 72, n. 6, p. 426-427, June 1995.

SNELL, J. F. Radiometry and photometry. In: OPTICAL SOCIETY OF AMERICA. DRISCOLL, W. G.; VAUGHAN, W. (Ed.). **Handbook of optics**. New York: McGraw-Hill, 1978. Cap. 1. p.1-1; 1-30.

SODERHOLM, K.-J. M.; ACHANTA, S.; OLSSON, S. Variables affecting the depth of cure of composites. **Journal of Dental Research (IADR Abstracts)**, Chicago, v. 72, p. 138, 1993. Abstract 275

SUZUKI, H. *et al.* Refractive-index-adjustable fillers for visible-light-cured dental resin composites: preparation of TiO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub> glass powder by the sol-gel process. **Journal of Dental Research**, Chicago, v. 70, n. 5, p. 883-888, May 1991.

STRANG, R. *et al.* The setting of visible-light-cured resins beneath etched porcelain veneers. **British Dental Journal**, London, v. 163, n. 5, p. 149-151, Sept. 1987.

TAIRA, M.; OKAZAKI, M.; TAKAHASHI, J. Studies on optical properties of two commercial visible-light-cured composite resins by diffuse reflectance measurements. **Journal of Oral Rehabilitation**, Oxford, v. 26, n. 4, p. 329-327, Apr. 1999.

WATTS, D. C.; CASH, A. J. Analysis of optical transmission by 400-500 nm visible light into aesthetic dental biomaterials. **Journal of Dentistry**, Bristol, v. 22, n. 2, p.112-117, Apr. 1994.

WOZNIAK, W. T. *et al.* Color comparisons of composite resins of various shade designations. **Dental Materials**, Copenhagen, v. 1, n. 4, p. 121-123, Aug. 1985.

WYSZECKI, G. Colorimetry. In: OPTICAL SOCIETY OF AMERICA. DRISCOLL, W. G.; VAUGHAN, W. (Ed.). **Handbook of optics**. New York: McGraw-Hill, 1978. Cap. 9, p. 9-1;9-40.

YEARN, J. A. Factors affecting cure of visible light activated composites. **International Dental Journal**, London, v. 35, n. 3, p. 218-225, Sept.1985.



YEH, C. L.; MIYAGAWA, Y.; POWERS, J. M. Optical properties of composites of selected shades. **Journal of Dental Research**, Chicago, v. 61, n. 6, p. 797-801, June 1982.

YEH, C. L.; POWERS, J. M.; MIYAGAWA, Y. Color of selected shades of composites by reflection spectrophotometry. **Journal of Dental Research**, Chicago, v. 61, n. 10, p. 1176-1179, Oct. 1982.

ZANTNER, C. *et al.* Sliding wear of 19 commercially available composites and compomers. **Dental Materials**, Copenhagen, v. 20, n. 3, p. 277-285, Mar. 2004.

## APÊNDICE A – Fotometria

Os materiais corados reflexivos fazem uma seleção do espectro de luz de uma maneira substancialmente igual ao comportamento dos filtros, que transmitem luz de forma seletiva. Materiais coloridos raramente absorvem, transmitem ou refletem todo comprimento de onda que os atinge. Portanto, as porcentagens de Refletância (medida que se refere à reflexão), Transmitância (medida que se refere à transmissão de luz) e Absorbância (medida que se refere à absorção de luz) devem ser conhecidas por meio de medições em todos os comprimentos de onda do espectro de luz para a medição da cor de dado material (OPTICAL SOCIETY OF AMERICA, 1953).

Espectrofotometria é o processo usual de análise de luzes homogêneas. Atualmente, vários são os aparelhos utilizados para a aferição dos matizes do espectro, sendo os principais o espectroscópio e o espectrofotômetro.

O espectroscópio usualmente possui um anteparo com uma fenda localizada no foco de uma lente por onde passa a luz (matiz) a ser analisada. É composto de um colimador, um prisma refringente e uma luneta que recolhe os raios emergentes, sendo a análise da imagem colorida feita por olho humano.

O espectrofotômetro, que é um desdobramento do espectroscópio, compara de maneira mecânica as intensidades das radiações simples de duas fontes, sendo a combinação de um monocromador e de um fotômetro.

O típico processo de fotometria consiste em dispersar os componentes da luz branca (acromática) e então isolar uma das faixas coloridas (comprimento de onda) por meio de uma lâmina com uma fenda. A luz com o comprimento de onda selecionado, passando através desta fenda, é dividida em dois raios, um dos quais incide sobre a amostra; o outro incide sobre uma superfície branca de referência. A amostra, sendo um refletor de luz menos eficiente do que a referência, será proporcionalmente menos luminosa, sendo esta proporção facilmente mensurável por qualquer técnica fotométrica adequada. Este processo é repetido até que a análise da amostra tenha sido realizada em todos os comprimentos de onda desejados (PEDROSA, 2002).

A espectrofotometria de reflexão é análoga à espectrofotometria de transmissão, na qual o padrão de transmissão geralmente utilizado é o ar, e a proporção entre luz transmitida no ar e através da amostra, nos diversos comprimentos de onda, é chamada de transmitância. As peculiaridades de picos e depressões do espectro obtido (em um dos modos de análise) são altamente características dos materiais que compõem a amostra, sendo estas características utilizadas para identificação e análise (OPTICAL SOCIETY OF AMERICA, 1953).

Já para a descrição de superfícies iluminadas por luzes compostas, de comprimentos de onda heterogêneos, é utilizado o processo de colorimetria. Sua função é determinar as diferentes composições físicas da luz (incidente ou refletida) que provocam as sensações coloridas (PEDROSA, 2002). É importante distinguir as medidas físicas da luz (energia radiante), propriedades físicas dos corpos que emitem ou relacionam-se com esta energia (emissão, reflexão, transmissão ou absorção) e as sensações que estas produzem, definidas em termos psicofísicos (HUNT, 1989).

A colorimetria baseia-se na observação humana e desenvolveu-se a partir da determinação de um "observador padrão", ou seja, um padrão criado com a média das observações de um grande grupo de pessoas normais em determinadas condições de iluminação. Este observador padrão determina as constantes de sensibilidade para os comprimentos de onda da luz visível, gerando uma função de ajuste entre determinado estímulo (distribuição espectral) e a sensação (de cor) resultante.

Os princípios teóricos da colorimetria estão ligados aos dois pressupostos da lei de Gassmann, responsável, entre outros, pelos estudos iniciais do observador padrão: 1) a luminância de uma mistura é igual à soma das luminâncias das cores componentes; 2) quando duas amostras luminosas produzem a mesma impressão de cor, esta igualdade de impressão permanece inalterável ao multiplicar ou dividir cada uma delas por um mesmo número (PEDROSA, 2002).

Baseado na função de ajuste do observador padrão, foi criada a padronização de colorimetria mundialmente aceita, chamada tricromática (Comissão Internacional de Iluminação, CIE 1931). Nesta, são expressas as intensidades das três cores primárias (vermelho, verde e azul) através das coordenadas X (vermelho), Y (verde) e Z (azul), as quais são irrealis e escolhidas por questões de conveniência. A coordenada Y foi ajustada para adicionalmente fornecer a função de  $V(\lambda)$  (energia potencial em determinado comprimento de onda) (WYSZECKI, 1978).

Pela variação de quantidade de cada uma das três cores primárias componentes da amostra a ser examinada, determina-se a composição tricromática. Exemplificando, um comprimento de onda de 560 nm (máximo pico de sensibilidade do padrão fotópico) é visualmente equivalente a uma mistura compreendendo 594,5 (X), 995,0 (Y) e 003,9 (Z). A partir dos padrões de função CIE 1931  $x(\lambda)$ ,  $y(\lambda)$ ,  $z(\lambda)$

foram desdobrados os outros padrões de predição de cor (também chamados de espaço de cor) como CIE 1964 ( $X_{10}$ ,  $Y_{10}$ ,  $Z_{10}$ ), CIE 1976 ( $u'$ ,  $v'$ ), CIE 1976L\*, CIE 1976 ( $L^*$   $u^*$   $v^*$ ), CIE 1976 ( $L^*$   $a^*$   $b^*$ ). A Comissão Internacional de Iluminação também inclui especificações de padrões de iluminação (iluminantes A, B, C e  $D_{65}$ ), fontes luminosas e Refletância (ângulos de incidência e recepção).

Colorímetros, então, são equipamentos que utilizam um determinado iluminante, com determinada fonte luminosa, com ângulos específicos de iluminação e captação, para fornecer medidas específicas de um espaço de cor indicado pela Comissão Internacional de Iluminação (HUNT, 1989).

Nestes, a função  $L^*$ , do sistema CIELAB, identifica a luminância da superfície medida, e é utilizada para comparar dados absolutos de "alvura" (tradução livre do Inglês *brightness*), que se refere à sensação de claro ou escuro, ou ainda "luminosidade" (tradução livre do inglês *luminance*), que se refere à intensidade comparada (relativa) quando uma superfície é contrastada com outra ou com um padrão branco sob a mesma condição de iluminação.

## APÊNDICE B – Conceitos Relacionados Com Fotometria

Para as mais diversas finalidades, a energia radiante é avaliada em termos de taxa de transferência ou força radiante, ao contrário de ser avaliada em termos de energia total transferida. A força radiante é usualmente chamada de fluxo radiante, com símbolo  $P$ . Esta pode ser especificada em termos de *ergs* por segundo ou *watts* (joules por segundo). A composição espectral pode ser expressa em qualquer termo de variação espacial de energia radiante (ou fluxo) que seja o mais apropriado a um caso específico e a *Optical Society of America* (OPTICAL SOCIETY OF AMERICA, 1953) reserva a denominação “composição espectral” para unidades em termos absolutos.

Segundo a mesma, quando se deseja expressar dados em termos relativos, a denominação “distribuição espectral” é o mais adequado, sendo esta distribuição relativa a mais freqüentemente disponível na literatura e usualmente suficiente para a solução de problemas em colorimetria. Esta distribuição espectral pode ser expressa em termos de energia radiante ou fluxo em determinados intervalos de comprimento de onda, ou integrada para todos os comprimentos de onda analisados.

Em um modelo generalizado, quando um fluxo radiante  $P_i$  incide sobre um objeto, uma porção deste é refletido pela superfície,  $P_R$ , outra porção é absorvida,  $P_A$ , e o restante é transmitido,  $P_T$ , com ou sem dispersão. Destas premissas, pode-se derivar que a Refletância ( $R$ ,  $\rho$ ) é igual à razão entre  $P_R$  e  $P_i$  ( $P_R / P_i$ ); a

Transmitância (  $T$ ,  $\tau$  ) é igual à razão entre  $P_T$  e  $P_I$  (  $P_T / P_I$  ) e a Absorbância (  $A$ ,  $\alpha$  ) é igual à razão entre  $P_A$  e  $P_I$  (  $P_A / P_I$  ). A Transmitância / Refletância / Absorbância espectral ( $\lambda$ ) diz respeito ao fluxo medido em um dos modos para um comprimento de onda ( $\lambda$ ) em particular. Assim,

$$\rho + \tau + \alpha = 1 \quad (2)$$

$$\rho(\lambda) + \tau(\lambda) + \alpha(\lambda) = 1 \quad (3)$$

As características de Refletância / Transmitância / Absorbância não são uma condição estática do material, sendo dependentes das situações de direcionamento e distribuição espectral, tanto do fluxo incidente quanto do material, além das variantes inerentes ao equipamento utilizado para mensuração (OPTICAL SOCIETY OF AMERICA, 1953; SNELL, 1978). Amostras cujas características de Refletância ou Transmitância são uma função do comprimento de onda, são chamadas de seletivas, ou não-seletivas, caso não apresentem esta característica.

Em meios ou amostras consideradas homogêneas ou isotrópicas, todos os elementos infinitesimais do volume são idênticos em composição e propriedades ópticas. A velocidade de propagação é idêntica em todas as direções e, caso este obedeça às leis de Beer e Bouguer, a Absorbância será proporcional à espessura e concentração. Caso seja aplicado o princípio de Bouguer, também chamado de lei de Lambert, ao considerar-se camadas infinitesimais em um dado volume de material, é razoável esperar que camadas iguais irão absorver frações iguais da energia ( $P$ ) que as atinge. Caso o material seja seletivo, camadas finas irão apresentar determinada cor, enquanto camadas mais espessas irão apresentar outra.

Em materiais heterogêneos, a velocidade de propagação irá depender da direção de propagação (anisotropia). Materiais heterogêneos, ou também chamados

túrvidos, exibem granulações muito finas com variações em composição ou propriedades ópticas, sendo estas variações responsáveis por considerável dispersão da energia radiante.

A lei de dispersão de Rayleigh determina que, quando as heterogeneidades possuem dimensões menores que o comprimento de onda da energia incidente, a energia é desviada da direção de propagação retilínea (normal), e a fração do fluxo (P) incidente dispersado é inversamente proporcional a um quarto da potência do comprimento de onda.

O fluxo transmitido por qualquer meio túrvido emerge com uma distribuição angular muito ampla e, portanto, a proporção do fluxo incidente transmitido sem desvio (chamado de Transmitância direta ou especular) é sempre menor que o transmitido com desvio (chamado de Transmitância difusa). A proporção entre a Transmitância direta e difusa é chamada de coeficiente de Callier e é denominada pela letra Q.

Tanto a Transmitância quanto à densidade óptica de meios túrvidos não obedecem a qualquer fórmula simples, como as de Beer-Lambert, sendo objeto de extensas investigações, com resultados considerados de muita importância em várias aplicações da colorimetria (OPTICAL SOCIETY OF AMERICA, 1953).



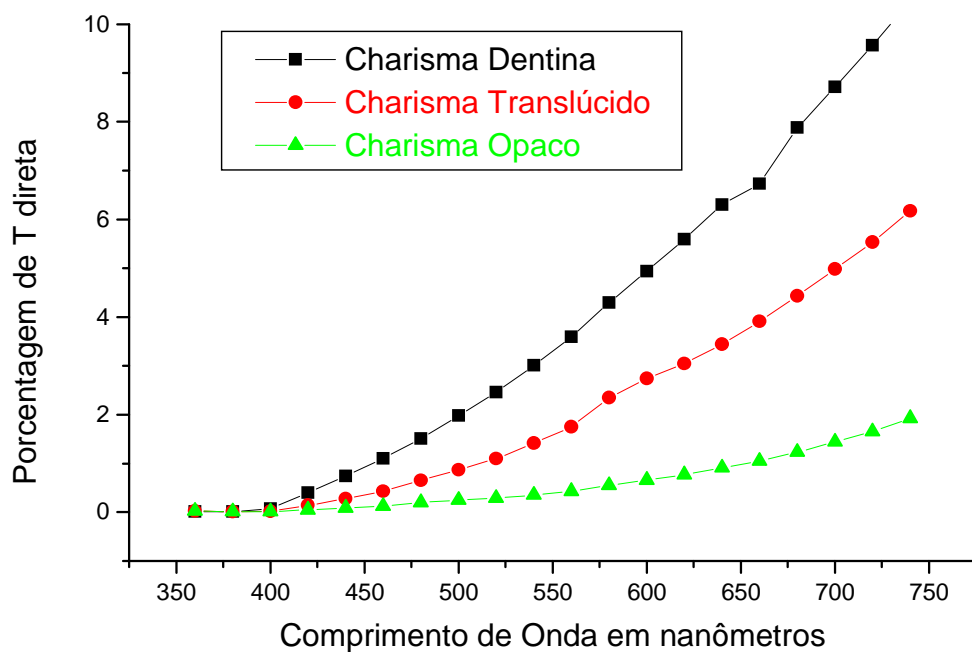
**APÊNDICE C - Espectros de Transmitância Direta**

Gráfico 20: Espectros de porcentagem de Transmitância direta para resina composta Charisma nas cores Dentina, Translúcido e Opaco

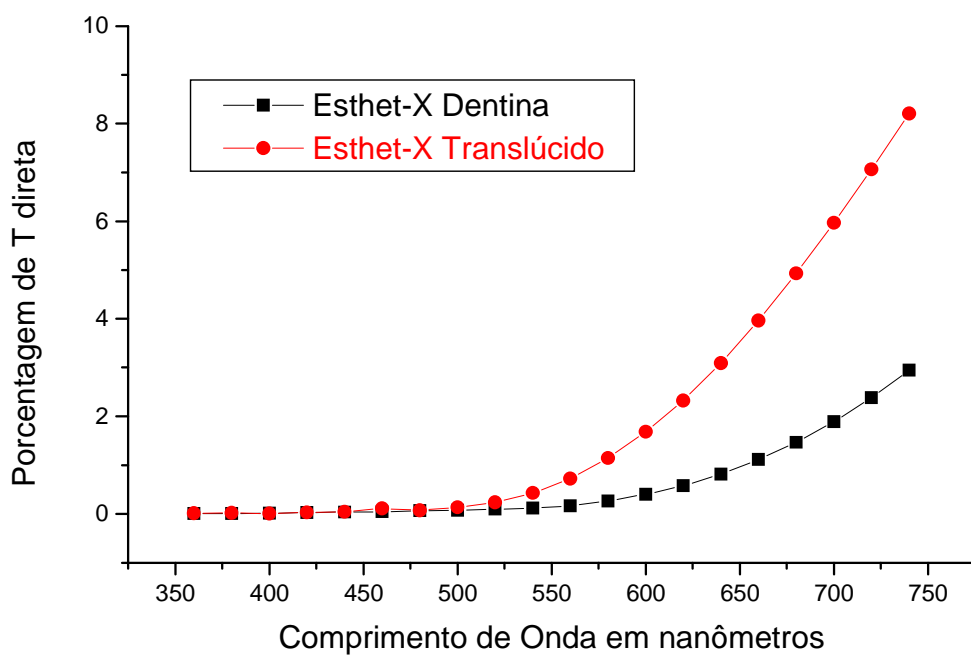


Gráfico 21: Espectros de porcentagem de Transmitância direta para resina composta Esthet-X nas cores Dentina e Translúcido

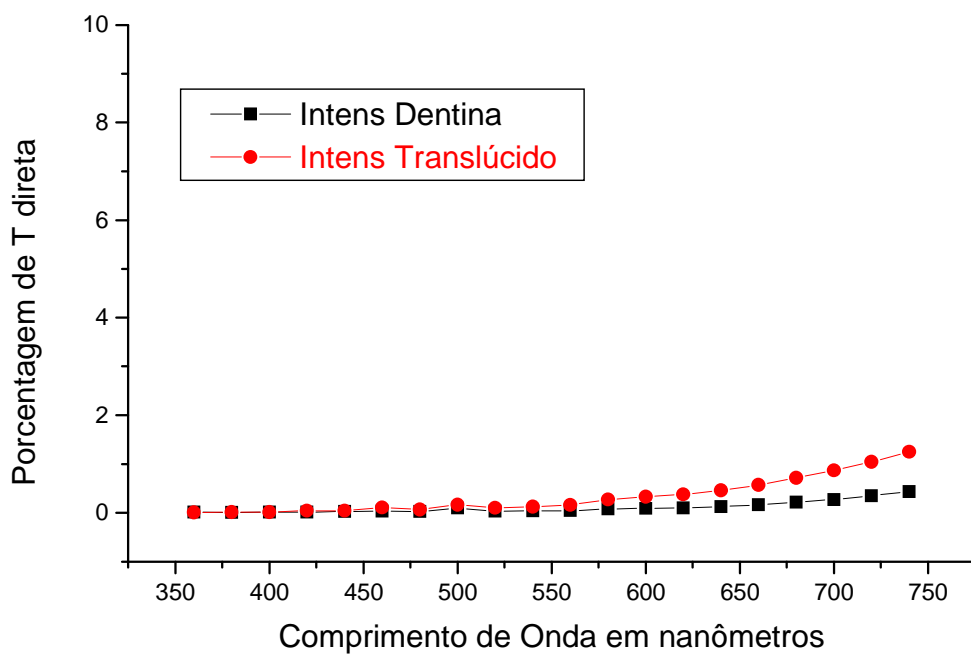


Gráfico 22: Espectros de porcentagem de Transmitância direta para resina composta Intens nas cores Dentina e Translúcido

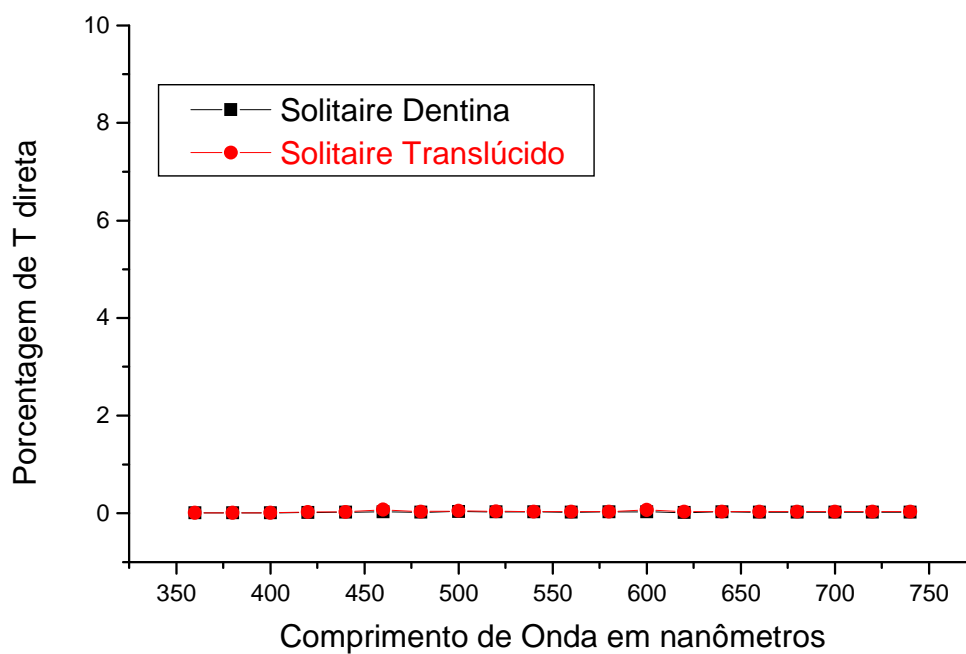


Gráfico 23: Espectros de porcentagem de Transmitância direta para resina composta Solitaire nas cores Dentina e Translúcido

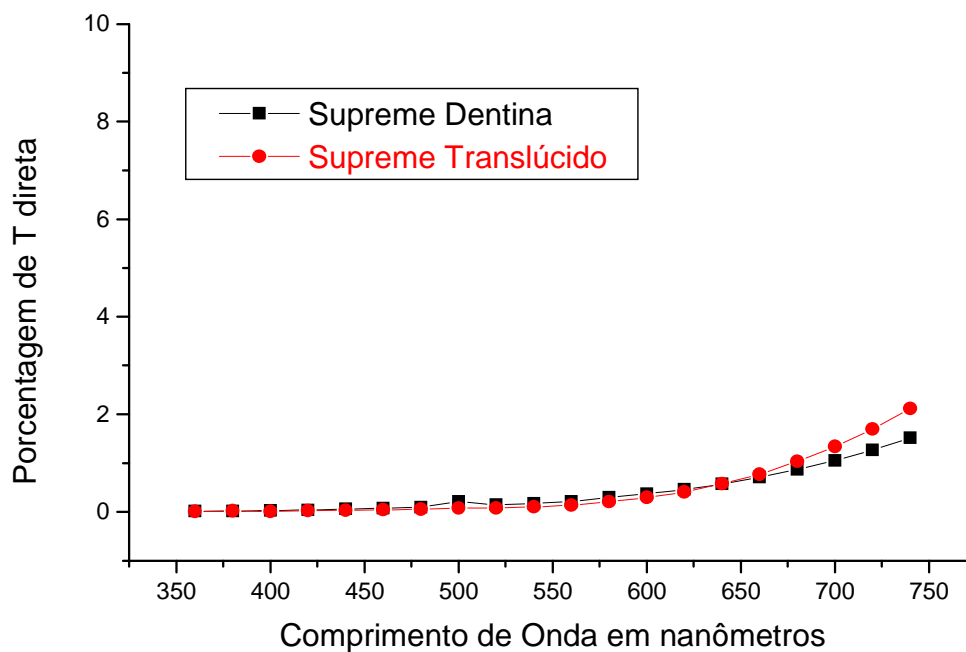


Gráfico 24: Espectros de porcentagem de Transmitância direta para resina composta Supreme nas cores Dentina e Translúcido

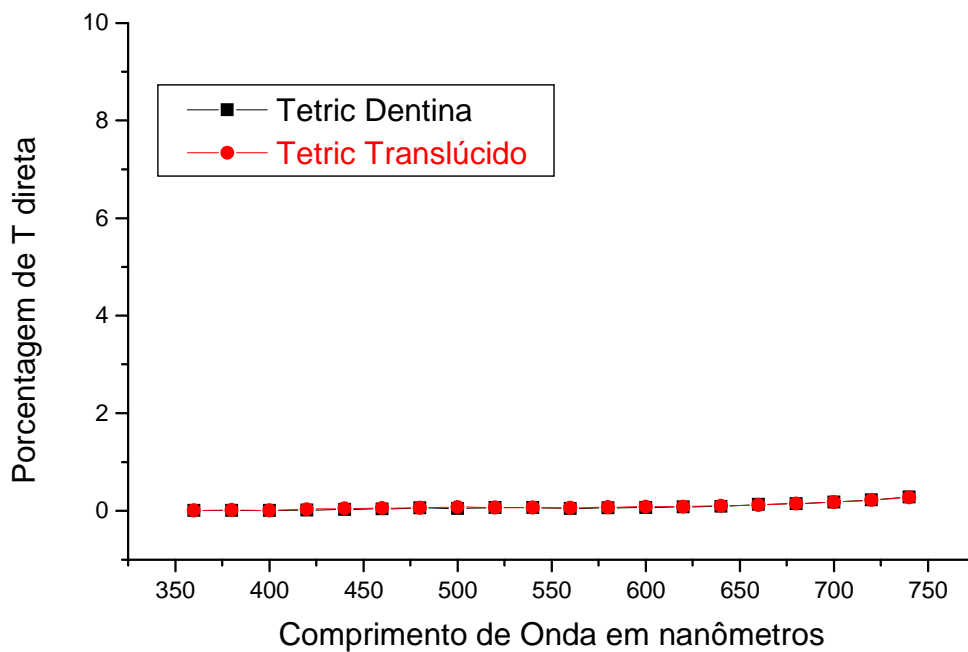


Gráfico 25: Espectros de porcentagem de Transmitância direta para resina composta Tetric nas cores Dentina e Translúcido

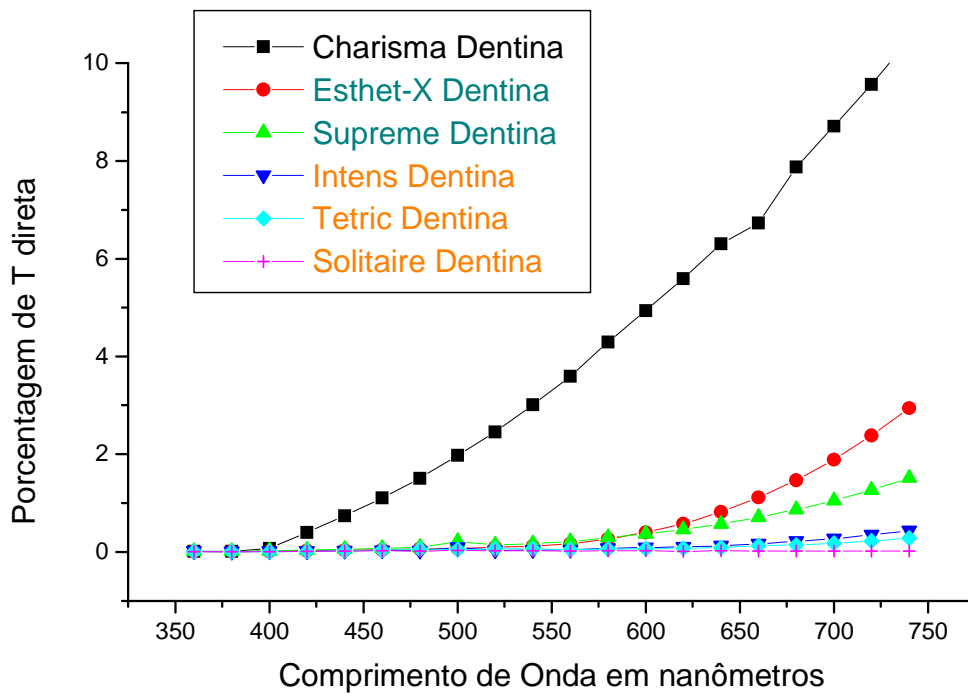


Gráfico 26: Espectros de porcentagem de Transmitância direta para as resinas compostas na cor Dentina em ordem decrescente de valores de porcentagem de Transmitância direta para o espectro completo. Resinas compostas com mesma cor não diferiram estatisticamente

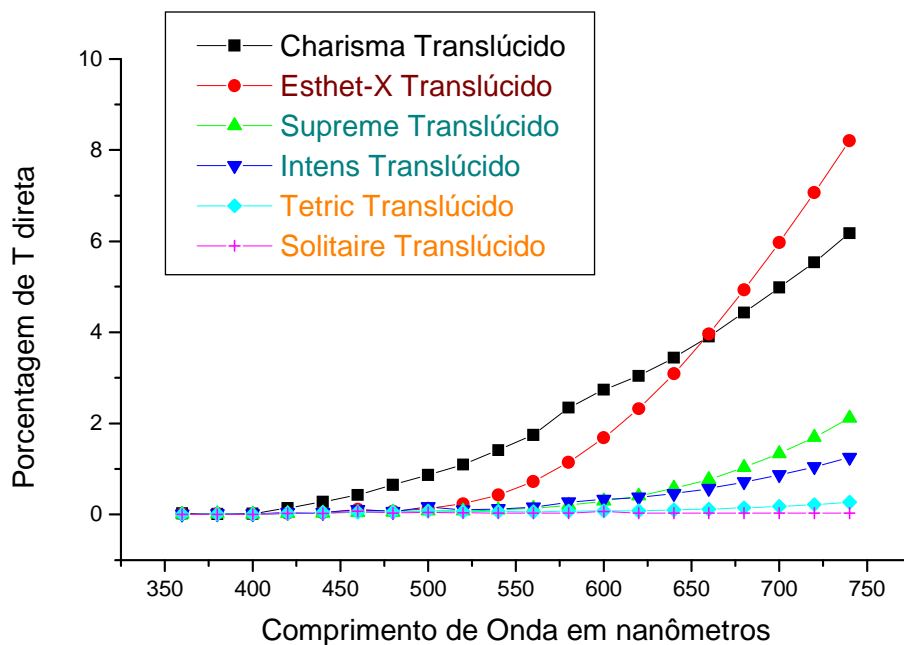


Gráfico 27: Espectros de porcentagem de Transmitância direta para as resinas compostas na cor Translúcida em ordem decrescente de valores de porcentagem de Transmitância direta para o espectro completo. Resinas compostas com mesma cor não diferiram estatisticamente

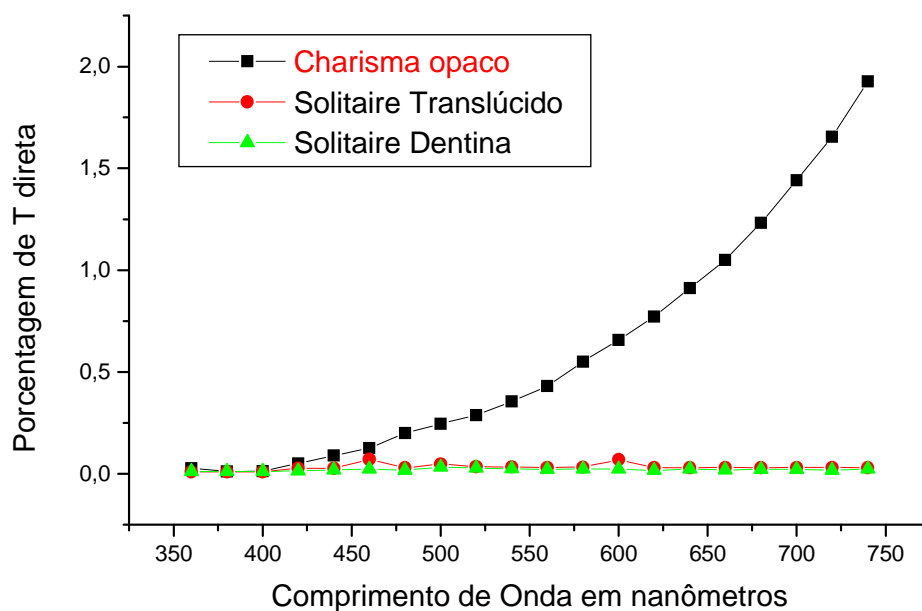


Gráfico 28: Espectros de porcentagem de Transmitância direta para a resina composta Charisma na cor Opaca e resina composta Solitaire nas cores Dentina e Translúcida em ordem decrescente de valores de porcentagem de Transmitância direta para o espectro completo. A resina composta Charisma cor Opaca diferiu estatisticamente dos outros dois materiais

**APÊNDICE D - Dados de porcentagem de Transmitância Direta utilizados para  
análise estatística**

CP	LEITURA	RESINA	COR	% T	400 nm	560 nm	700 nm	
1	1	1	1	1	3,9487	0,0875	3,8132	9,1038
1	2	1	1	1	3,9546	0,0856	3,8234	9,1302
1	3	1	1	1	3,7716	0,0863	3,8287	9,1445
2	1	1	1	1	3,2204	0,0519	3,1043	7,6557
2	2	1	1	1	3,2295	0,0539	3,1076	7,6754
2	3	1	1	1	3,2314	0,0533	3,1206	7,6883
3	1	1	1	1	3,9907	0,0881	3,8315	9,3044
3	2	1	1	1	4,0019	0,0931	3,8541	9,3264
3	3	1	1	1	4,0080	0,0756	3,8479	9,3528
1	1	1	2	1,8340	0,0218	1,6108	4,6836	
1	2	1	2	1,8233	0,0146	1,6038	4,6875	
1	3	1	2	1,8335	0,0196	1,6076	4,6839	
2	1	1	2	2,0721	0,0290	1,8534	5,1853	
2	2	1	2	2,0757	0,0208	1,8518	5,1877	
2	3	1	2	2,0731	0,0282	1,8590	5,1826	
3	1	1	2	2,0102	0,0173	1,7785	5,0736	
3	2	1	2	2,0123	0,0213	1,7801	5,0789	
3	3	1	2	2,0110	0,0148	1,7767	5,0770	
1	1	1	3	0,5131	0,0100	0,4151	1,4027	
1	2	1	3	0,5163	0,0100	0,4232	1,3983	
1	3	1	3	0,5127	0,0100	0,4201	1,3971	
2	1	1	3	0,5381	0,0100	0,4448	1,4799	
2	2	1	3	0,5330	0,0102	0,4376	1,4778	
2	3	1	3	0,5364	0,0235	0,4388	1,4722	
3	1	1	3	0,5127	0,0100	0,4201	1,3971	
3	2	1	3	0,5330	0,0102	0,4376	1,4778	
3	3	1	3	0,5364	0,0235	0,4388	1,4722	
1	1	2	1	0,5004	0,0102	0,1965	2,1178	
1	2	2	1	0,4909	0,0100	0,1885	2,0817	
1	3	2	1	0,4878	0,0151	0,1781	2,0670	
2	1	2	1	0,4641	0,0124	0,1871	1,9217	
2	2	2	1	0,4607	0,0126	0,1812	1,9130	
2	3	2	1	0,4611	0,0123	0,1769	1,9010	
3	1	2	1	0,3912	0,0284	0,1369	1,6743	
3	2	2	1	0,3896	0,0127	0,1397	1,6756	
3	3	2	1	0,3923	0,0152	0,1369	1,6748	
1	1	2	2	1,6621	0,0101	0,7837	6,1530	
1	2	2	2	1,6240	0,0100	0,7706	6,1390	
1	3	2	2	1,6225	0,0100	0,7742	6,1294	
2	1	2	2	1,7022	0,0100	0,7900	6,5611	

2	2	2	2	1,7127	0,0100	0,7975	6,5849
2	3	2	2	1,7109	0,0100	0,7932	6,5816
3	1	2	2	1,3270	0,0106	0,5920	5,1990
3	2	2	2	1,3245	0,0100	0,5942	5,1886
3	3	2	2	1,3200	0,0128	0,5923	5,1829
1	1	3	1	0,0713	0,0100	0,0340	0,2567
1	2	3	1	0,0697	0,0100	0,0332	0,2604
1	3	3	1	0,0703	0,0100	0,0311	0,2527
2	1	3	1	0,0812	0,0100	0,0413	0,2984
2	2	3	1	0,0818	0,0100	0,0366	0,2928
2	3	3	1	0,0822	0,0100	0,0351	0,2991
3	1	3	1	0,0927	0,0120	0,0576	0,2626
3	2	3	1	0,1238	0,0245	0,0583	0,2580
3	3	3	1	0,0902	0,0100	0,0472	0,2675
1	1	3	2	0,2643	0,0221	0,1566	0,8371
1	2	3	2	0,2569	0,0124	0,1549	0,8299
1	3	3	2	0,2562	0,0152	0,1614	0,8129
2	1	3	2	0,2886	0,0177	0,1767	0,9186
2	2	3	2	0,2845	0,0121	0,1708	0,9099
2	3	3	2	0,2845	0,0181	0,1734	0,9131
3	1	3	2	0,2683	0,0123	0,1520	0,8832
3	2	3	2	0,3253	0,0100	0,1404	0,8563
3	3	3	2	0,2583	0,0100	0,1468	0,8505
1	1	4	1	0,0193	0,0100	0,0218	0,0210
1	2	4	1	0,0229	0,0100	0,0248	0,0220
1	3	4	1	0,0223	0,0125	0,0252	0,0227
2	1	4	1	0,0249	0,0100	0,0286	0,0254
2	2	4	1	0,0221	0,0100	0,0279	0,0543
2	3	4	1	0,0248	0,0100	0,0237	0,0202
3	1	4	1	0,0169	0,0100	0,0148	0,0114
3	2	4	1	0,0168	0,0124	0,0100	0,0122
3	3	4	1	0,0202	0,0131	0,0227	0,0107
1	1	4	2	0,0556	0,0100	0,0348	0,0409
1	2	4	2	0,0560	0,0100	0,0417	0,0386
1	3	4	2	0,0366	0,0100	0,0411	0,0406
2	1	4	2	0,0359	0,0100	0,0367	0,0323
2	2	4	2	0,0368	0,0100	0,0376	0,0341
2	3	4	2	0,0340	0,0100	0,0344	0,0341
3	1	4	2	0,0215	0,0100	0,0170	0,0255
3	2	4	2	0,0217	0,0100	0,0127	0,0197
3	3	4	2	0,0207	0,0100	0,0179	0,0155
1	1	5	1	0,3607	0,0182	0,1966	0,9788
1	2	5	1	0,3084	0,0104	0,2011	0,9847
1	3	5	1	0,3137	0,0300	0,2048	0,9862
2	1	5	1	0,2992	0,0260	0,1997	0,9509
2	2	5	1	0,2992	0,0263	0,2043	0,9468
2	3	5	1	0,2973	0,0103	0,1846	0,9491
3	1	5	1	0,3763	0,0318	0,2356	1,2214
3	2	5	1	0,3782	0,0215	0,2454	1,2254
3	3	5	1	0,3812	0,0436	0,2419	1,2244
1	1	5	2	0,2909	0,0100	0,1189	1,2047
1	2	5	2	0,2914	0,0101	0,1221	1,2082
1	3	5	2	0,2899	0,0100	0,1260	1,2043
2	1	5	2	0,3933	0,0129	0,1596	1,6141

2	2	5	2	0,3912	0,0103	0,1687	1,6097
2	3	5	2	0,3909	0,0100	0,1688	1,6118
3	1	5	2	0,2915	0,0101	0,1189	1,2047
3	2	5	2	0,2914	0,0101	0,1221	1,2082
3	3	5	2	0,2899	0,0100	0,1260	1,2043
1	1	6	1	0,0690	0,0100	0,0487	0,1786
1	2	6	1	0,0699	0,0102	0,0468	0,1783
1	3	6	1	0,0715	0,0100	0,0546	0,1795
2	1	6	1	0,0707	0,0100	0,0544	0,1766
2	2	6	1	0,0716	0,0102	0,0572	0,1796
2	3	6	1	0,0726	0,0100	0,0550	0,1759
3	1	6	1	0,0686	0,0100	0,0487	0,1786
3	2	6	1	0,0699	0,0102	0,0468	0,1783
3	3	6	1	0,0717	0,0100	0,0546	0,1795
1	1	6	2	0,0868	0,0124	0,0666	0,2045
1	2	6	2	0,0863	0,0102	0,0661	0,2069
1	3	6	2	0,0886	0,0125	0,0663	0,2134
2	1	6	2	0,0747	0,0100	0,0597	0,1630
2	2	6	2	0,0758	0,0100	0,0634	0,1618
2	3	6	2	0,0748	0,0102	0,0574	0,1629
3	1	6	2	0,0747	0,0100	0,0597	0,1630
3	2	6	2	0,0758	0,0100	0,0634	0,1618
3	3	6	2	0,0748	0,0102	0,0574	0,1629

### Legenda

#### RESINAS

- 1 CHARISMA
- 2 ESTHET-X
- 3 INTENS
- 4 SOLITAIRE
- 5 SUPREME
- 6 TETRIC

#### CORES

- 1 DENTINA
- 2 TRANSLÚCIDO
- 3 OPACO



**ANEXO A – Aprovação da Pesquisa pela Comissão Científica e de Ética**

*Comissão Científica e de Ética  
Faculdade da Odontologia da PUCRS*

---

Porto Alegre 20 de outubro de 2003.

**O Projeto de: Pesquisa**

**Protocolado sob nº:** 0063/03

**Intitulado:** Avaliação dos níveis de cinza de resinas compostas do tipo "Flow" utilizando radiografias digitais e digitalizadas

**do(a) aluno(a):** Alexandre Severo Masotti

**Programa de:** Odontologia

**do curso de:** Dentística Restauradora

**Nível:** Doutorado

**Orientado pelo(a):** Profa. Dra. Nilza Pereira da Costa

Foi **aprovado** pela Comissão Científica e de Ética da Faculdade de Odontologia da PUCRS em 16 de outubro de 2003.

**Profa. Dra. Elaine Bauer Veeck**  
Presidente da Comissão Científica e de Ética da  
Faculdade de Odontologia da PUCRS

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M399a Masotti, Alexandre Severo  
Avaliação da transmitância direta de resinas compostas  
por meio de espectrofotometria de UV-visível / Alexandre  
Severo Masotti. – Porto Alegre, 2005.  
105 f. : il.

Tese (Doutorado) – Fac. de Odontologia, PUCRS, 2005.  
Orientador: Profª. Drª. Ana Maria Spohr.

1. Dentística. 2. Resinas Compostas. 3. Transmitância.  
4. Translucidez. 5. Espectrofotometria. 6. Cor (Odontologia).  
7. Luz (Odontologia). 8. Materiais Dentários. I. Título.  
II. Spohr, Ana Maria.

CDD 617.675

Bibliotecária Responsável  
Iara Breda de Azeredo  
CRB 10/1379