



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CAMPUS AVANÇADO GOVERNADOR VALADARES
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA VIDA
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA**



EFEITO DO GRAU DE TRANSLUCIDEZ NA RADIOPACIDADE DE RESINAS COMPOSTAS

EDUARDO LOPES SOARES DE OLIVEIRA

2018

EDUARDO LOPES SOARES DE OLIVEIRA

**EFEITO DO GRAU DE TRANSLUCIDEZ NA RADIOPACIDADE
DE RESINAS COMPOSTAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Odontologia, da Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Eliseu Aldrighi Münchow

Co-Orientador: Profa. Dra. Francielle Silvestre Verner

Governador Valadares

2018

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Oliveira, Eduardo Lopes Soares de.

Efeito do grau de translucidez na radiopacidade de resinas compostas / Eduardo Lopes Soares de Oliveira. -- 2018.

40 f. : il.

Orientador: Eliseu Aldrighi Münchow

Coorientadora: Francielle Silvestre Verner

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Avançado de Governador Valadares, Instituto de Ciências da Vida - ICV, 2018.

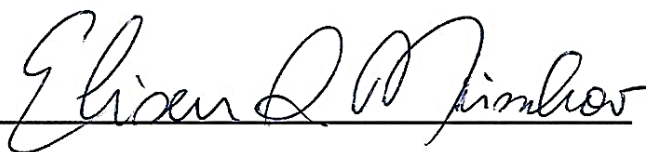
1. Parâmetro de translucidez. 2. CIEL *a*b*. 3. Resinas bulk-fill. 4. Radiação X. 5. Radiografia dentária digital. I. Münchow, Eliseu Aldrighi , orient. II. Verner, Francielle Silvestre , coorient. III. Título.

EDUARDO LOPES SOARES DE OLIVEIRA

**EFEITO DO GRAU DE TRANSLUCIDEZ NA RADIOPACIDADE
DE RESINAS COMPOSTAS**

Aprovada em 04 de DEZEMBRO de 2018, por:

Banca Examinadora



Prof. Dr. Eliseu Aldrichi Münchow
Orientador – UFJF/GV



Prof. Dr. Maurício Augusto Aquino de Castro
Examinador – UFJF/GV



Profa. Mestre Cacilda Cunha Ferraz
Examinadora – UFJF/GV

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Joseni Lopes Moura de Oliveira e Geraldo Soares de Oliveira, que com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até essa etapa de minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional nas horas difíceis de desânimo e cansaço. Mãe, minha heroína, seus cuidados e dedicação foram o que deram esperança para seguir até o fim. Pai, sua presença significou segurança e certeza que não estou sozinho nessa caminhada.

Aos meus irmãos Robson e Glaucione, aos meus tios e tias, primos e primas. Enfim, toda a minha família, por acreditarem em mim.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Eliseu Aldrighi Münchow, e co-orientadora, Profa. Dra. Francielle Silvestre Verner, pelos empenhos dedicados à elaboração deste trabalho. Muito obrigado pela paciência, pelos incentivos e pela força, principalmente pelo carinho.

Aos professores Dr. Maurício Augusto Aquino de Castro e Profa. Mestre Cacilda Cunha Ferraz, presentes nessa banca examinadora, por terem aceito o convite de participarem desse momento tão gratificante em minha vida.

A todos os professores do Departamento de Odontologia da UFJF-GV, por me proporcionarem o conhecimento não apenas racional, mas também a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional. Aos quais, sem nominar, terão os meus eternos agradecimentos.

Aos meus amigos, pelas contribuições valiosas, pelas alegrias, tristezas e dores compartilhadas.

A todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte da minha formação acadêmica, o meu muito obrigado.

EPÍGRAFE

“Todas as conquistas começam com o simples ato de acreditar que elas são possíveis.”

Autor desconhecido

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do grau de translucidez na radiopacidade de diferentes resinas compostas. Oito resinas de três diferentes fabricantes foram selecionadas neste estudo, totalizando-se vinte e quatro materiais avaliados. Resinas de dentina, de esmalte, *bulk-fill* e de efeito, em diferentes cores, foram selecionadas dos seguintes fabricantes: 3M ESPE (nanoparticuladas), Ivoclar (nano-híbridas) e FGM (micro-híbridas). Amostras de cada resina foram preparadas (n=5) utilizando-se um molde de silicone (5 mm diâmetro x 1,5 mm espessura); amostras de dentina e esmalte humanos, nas mesmas medidas, também foram preparados. O grau de translucidez de cada resina foi então mensurado a partir do método de parâmetro de translucidez (PT), usando-se um espectrofotômetro digital (Vita Easyshade) e o sistema CIEL*a*b*. Cada amostra foi mensurada em fundo branco e preto, e os dados anotados para posterior cálculo do PT. Ainda, todas as amostras foram radiografadas em um sistema de radiografias digitais semi-direto de placas de fósforo fotoestimuláveis, para mensuração da radiopacidade dos materiais, em mmAl. Todos os dados obtidos foram analisados com ANOVA uma via e Tukey ($\alpha=5\%$); ainda, os dados de PT e radiopacidade foram correlacionados pelo teste de correlação de Spearman. No geral, as resinas *bulk-fill* e de efeito apresentaram-se mais translúcidas do que as demais resinas testadas; enquanto as resinas de corpo e de esmalte demonstraram grau de translucidez intermediário à dentina e ao esmalte, as resinas de dentina foram aquelas mais padronizadas, apresentando translucidez semelhante à dentina humana. Todas as resinas avaliadas demonstraram radiopacidade similar ou superior ao esmalte humano, exceto pela resina Empress Direct na cor Trans Opal, a qual apresentou ausência de radiopacidade. Dentina e esmalte apresentaram radiopacidade similar a 1 e 2 mmAl, respectivamente. Conclui-se que as resinas investigadas apresentam diferenças quanto ao seu grau de translucidez e radiopacidade, sem, no entanto, haver correlação entre estas duas propriedades.

Palavras chave: Parâmetro de translucidez, CIEL*a*b*, Resinas *bulk-fill*, Radiação X, Radiografia dentária digital

ABSTRACT

The purpose of this study was to correlate the translucency degree of different resin composites on their radiopacity. Eight resin composites from three different manufacturers were selected, totalizing twenty-four materials. Resins used to restore dentin and enamel, and translucent and bulk-fill resins, in distinct colors, were selected from the following manufacturers: 3M ESPE (nanofilled), Ivoclar (nanohybrid) and FGM (microhybrid). Samples of each resin were prepared (n=5) using a silicon mold (5 mm diameter × 1,5 mm thickness); human samples of dentin and enamel were also prepared. The translucency degree of each resin was then measured using the translucent parameter (TP) method, and using a digital spectrophotometer (Vita Easyshade) and the CIE $L^*a^*b^*$ color system. Each sample was measured over white and black backgrounds, and data was noted for posterior TP calculation. Also, all the samples were x-rayed using a photostimulable phosphor plate system, for measurement of the materials radiopacity, in mmAl. All data were analyzed using One Way ANOVA and Tukey ($\alpha=5\%$); in addition, data for TP and radiopacity were correlated using Spearman correlation test. Overall, the translucent and bulk-fill resin composites showed greater translucency than the other resins; while the body and enamel materials showed intermediate translucency to dentin and enamel, the dentin resins were more standardized, presenting similar translucency to human dentin. All tested resin composites showed similar or superior radiopacity to human enamel, except by the Empress Direct resin with Trans Opal color, which was not radiopaque. Dentin and enamel showed radiopacity similar to 1 and 2 mmAl, respectively. In conclusion, the resin composites investigated in this study demonstrated differences regarding their translucency degree and radiopacity, without any positive relationship between these two properties.

Keywords: Translucent parameter, CIE $L^*a^*b^*$, Bulk-fill resin composites, X-Ray radiation, Dental digital radiography.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	01
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	03
3 RESULTADOS.....	08
4 DISCUSSÃO.....	15
5 CONCLUSÃO.....	22
REFERÊNCIAS.....	23
ANEXOS.....	28

1 INTRODUÇÃO

A odontologia restauradora tem um papel importante não apenas sobre o ponto de vista mecânico e biológico, mas também no contexto social, onde a estética é um apelo constante em restaurações de dentes anteriores e posteriores.¹ Dentre os materiais restauradores estéticos presentes atualmente no mercado, as resinas compostas têm uma satisfatória capacidade de mimetizar as propriedades ópticas dos tecidos dentais, não apenas devolvendo características relacionadas à cor, mas também quanto à proporção correta de opacidade e translucidez,^{2,3} as quais influenciam diretamente no policromatismo natural dos dentes.

Para se obter um resultado final estético satisfatório em restaurações diretas utilizando resina composta, é imprescindível seguir diversos passos clínicos, desde a realização de procedimentos pré-operatórios, seleção do material mais adequado, seleção correta da cor, isolamento do campo operatório, até a confecção da restauração em si. Apesar de ser um procedimento clínico de fácil a moderada execução, a escolha perfeita da cor da resina bem como da espessura ideal de material opaco e translúcido que deverão ser utilizados, tornam-se um grande desafio ao clínico.³⁻⁵ Existem resinas mais opacas para se restabelecer a dentina, resinas moderadamente translúcidas para a restauração do esmalte e, ainda, resinas com elevado grau de translucidez para confecção de efeitos específicos que alguns dentes podem apresentar, como as zonas translúcidas entre o halo incisal e os mamelos dentários³. Dessa forma, a técnica de confecção usando-se resinas compostas envolve geralmente o princípio da estratificação dental, onde camadas da restauração serão construídas com diferentes resinas, cada uma com um grau específico de opacidade e translucidez.

O grau de opacidade e translucidez das resinas compostas pode ser modificado conforme a maior ou menor concentração de partículas inorgânicas ou também através da utilização de componentes (pigmentos) mais ou menos opacos/translúcidos.⁶ Quanto maior o conteúdo de carga inorgânica presente na resina, maior a sua opacidade, visto que as partículas têm geralmente um índice de refração elevado, reduzindo a passagem de luz pelo material, tornando-o mais opaco. Por outro lado, quanto menor o conteúdo de carga inorgânica na resina, mais translúcido o material se torna, facilitando a passagem de luz.⁷ Não menos

importante, algumas partículas inorgânicas são mais opacas do que outras, já que são constituídas por elementos químicos de elevado número atômico (ex., bário, estrôncio, zinco, zircônio, itérbio).^{8,9} Dessa forma, o material adquire maior opacidade, diferentemente das resinas contendo partículas como sílica e quartzo, às quais são compostas por elementos químicos com menor número atômico (ex., silício, carbono, oxigênio, hidrogênio).

Além de influenciar na opacidade e translucidez das resinas compostas, o número atômico dos elementos químicos que constituem as partículas de carga do material também influenciam outra propriedade importante: a radiopacidade.¹⁰ Por conceito, radiopacidade é uma propriedade óptica relacionada à interação da radiação eletromagnética, particularmente a radiação-x, com um determinado material.¹¹ Os materiais que inibem a passagem dos raios x são denominados radiodensos/radiopacos, enquanto que aqueles que possibilitam mais facilmente a passagem da radiação, são conhecidos como radiolucidos/radiolúcidos.^{12,13} Na prática, esta propriedade permite distinguir o material restaurador dos tecidos dentais, avaliar corretamente o contorno da restauração, visualizar a adaptação marginal do material,^{14,15} distinguir bolhas que podem surgir em decorrência da inserção incorreta do material na cavidade, além de permitir a identificação de lesões cariosas recidivas (cárie secundária).¹⁶ Quanto maior o número atômico dos elementos que constituem a composição do material, mais radiopaco ele se torna; por outro lado, se a resina for constituída apenas por elementos com pequeno número atômico, a mesma se apresentará como um material radiolúcido.¹⁷

Muitos trabalhos são realizados a fim de investigar as propriedades ópticas dos materiais restauradores como as resinas compostas. Entretanto, não existe trabalho correlacionando as características de translucidez com a propriedade de radiopacidade. Considerando que resinas compostas podem apresentar variações na sua composição química, tornando a escolha do material complexa, torna-se importante investigar o efeito da translucidez na radiopacidade do material. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi o de avaliar o efeito do grau de translucidez na radiopacidade de diferentes resinas compostas. A hipótese testada foi a de que quanto maior o grau de translucidez da resina, menor a sua radiopacidade.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Materiais utilizados e desenho experimental do estudo

O presente estudo *in vitro* envolveu a confecção de amostras (5 mm de diâmetro × 1,5 mm de espessura) de diferentes resinas compostas (micro-híbridas, nano-híbridas e nanoparticuladas) contendo diferentes graus de translucidez. Cada amostra foi avaliada quanto ao seu parâmetro de translucidez e radiopacidade, buscando-se correlacionar estas duas propriedades entre si. Ao todo, 24 resinas diferentes foram utilizadas neste estudo. As características básicas e informações de cada resina estão demonstrados na Tabela 1.

2.2. Preparo das amostras de resina composta e dente

Uma matriz de silicone contendo orifícios (5 mm diâmetro × 1,5 mm espessura) foi utilizada como molde para a fabricação de cinco amostras de cada resina testada (Figura 1a). O material foi aplicado no molde usando-se uma espátula de inserção (Figura 1b); após preencher o espaço do molde, uma matriz de poliéster foi posicionada na superfície da resina para extravasamento do excesso de material (Figura 1c), seguido de foto-ativação por 20 s usando-se um diodo emissor de luz (Emitter C; Schuster, Santa Maria, RS, Brasil), com irradiância de 1250 mW/cm² (Figura 1d). Cada amostra foi inspecionada acerca de imperfeições superficiais e laterais, as quais foram devidamente removidas por meio de acabamento com lixas abrasivas de carbeto de silício (#1200) (Figura 1 e-f). Amostras de esmalte e dentina também foram preparadas, nas mesmas dimensões descritas anteriormente, para comparação com as amostras de resina. Terceiros molares humanos foram utilizados para o preparo das amostras dentais, após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Juiz de Fora (parecer Nº 2.743.388; Anexo I).

2.3. Avaliação do parâmetro de translucidez (PT) das resinas

O grau de translucidez das resinas foi avaliado pelo método do parâmetro de translucidez (PT), usando-se um espectrofotômetro digital (Vita Easyshade; Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemanha) e o sistema de cor CIEL*a*b* (CIE; Comissão Internationale de L'éclairage, 1976).¹⁸ Cada amostra foi

mensurada contra um fundo branco ($L_W^* = 94,44$; $a_W^* = 0,26$; $b_W^* = 1,69$) e fundo preto ($L_B^* = 1,38$; $a_B^* = 0,00$; $b_B^* = 0,06$) (Figura 2). O PT foi calculado utilizando-se a seguinte fórmula:¹⁹

$$PT = [(L_W^* - L_B^*)^2 + (a_W^* - a_B^*)^2 + (b_W^* - b_B^*)^2]^{1/2}$$

Tabela 1. Informações de marca, cor, lote, composição básica e conteúdo total de partículas de carga das resinas compostas utilizadas neste estudo.

Marca	Resina composta	Cor (Lote)	Composição básica	Carga (peso)
FGM	Opallis	A1D (180817)	Bis-GMA, Bis-EMA, TEGDMA, UDMA, CQ, co-iniciador, silano, vidro de bário-alumino silicato silanizado, pigmentos, sílica	79,8%
	Opallis	A3D (260617)		
	Opallis	A1E (180817)	Monômeros uretanadimetacrílicos, co-iniciador, fotoiniciador, estabilizantes, pigmentos, sílica silanizada	79%
	Opallis	A3E (260617)		
	Opus Bulk Fill	A1 (100817)	Dimetacrilatos, pré-polímeros, vidro de bário-alumino silicato, Yb ₂ F ₃ , iniciadores	60%
	Opus Bulk Fill	A3 (070817)		
	Opus Bulk Fill Flow	A1 (180317)		
	Opus Bulk Fill Flow	A3 (110417)		
Ivoclar	Empress Direct	BL-L (P73680)	Dimetacrilatos, vidro de bário-alumino silicato, iniciadores	78,1%
	Empress Direct	B1D (P58317)		
	Empress Direct	A1D (P58317)	Dimetacrilatos, pré-polímeros, vidro de bário-alumino silicato, iniciadores	72,2%
	Empress Direct	B1E (P58317)		
	Empress Direct	BL-XL (P59478)		
	Empress Direct	A1E (P55580)		
3M ESPE	Empress Direct	Trans 30 (N58446)	Dimetacrilatos, pré-polímeros, vidro de bário-alumino silicato, sílica, iniciadores	20%
	Empress Direct	Trans Opal (N58446)		
	Filtek Z350 XT	A1D (N812985)	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, Bis-EMA 6, sílica, zircônia, aglomerados de zircônica/sílica	78,5%
	Filtek Z350 XT	A1B (N187685)		
	Filtek Z350 XT	A1E (588002)		
	Filtek Z350 XT	A3D (646789)		
	Filtek Z350 XT	A3B (590078)		
	Filtek Z350 XT	A3E (761710)		
Filtek Z350 XT	WE (N902169)			
Filtek Bulk Fill	Universal (N653369)	Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA 6, Procrylat, zircônica/sílica, Yb ₂ F ₃	64,5%	

Bis-GMA: bisfenol-A diglicidil dimetacrilato; Bis-EMA: bisfenol-A etoxilado dimetacrilato; TEGDMA: trietilenoglicol dimetacrilato; UDMA: uretano dimetacrilato; Yb₂F₃: trifluoreto de itérbio.

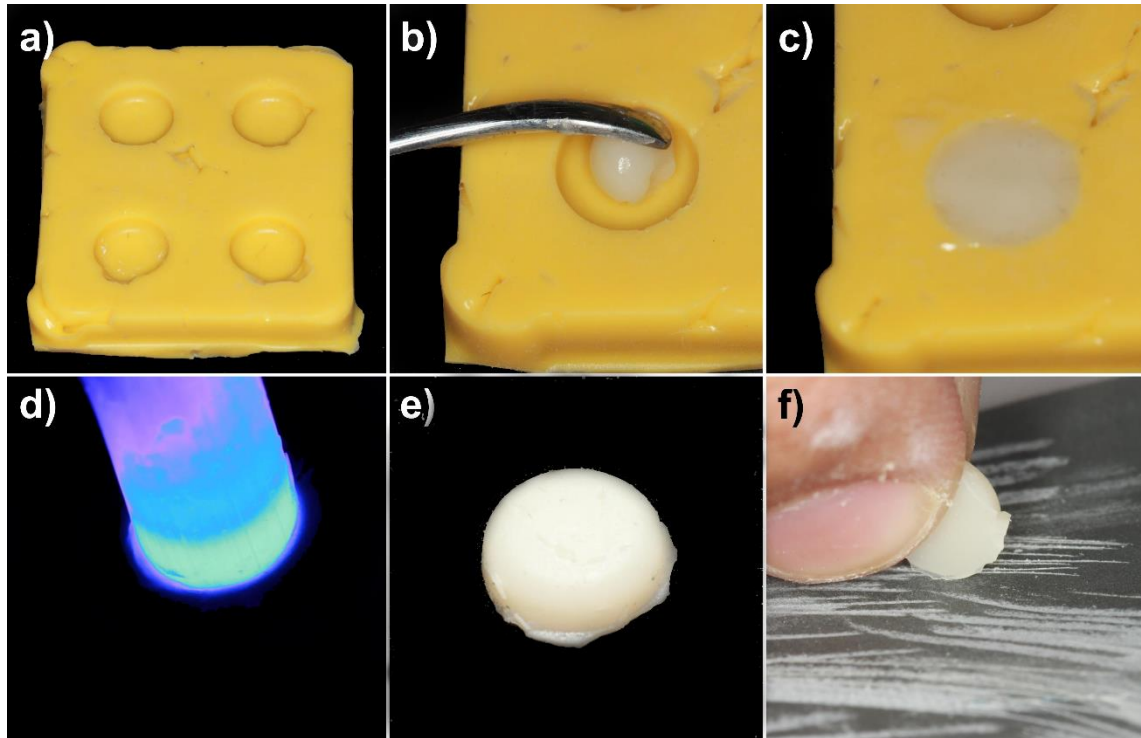


Figura 1 – Imagens representativas do processo de preparo das amostras do estudo: (a) matriz de silicone utilizada, contendo 4 moldes com 5 mm de diâmetro e 1,5 mm de espessura, cada; (b) inserção da resina composta com espátula de inserção; (c) extravasamento de material em excesso com matriz de poliéster; (d) foto-ativação por 20 s; (e-f) inspeção visual de cada amostra para posterior acabamento das irregularidades com lixas abrasivas de carbeto de silício.

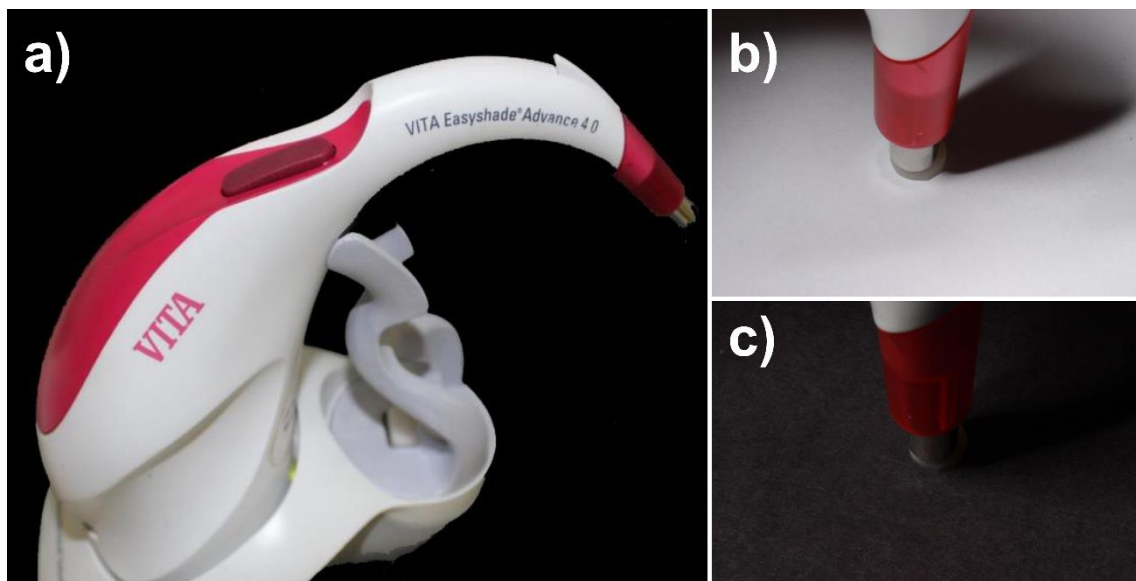


Figura 2 – Imagem representativa do espectrofotômetro digital utilizado no estudo (a) e avaliação dos parâmetros L^* , a^* e b^* em fundo branco (b) e preto (c).

2.4. Avaliação da radiopacidade das resinas

Imagens radiográficas foram realizadas com a utilização do sistema digital semi-direto Express® (Instrumentarium Imaging, Tuusula, Finlândia) de placas de fósforo fotoestimuláveis (Photostimulable Phosphor Plate - PSP) tamanho 2 (31 × 41 mm de área ativa). Uma amostra de cada grupo de resina foi posicionada sobre a PSP, além de 1 espécime de esmalte e 1 de dentina com a mesma espessura das amostras de resina; ainda, uma escala de densidade de alumínio com 99% de pureza, contendo 6 degraus, com um milímetro de espessura cada, também foi posicionada sobre a PSP. A disposição das amostras, dentes e escala de alumínio sobre a PSP seguiram uma posição pré-determinada, a qual foi repetida para todos os grupos.

Todas as imagens radiográficas foram realizadas utilizando um aparelho de raios X periapical (Focus; Instrumentarium Imaging), seguindo-se a técnica do paralelismo, com cilindro longo e colimador retangular. Os fatores de exposição foram mantidos constantes: 70 kVp, 7 mA, distância foco-PSP de 40 cm, e tempo de exposição de 0,2 s. As PSP foram escaneadas por meio da leitora Express® com 14,3 pares de linha por milímetro, com a utilização do software CliniView (Instrumentarium Imaging). Todas as imagens foram salvas no formato .TIFF, sem compressão. Cada conjunto contendo os corpos de prova, fatias de dentes e escala de alumínio foi radiografado cinco vezes, com a mesma PSP, para evitar qualquer possibilidade de interferência e/ou artefatos relacionados à PSP.

A densidade radiográfica relativa (DRR) de cada amostra de resina, esmalte, dentina e degraus da escala de alumínio foi individualmente coletada usando-se análise de histograma (Figura 3) de um software de processamento de imagens (Adobe Photoshop versão 7.0.1; Adobe Systems, Los Angeles, CA, EUA). Três diferentes áreas (padronizadas em tamanho) por amostra e livres de bolhas foram mensuradas para se obter a média de DRR. Por sua vez, os valores de DRR de cada degrau da escala de alumínio foram aplicados em um modelo de regressão linear, obtendo-se uma fórmula capaz de converter os valores de DRR em radiopacidade propriamente dita, tendo como unidade milímetros de alumínio (mmAl).

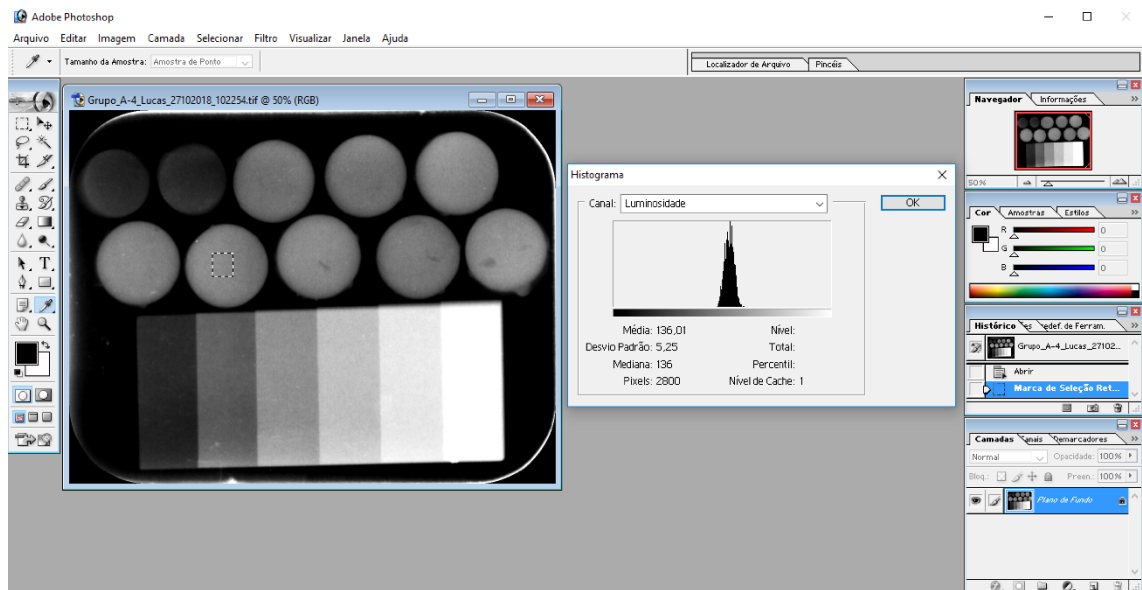


Figura 3 – Imagem representativa da análise de histograma realizada no software Photoshop para avaliação da densidade óptica de cada amostra de resina composta, esmalte e dentina testados neste estudo, bem como da escala de alumínio, aqui utilizada como controle interno para correlação com radiopacidade em mmAl.

2.5. Análise estatística

Para a realização da análise estatística dos dados, utilizou-se o programa estatístico Sigmaplot 12.0 (Systat Software Inc, Chicago, IL, EUA). Todos os dados foram analisados com Análise de Variância (ANOVA) uma via e o teste complementar de Student-Newman-Keuls, tendo $\alpha=5\%$ como nível de significância. A correlação entre os dados de parâmetro de translucidez e radiopacidade foi realizada pelo teste de Correlação de Spearman.

3 RESULTADOS

Os dados do parâmetro de translucidez (PT) das resinas investigadas podem ser visualizados na Tabela 2. Quanto à análise estatística, as resinas diferiram significativamente entre si ($p \leq 0,001$). O esmalte apresentou PT aproximadamente 2,8 vezes maior do que a dentina ($p < 0,001$). As resinas Opus Bulk Fill Flow foram as mais translúcidas, demonstrando valores de PT maiores do que todas as outras resinas ($p < 0,001$), inclusive maior que o esmalte ($p = 0,009$). As resinas Empress Direct nas cores Trans Opal e Trans 30 apresentaram PT semelhante ao esmalte ($p = 0,998$). As resinas Opallis (cores A1-D e A3-D), Filtek Z350 (cores A1-B e A1-D) e Empress Direct (cores B1-D, A1-D e BL-L) demonstraram valores de PT semelhante ao da dentina ($p \geq 0,665$). A resina Filtek Z350 na cor A3-D resultou no menor PT do estudo, inferior ao de dentina ($p = 0,022$). As demais resinas investigadas (Opus Bulk Fill – cores A1 e A3; Filtek Z350 – cores A3-E, A1-E, WE e A3-B; Filtek Bulk Fill – cor universal; Empress Direct – cores B1-E, A1-E e BL-XL; e Opallis – cores A3-E e A1-E) apresentaram PT menor que o do esmalte ($p < 0,001$), mas maior que o da dentina ($p \leq 0,035$).

A Figura 4 mostra o PT das resinas agrupadas por fabricante. As resinas da Ivoclar apresentaram valores de PT que variaram de 7,6 a 18,3, sendo marcante a distinção entre resinas de efeito (mais translúcidas) daquelas para reposição de dentina e esmalte. Por sua vez, as resinas da 3M ESPE apresentaram-se, de maneira geral, as menos translúcidas deste estudo, tendo valores de PT que variaram de 3,8 a 14,5. Ainda, parece que as cores de corpo (B – *body*) se aproximam em translucidez das cores de esmalte (E – *enamel*) e de efeito (WE), enquanto que as cores de dentina (D – *dentin*) demonstram-se ligeiramente mais opacas do que a própria dentina. A resina *bulk-fill* deste fabricante apresentou PT similar ao das resinas de corpo. Quanto às resinas da FGM, parece que as cores de dentina são ligeiramente mais translúcidas do que a própria dentina, enquanto que as cores de esmalte são bem menos translúcidas do que o esmalte propriamente dito. As resinas *bulk-fill* de baixa viscosidade (Opus Bulk Fill Flow) demonstraram elevada translucidez, sendo aproximadamente 1,6 a 1,9 vezes mais translúcidas do que as resinas *bulk-fill* de viscosidade regular (Opus Bulk Fill).

Tabela 2. Média e desvio padrão do parâmetro de translucidez de cada resina investigada neste estudo, com informações de marca (fabricante) e cor.

Resina composta	Informações do material		Parâmetro de translucidez	Classificação interna
	Marca	Cor		
Opus Bulk Fill Flow	FGM	A3	24,8 ± 1,9 ^A	Elevada translucidez
Opus Bulk Fill Flow	FGM	A1	23,0 ± 1,4 ^A	
Empress Direct	Ivoclar	Trans Opal	18,3 ± 2,2 ^B	Translucidez de esmalte
Empress Direct	Ivoclar	Trans 30	18,3 ± 1,6 ^B	
Opus Bulk Fill	FGM	A1	14,6 ± 1,0 ^C	Média translucidez
Filtek Z350	3M ESPE	A3-E	14,5 ± 1,1 ^C	
Empress Direct	Ivoclar	B1-E	14,4 ± 1,4 ^C	
Empress Direct	Ivoclar	A1-E	14,2 ± 0,8 ^C	
Filtek Z350	3M ESPE	A1-E	14,1 ± 1,4 ^C	
Opallis	FGM	A3-E	14,0 ± 1,3 ^C	
Filtek Z350	3M ESPE	WE	13,5 ± 1,2 ^C	
Opus Bulk Fill	FGM	A3	13,1 ± 1,5 ^C	
Filtek Z350	3M ESPE	A3-B	10,6 ± 1,2 ^D	
Filtek Bulk Fill	3M ESPE	Universal	10,3 ± 1,1 ^D	
Opallis	FGM	A1-E	10,1 ± 1,1 ^D	
Empress Direct	Ivoclar	BL-XL	9,8 ± 1,4 ^D	
Opallis	FGM	A1-D	9,4 ± 1,4 ^{DE}	
Filtek Z350	3M ESPE	A1-B	9,3 ± 1,8 ^{DE}	
Opallis	FGM	A3-D	9,2 ± 0,9 ^{DE}	
Empress Direct	Ivoclar	B1-D	8,8 ± 1,3 ^E	Translucidez de dentina
Empress Direct	Ivoclar	A1-D	8,4 ± 0,9 ^E	
Empress Direct	Ivoclar	BL-L	7,6 ± 1,0 ^E	
Filtek Z350	3M ESPE	A1-D	5,4 ± 0,9 ^F	Baixa translucidez
Filtek Z350	3M ESPE	A3-D	3,8 ± 0,6 ^G	
Substrato dental				
ESMALTE			19,1 ± 2,1 ^B	
DENTINA			6,9 ± 1,1 ^{EF}	

Letras distintas representam diferenças estatisticamente significantes entre os materiais testados ($p < 0,05$).

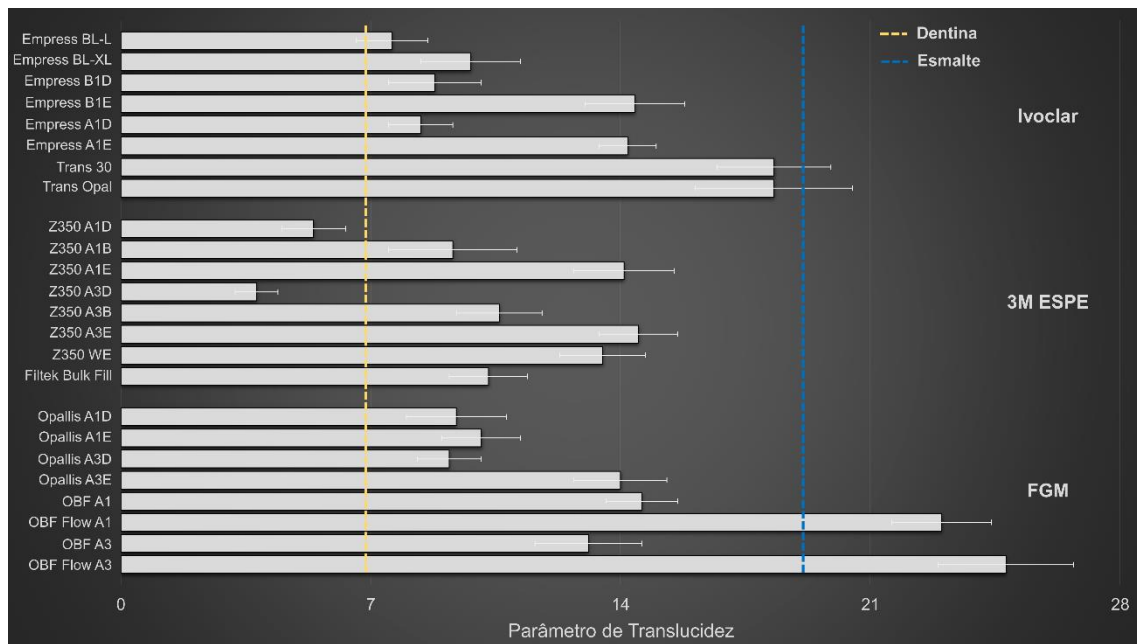


Figura 4 – Gráfico mostrando o parâmetro de translucidez (PT) das resinas compostas agrupadas por fabricante (Ivoclar, 3M ESPE e FGM). As resinas da Ivoclar são nano-híbridas; as da 3M ESPE são nanoparticuladas; e as da FGM são micro-híbridas. O PT da dentina e do esmalte estão indicados pelas linhas tracejadas amarela e azul, respectivamente.

A Figura 5 mostra o PT das resinas agrupadas por tipo. As resinas *bulk-fill* e de efeito demonstraram-se as menos padronizadas, tendo valores de PT que variaram de 10,3 a 24,8, dependendo do fabricante. Considerando-se apenas as resinas *bulk-fill* investigadas, a resina Filtek Bulk Fill (3M ESPE) resultou em PT pelo menos 2 vezes menor do que o das resinas Opus Bulk Fill Flow (FGM). Dentre as resinas de efeito testadas, enquanto as resinas nas cores Trans Opal e Trans 30 (Empress Direct; Ivoclar) apresentaram PT próximo do esmalte, a resina Filtek Z350 na cor WE resultou em PT nitidamente menor que o do esmalte. Comparando-se as resinas de mesma cor entre si (ex., A1), percebe-se que para as resinas de esmalte, a resina Opallis foi a que apresentou PT menor do que o dos outros dois fabricantes, ao passo que para as resinas de dentina, a resina Filtek Z350 foi a que resultou em menor valor de PT. Ainda, a resina Opallis na cor A3D demonstrou valor de PT 2,4 vezes maior que o da resina Filtek Z350, na mesma cor.

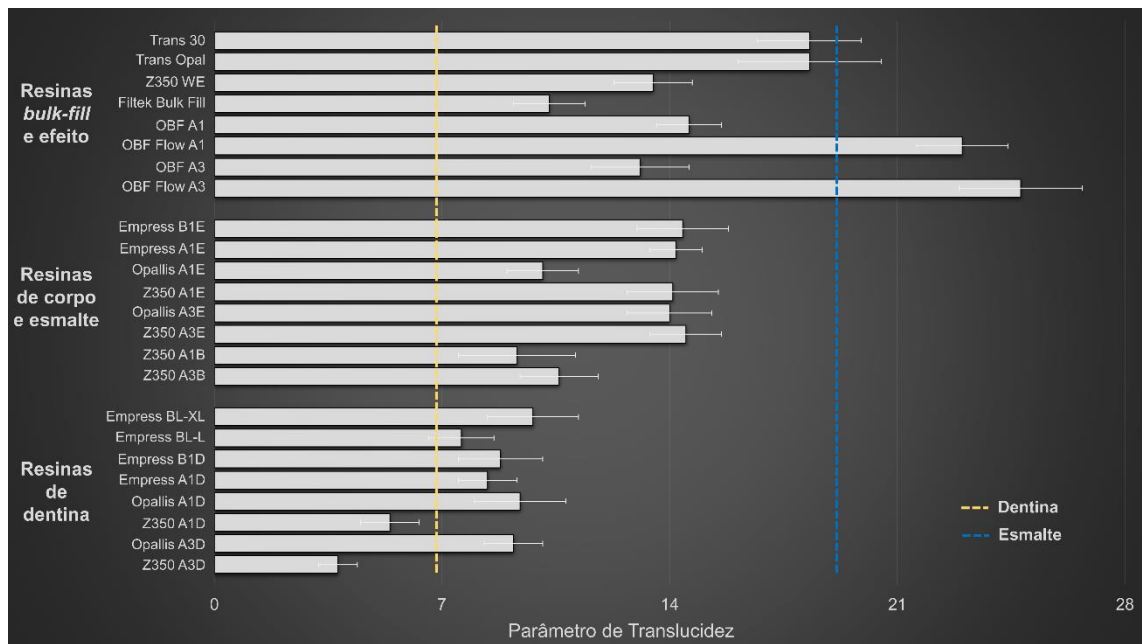


Figura 5 – Gráfico mostrando o parâmetro de translucidez (PT) das resinas compostas agrupadas por tipo (*bulk-fill*, de efeito, de corpo, de esmalte e de dentina). As resinas *bulk-fill* e de efeito foram as que mais variaram quanto ao grau de translucidez; as resinas de corpo e esmalte apresentaram PT intermediário à dentina e ao esmalte; e as resinas de dentina demonstraram PT menos variável e mais próximo do grau de translucidez da dentina. O PT da dentina e do esmalte estão indicados pelas linhas tracejadas amarela e azul, respectivamente.

Os dados de radiopacidade das resinas investigadas podem ser visualizados na Tabela 3 e Figura 6. A Figura 7 apresenta o modelo de regressão linear utilizado para converter os valores de densidade óptica da escala de alumínio em valores de radiopacidade, em mmAl. Este modelo demonstrou um relacionamento positivo e proporcional entre densidade óptica e radiopacidade ($R^2=0,9847$). Quanto à análise estatística, as resinas diferiram significativamente entre si ($p \leq 0,001$). A resina Empress Direct na cor Trans Opal foi a única deste estudo que não apresentou radiopacidade. A dentina e o esmalte tiveram radiopacidade condizente a 0,8 e 2,0 mmAl, respectivamente, sendo o esmalte mais radiopaco que a dentina ($p < 0,001$). Apenas a resina Opus Bulk Fill Flow (FGM) na cor A3 demonstrou radiopacidade similar ao esmalte ($p = 0,951$), ao passo que as demais resinas apresentaram-se mais radiopacas do que esmalte e dentina ($p < 0,05$). As resinas Empress Direct (Ivoclar) nas cores A1-D e B1-D foram as mais radiopacas do estudo, demonstrando radiopacidade próxima de 5 mmAl. Conforme

a Figura 6, percebe-se que as resinas da Ivoclar tendem a ser as mais radiopacas, seguidas das resinas da FGM e da 3M ESPE. As resinas da 3M ESPE apresentaram radiopacidade que variou de 2,5 a 3 mmAl, independentemente do tipo de resina. Imagens radiográficas representativas das amostras testadas no estudo podem ser visualizadas na Figura 8.

Tabela 3. Média e desvio padrão da radiopacidade de cada resina testada neste estudo, com informações de marca (fabricante) e cor.

Resina composta	Informações do material		Radiopacidade (mmAl)
	Marca	Cor	
Empress Direct	Ivoclar	A1-D	5,2 ± 0,3 ^A
Empress Direct	Ivoclar	B1-D	5,0 ± 0,2 ^A
Empress Direct	Ivoclar	Trans 30	3,9 ± 0,2 ^B
Empress Direct	Ivoclar	BL-L	3,5 ± 0,2 ^C
Opus Bulk Fill	FGM	A1	3,5 ± 0,2 ^C
Opallis	FGM	A1-D	3,3 ± 0,2 ^C
Opus Bulk Fill	FGM	A3	3,3 ± 0,2 ^C
Opallis	FGM	A1-E	3,3 ± 0,2 ^C
Empress Direct	Ivoclar	A1-E	3,0 ± 0,1 ^D
Empress Direct	Ivoclar	BL-XL	3,0 ± 0,1 ^D
Filtek Z350	3M ESPE	A3-D	3,0 ± 0,1 ^D
Empress Direct	Ivoclar	B1-E	2,9 ± 0,1 ^E
Filtek Z350	3M ESPE	A3-B	2,9 ± 0,1 ^E
Filtek Bulk Fill	3M ESPE	Universal	2,9 ± 0,1 ^E
Filtek Z350	3M ESPE	WE	2,9 ± 0,1 ^E
Filtek Z350	3M ESPE	A1-B	2,8 ± 0,1 ^F
Opallis	FGM	A3-E	2,8 ± 0,1 ^F
Filtek Z350	3M ESPE	A1-D	2,8 ± 0,1 ^F
Filtek Z350	3M ESPE	A3-E	2,7 ± 0,1 ^G
Filtek Z350	3M ESPE	A1-E	2,5 ± 0,1 ^H
Opus Bulk Fill Flow	FGM	A1	2,5 ± 0,1 ^H
Opallis	FGM	A3-D	2,5 ± 0,1 ^H
Opus Bulk Fill Flow	FGM	A3	2,2 ± 0,2 ^I
Empress Direct	Ivoclar	Trans Opal	0,2 ± 0,1 ^K
Substrato dental			
ESMALTE			2,0 ± 0,2 ^I
DENTINA			0,8 ± 0,1 ^J

Letras distintas representam diferenças estatisticamente significantes entre os materiais (p<0,05).

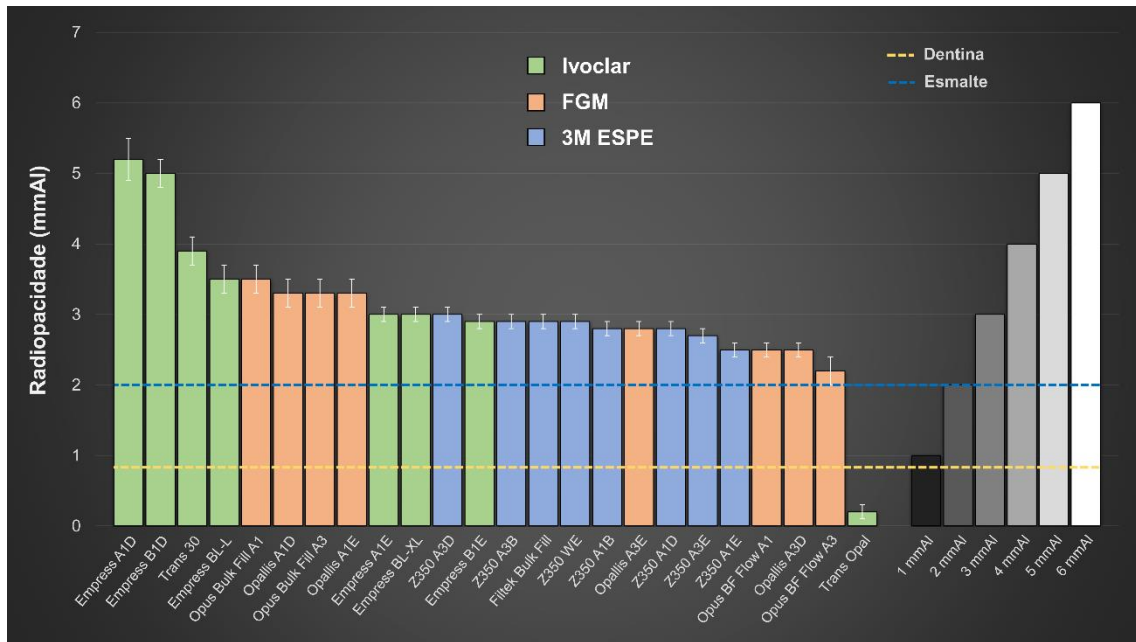


Figura 6 – Gráfico mostrando a radiopacidade das resinas compostas avaliadas, comparando-as com a escala de alumínio e amostras de dentina e esmalte, as quais estão indicadas pelas linhas tracejadas amarela e azul, respectivamente.

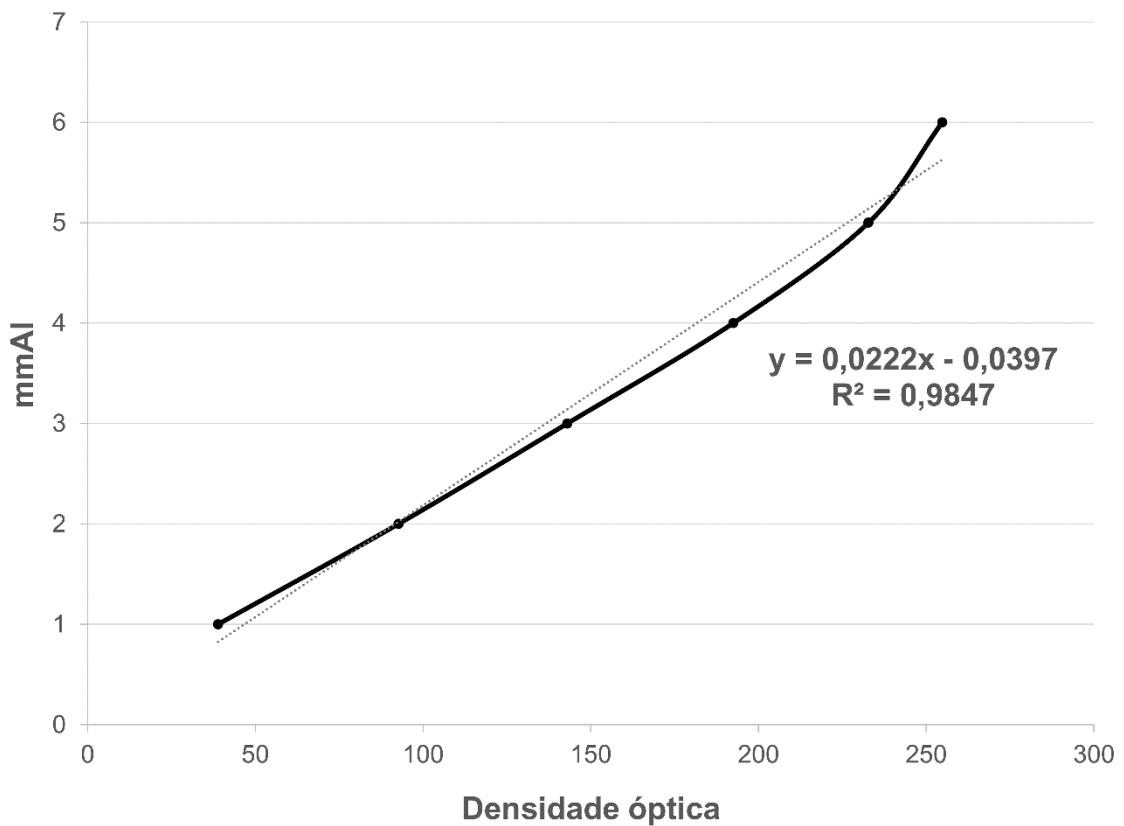
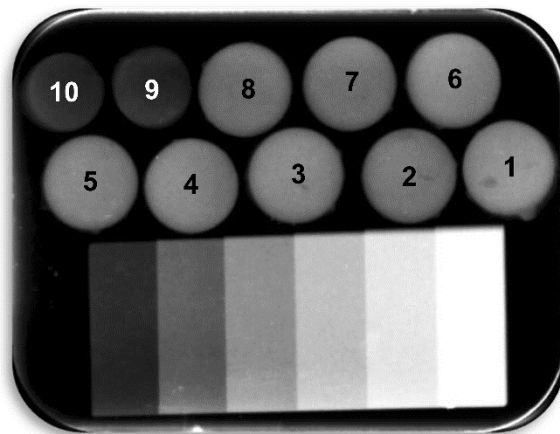
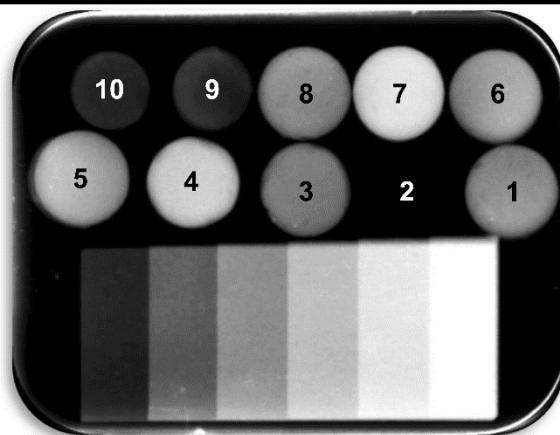


Figura 7 – Modelo preditivo de regressão linear que mostra um relacionamento significativo entre densidade óptica e radiopacidade ($R^2=0,9847$; $p<0,001$).



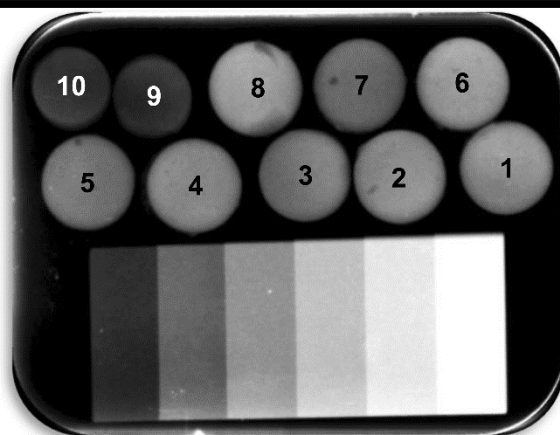
Resinas compostas 3M ESPE

- | | |
|---------------------|-------------|
| 1- Z350 A3D | 6- Z350 A1D |
| 2- Z350 A3,5B | 7- Z350 A1E |
| 3- Z350 B2B | 8- Z350 A3E |
| 4- Z350 A1B | 9- Dentina |
| 5- Filtek Bulk Fill | 10- Esmalte |



Resinas compostas Ivoclar

- | | |
|------------------|----------------|
| 1- ED BL-XL | 6- ED Trans 30 |
| 2- ED Trans Opal | 7- ED A1D |
| 3- ED B1E | 8- ED A1E |
| 4- ED B1D | 9- Dentina |
| 5- ED BL-L | 10- Esmalte |



Resinas compostas FGM

- | | |
|----------------|----------------|
| 1- Opallis A1D | 6- OBF A1 |
| 2- Opallis A1E | 7- OBF Flow A3 |
| 3- Opallis A3D | 8- OBF A3 |
| 4- Opallis A3E | 9- Dentina |
| 5- OBF Flow A1 | 10- Esmalte |

Figura 8 – Imagens radiográficas representativas de todas as amostras investigadas neste estudo (resinas compostas dos três diferentes fabricantes – 3M ESPE, Ivoclar e FGM; dentina, esmalte e escala de alumínio). Z350: Filtek Z350; ED: Empress Direct; OBF: Opus Bulk Fill.

Relativo à correlação entre parâmetro de translucidez e radiopacidade, a análise de correlação utilizada no estudo não identificou associação positiva entre estas duas variáveis ($R^2=-0,283$; $p=0,177$).

4 DISCUSSÃO

A hipótese testada neste estudo foi a de que quanto maior o grau de translucidez da resina composta, menor a sua radiopacidade. Contudo, não houve relação significativa entre estas características, permitindo que a hipótese deste estudo fosse rejeitada. Sabe-se que o principal fator que influencia diretamente na radiopacidade dos materiais é a presença de componentes com elevado número atômico, visto que apenas estes são resistentes à passagem de radiação x, tornando o material radiopaco.^{12,13} Número atômico é uma medida que indica a quantidade de prótons encontrados no núcleo de um átomo;²⁰ se o elemento apresentar muitos prótons, o mesmo apresentará radiopacidade. Em Odontologia, elementos como o bário, o alumínio, o itérbio, o zircônio, o estrôncio, o bismuto, o nióbio e o tungstênio são amplamente empregados como radiopacificadores.^{17,21-23} De fato, dentre as resinas compostas investigadas no presente estudo, as mais radiopacas foram aquelas constituídas de partículas vítreas contendo um ou mais destes elementos supracitados (Tabela 1); por exemplo, vidro de bário-alumínio silicato, trifluoreto de itérbio, dentre outras. Porém, acreditava-se que a presença destes elementos radiopacificadores tornaria o grau de translucidez das resinas menor, o que, no entanto, não foi verificado.

Primeiramente, pode-se inferir que radiopacidade não tem o mesmo significado que opacidade ou ausência de translucidez. Segundo Ardu et al.,²⁴ a translucidez existe conforme seja mais fácil a passagem e transmissão de luz pela estrutura de um material. Por outro lado, quanto menor a quantidade de luz passível de atravessar a estrutura física do material, menor o seu grau de translucidez.²⁵ O grau de translucidez das resinas compostas investigadas neste estudo variou intensamente (variação de 3,8 a 24,8) (Tabela 2). Algumas resinas foram até classificadas como resinas de elevada translucidez (maior do que a do esmalte humano), translucidez semelhante ao esmalte, média translucidez, translucidez de dentina, e, por fim, baixa translucidez (menor do que a da dentina humana). De maneira geral, o parâmetro de translucidez (PT) dos materiais aqui avaliados variou aleatoriamente conforme o tipo de resina e fabricante. Dentre os fatores intrínsecos que podem afetar diretamente o grau de translucidez de uma resina composta, parece que o tamanho e a concentração das partículas de carga presentes no material têm atuação principal.²⁶⁻²⁹ Além destes, a espessura do material é outro

fator que afeta na translucidez, sendo que quanto maior a espessura, menor o grau de translucidez.^{4,30} No presente estudo, três tipos distintos de resinas compostas foram intencionalmente utilizados: resinas contendo apenas partículas da escala nanométrica (resinas nanoparticuladas – 3M ESPE); resinas contendo partículas ligeiramente maiores, da ordem micrométrica (resinas micro-híbridas – FGM); e resinas contendo partículas nano e micrométricas (resinas nano-híbridas – Ivoclar). As resinas nanoparticuladas e nano-híbridas vêm sendo as mais favoritas atualmente devido à sua qualidade estética e adequada resistência físico-mecânica;³¹ não obstante, resinas micro-híbridas também são bastante utilizadas, resultado este das suas propriedades físicas e ópticas interessantes aos procedimentos restauradores mais rotineiros em dentística operatória.²¹ Assim, o presente estudo utilizou várias amostras de cada um destes tipos de resina, a fim de se averiguar o efeito das variáveis ‘tamanho’ e ‘concentração’ de partículas inorgânicas no grau de translucidez do material.

A resina Opus Bulk Fill Flow da FGM, em ambas as cores testadas (A1 e A3), foi a que apresentou o maior PT quando comparado aos demais materiais (Tabela 2; Figuras 4 e 5). A quantidade de partículas inorgânicas presente nesta resina é de aproximadamente 68% em peso, uma quantidade considerada moderadamente elevada, o que poderia conferir pouca translucidez ao material. Entretanto, esta resina foi a mais translúcida do estudo. Analisando-se o fator ‘tamanho das partículas’, sabe-se que a resina Opus Bulk Fill Flow é do tipo micro-híbrida, e, por possuir partículas micrométricas, isto é, grandes se comparadas às partículas presentes nas resinas nanoparticuladas e nano-híbridas, deveria apresentar menor translucidez. Aqui, parece que a qualidade das partículas também exerce influência na translucidez final do material; de fato, esta resina é constituída apenas de sílica silanizada (Tabela 1), e, segundo Palin et al.,³² isto poderia resultar em uma maior facilidade na passagem de luz pelo material. Resinas *bulk-fill* são diferentes das resinas convencionalmente utilizadas, isto porque aquelas podem ser aplicadas utilizando-se incrementos mais espessos de material, já que a luz do equipamento polimerizador consegue atravessar em profundidade a estrutura da resina, mesmo usando-se incrementos com 4 a 5 mm de espessura.³³ A silanização das partículas de sílica parece permitir uma maior uniformidade no tamanho médio e distribuição das partículas pelo interior do

material, permitindo a livre passagem de luz, com consequente ganho em translucidez.

As únicas resinas compostas que apresentaram PT semelhante ao do esmalte humano testado foram as resinas Empress Direct nas cores Trans Opal e Trans 30. Uma diferença marcante entre essas duas resinas é que enquanto a primeira possui apenas 20% em peso de partículas de carga, a segunda é constituída por aproximadamente 3,6 vezes maior quantidade em peso de partículas. Assim sendo, seria esperado que a resina na cor Trans Opal fosse significativamente mais translúcida do que a resina na cor Trans 30. No entanto, ambas as resinas apresentaram PT similar e semelhante ao esmalte. Sabendo-se que estas duas resinas são constituídas pelo mesmo tipo de partículas (vidro de bário-alumínio-silicato), pode-se inferir que existe diferença no tamanho dessas partículas, em cada uma das resinas. Se na resina Trans Opal a quantidade de carga é menor, o tamanho das partículas deve ser proporcionalmente maior, conferindo um grau de translucidez próximo do da resina Trans 30, a qual é intensamente carregada com partículas, mas que por serem menores em tamanho, permitem satisfatória passagem de luz pelo material. Outra razão que explicaria este efeito está relacionada ao tipo de matriz orgânica dessas resinas; de fato, ambas as resinas são constituídas de dimetacrilatos, e segundo Azzopardi et al.,³⁴ a quantidade de monômero adicionado no material tem efeito significativo na translucidez de resinas compostas constituídas de sílica, como no caso da resina Empress Direct na cor Trans Opal. Não menos importante, o fabricante dessas duas resinas informa que as mesmas também são constituídas de pré-polímeros (Tabela 1), ou seja, partículas poliméricas; dependendo do tamanho médio desses pré-polímeros, uma maior ou menor facilidade na passagem de luz pelo material também poderia ser esperada.²⁹

A maioria das resinas compostas avaliadas neste estudo apresentaram valores de PT intermediários ao esmalte e à dentina. Estas resinas foram classificadas como materiais de média translucidez, tendo amostras de todos os três fabricantes testados. De maneira geral, as resinas da FGM combinam partículas vítreas de bário-alumínio-silicato com sílica silanizada, em concentrações próximas de 80% em peso; as resinas da Ivoclar utilizam principalmente partículas de vidro de bário-alumínio-silicato, em concentrações de aproximadamente 78%; já as resinas da 3M ESPE apresentam composição mais

heterogênea, contendo partículas de sílica, zircônia, aglomerados de zircônica/sílica e trifluoreto de itérbio, em concentrações variando de 64,5% a 78,5% (Tabela 1). Aqui, acredita-se que cada tipo de partícula supracitada, no seu tamanho médio característico de cada marca de resina, resulte em um grau de translucidez parecido, sem diferenças marcantes entre os materiais. Ainda, o tipo de matriz orgânica encontrado em cada uma dessas resinas também pode influenciar na similaridade de translucidez entre os materiais.³⁴

Sete resinas compostas apresentaram PT semelhante ao da dentina, sendo duas da FGM (Opallis nas cores A1D e A3D), duas da 3M ESPE (Filtek Z350 nas cores A1B e A1D) e três da Ivoclar (Empress Direct nas cores B1D, A1D e BL-L). Um fato interessante é que todas estas resinas são realmente indicadas para reestabelecer tecido dentinário, exceto pela resina na cor A1B, a qual deveria apresentar maior translucidez do que a sua mesma versão na cor A1D, sendo propriamente mais indicada como corpo da restauração, isto é, um material de média opacidade/translucidez.³⁵ No entanto, parece que todas estas resinas estão em consonância com a sua aplicação clínica, as quais devem favorecer ao adequado restabelecimento do grau de opacidade/translucidez de substratos dentinários. Dentre estas resinas, as da Ivoclar são aquelas que apresentam concentração menor de partículas de carga (60% em peso); porém, a presença de trifluoreto de itérbio confere um grau de translucidez semelhante quando comparado às outras resinas, as quais são ligeiramente mais concentradas em carga inorgânica (~78% em peso) (Tabela 1). Por fim, uma única resina indicada para restauração de dentina não apresentou PT estatisticamente semelhante à dentina: a resina Filtek Z350 na cor A3D. Na verdade, esta resina em questão apresentou PT quase duas vezes menor do que a dentina, sendo, por isso, classificada como um material de baixa translucidez. Sugere-se que, de alguma maneira, o tamanho dos aglomerados de zircônica/sílica seja maior do que nas outras amostras resinosas, resultando em grau de translucidez muito baixo. De fato, a grande opacidade desta resina permite a sua indicação como material de mascaramento de regiões intensamente escurecidas e pigmentadas que não puderam ser removidas do remanescente dental, antes da restauração propriamente dita.³⁵ Assim sendo, esta resina de baixa translucidez não estaria indicada para restauração da camada de dentina; caso ela seja aplicada em regiões

próximas da face superior do dente, o policromatismo dental poderá ser desrespeitado, comprometendo a qualidade estética final da restauração.^{3,36}

Considerando-se que uma resina de esmalte ou de dentina deveria apresentar um PT similar ao esmalte e dentina humanos, respectivamente, para assim devolverem as características ópticas de cada um destes substratos, percebe-se com o presente estudo que nenhuma resina de esmalte mimetizou a translucidez de esmalte, ao passo que a maioria das resinas de dentina apresentou-se com um grau de translucidez/opacidade similar ao da dentina (Figura 5). Através deste resultado, torna-se fácil de perceber por que nem sempre a qualidade estética final da restauração fica perfeita; enquanto as características ópticas da dentina parecem ser mais fáceis de devolver, a composição óptica do esmalte demonstra uma maior complexidade, e, por isso, resulta em erros mais frequentes quando da escolha da melhor cor de resina.³⁷ Além disso, se a espessura de resina de esmalte for inadequada, o valor da restauração (quantidade de branco e preto em uma cor) será comprometido. Por isso, e conforme os dados aqui apresentados, parece que as resinas de esmalte apresentam-se menos translúcidas do que realmente deveriam ser; por isso, sugere-se a utilização das mesmas em menores espessuras, a fim de não afetar negativamente as propriedades ópticas da restauração.³⁷

Além do parâmetro de translucidez das resinas compostas, outra propriedade também foi avaliada neste estudo: a radiopacidade. Todas as resinas compostas testadas demonstraram radiopacidade similar ou maior do que o esmalte (Tabela 3). Isto é importante porque sem radiopacidade torna-se difícil averiguar e acompanhar a qualidade de restaurações dentárias. A presença de radiopacidade em uma resina composta permite, muitas vezes, realizar o diagnóstico diferencial de cárie secundária, determinar se há infiltração em restaurações de resina, bem como facilitar a remoção de material restaurador defeituoso e de difícil acesso visual.¹⁴⁻¹⁶ Como comentado anteriormente, é a presença de elementos com elevado número atômico na composição da resina que garante radiopacidade ao material.¹⁷ Assim, elementos como o bário, o alumínio, o itérbio e a zircônia são integrantes de pelo menos um tipo de partículas inorgânicas presentes em praticamente todas as resinas investigadas (Tabela 1). A única exceção é para as resinas *bulk-fill* da FGM, as quais são constituídas apenas de sílica silanizada. A sílica é um tipo de partícula que não possui radiopacidade, já

que é formada pela união entre átomos de silício (Si) e oxigênio (O), ambos apresentando pequeno número atômico. Isto explica o porquê da resina Opus Bulk Fill Flow ter resultado em um dos menores valores de radiopacidade do estudo (Figura 5). No entanto, a versão não-fluida da resina Opus Bulk Fill, isto é, de viscosidade regular, apresentou-se como uma das resinas mais radiopacas (Figuras 5 e 8). Aqui, parece que algum outro componente presente em maior quantidade na resina Opus Bulk Fill e não na resina Opus Bulk Fill Flow resultou neste achado. Embora o fabricante não informe com precisão qual componente seria, pode-se sugerir que algum pigmento utilizado na formulação dessas resinas seja responsável por conferir radiopacidade ao material; assim, este pigmento poderia estar em maior quantidade no material de viscosidade regular quando comparado ao material mais fluido.

Dentre todas as resinas investigadas, a resina Empress Direct na cor Trans Opal foi a única que não apresentou radiopacidade, produzindo valores bem inferior ao da dentina e do esmalte (Figuras 5 e 8). Na verdade, este material é constituído por apenas 20% em peso de partículas inorgânicas, sendo que não se sabe exatamente quanto deste conteúdo é de partículas vítreas de bário-alumínio-silicato (radiopacas) ou de sílica (não-radiopacas). Devido à quase total ausência de radiopacidade desta resina, pode-se inferir que a sílica é o principal componente da matriz inorgânica deste material. Por outro lado, a resina Empress Direct na cor Trans 30, a qual apresentou PT similar ao da resina na cor Trans Opal, demonstrou um dos maiores valores de radiopacidade deste estudo (~4mmAl), provavelmente devido ao seu elevado conteúdo de partículas de vidro de bário-alumínio-silicato (72,2% em peso; Tabela 1). Mais uma vez, tanto o tipo como a concentração de partículas inorgânicas influenciam diretamente na radiopacidade final do material.

Embora as resinas Empress Direct nas cores A1D e A1B sejam constituídas por menor quantidade de partículas de carga (60% em peso) quando comparadas à resina de mesma marca mas na cor Trans Opal, a radiopacidade daquelas foi significativamente maior do que a desta última (Tabela 3). Isto se deve provavelmente devido à presença de trifluoreto de itérbio na composição das primeiras resinas. Vários estudos já demonstraram que partículas de trifluoreto de itérbio são uma excelente maneira de oferecer radiopacidade para materiais restauradores¹⁷ e adesivos dentinários.³⁸⁻⁴⁰ Além dessas duas resinas da Ivoclar, a

resina Filtek Bulk Fill da 3M ESPE foi o único outro material testado também constituído por trifluoreto de itérbio (Tabela 1). Porém, esta resina apresentou-se tão radiopaca quanto às demais resinas da 3M ESPE, as quais não são constituídas pelo mesmo elemento composto de itérbio. Mais uma vez, é impossível saber com precisão a real quantidade de cada componente informado pelos fabricantes das resinas aqui avaliadas, já que esta informação não foi tornada pública.

Se a intenção principal deste estudo foi averiguar a influência do parâmetro de translucidez de resinas compostas na radiopacidade desses materiais, percebe-se que, pelas metodologias empregadas, a primeira propriedade não parece ter relação alguma com a segunda. Enquanto a translucidez de uma resina composta pode ser modificada pelo tipo, tamanho e concentração das partículas inorgânicas, bem como pelos tipos de monômeros presentes no material, a radiopacidade, por sua vez, parece ser mais diretamente influenciada apenas pelo tipo de partícula utilizada em questão. Mais estudos são necessários a fim de investigar uma possível relação entre essas propriedades, isto porque, pelo menos em teoria, quanto maior a translucidez de um material, menos radiopaco ele seria. Contudo, esta relação parece não ser tão lógica assim. Dessa forma, estudos mais aprofundados acerca da composição química das resinas compostas se tornam essenciais para a melhor compreensão dos fatores que influenciam nas características ópticas e radiográficas dos materiais restauradores dentários, especialmente as resinas compostas.

5 CONCLUSÃO

Apesar das limitações do presente estudo, é possível concluir que:

(i) As vinte e quatro resinas compostas apresentaram diferenças marcantes quanto ao seu grau de translucidez, como resinas demonstrando translucidez superior ao esmalte humano, inferior à dentina humana, ou grau de translucidez intermediário e/ou similar aos dois substratos dentais avaliados;

(ii) Resinas compostas do tipo *bulk-fill* e de efeito tendem a ser mais translúcidas do que as demais resinas investigadas;

(iii) Resinas compostas de corpo e esmalte apresentam grau de translucidez intermediário à dentina e ao esmalte;

(iv) Resinas compostas indicadas para restauração de dentina apresentam-se mais padronizadas, cumprindo com o grau de opacidade/translucidez que a própria dentina humana apresenta;

(v) Quanto à radiopacidade, algumas das resinas investigadas demonstram-se altamente radiopacas, ao passo que outras se apresentaram tão radiopacas quanto o esmalte humano; apenas uma resina composta não apresentou radiopacidade;

(vi) A dentina e o esmalte humanos apresentaram radiopacidade similar a 1 e 2 mmAl, respectivamente;

(vii) Parece que a composição química das resinas compostas, sendo principalmente o tipo, o tamanho e a quantidade das partículas de carga inorgânica presentes no material, influencia diretamente no grau de translucidez do material; por outro lado, parece que apenas o tipo de partícula tem real influência na radiopacidade das resinas compostas;

(viii) O parâmetro de translucidez das resinas compostas não demonstrou associação com a propriedade de radiopacidade.

REFERÊNCIAS

1. Queiroz RS, Alvim HH, Silva DN, Gonçalves AM, Porto-Neto ST. Métodos para avaliação da translucidez de materiais restauradores estéticos - Revisão de literatura. Rev Odonto UNESP. 2007;30(2):109-12.
2. Khokhar ZA, Razzoog ME, Yaman P. Color stability of restorative resins. Quintessence Int. 1991;22(9):733-7.
3. Lee YK. Criteria for clinical translucency evaluation of direct esthetic restorative materials. Restorat Dent Endod. 2016;41(3):159-66.
4. Darabi F, Radafshar G, Tavangar M, Davaloo R, Khosravian A, Mirfarhadi N. Translucency and masking ability of various composite resins at different thicknesses. J Dent. 2014;15(3):117-22.
5. Hernandez DK, Arrais CA, Lima E, Cesar PF, Rodrigues JA. Influence of resin cement shade on the color and translucency of ceramic veneers. J Appl Oral Sci 2016;24(4):391-6.
6. Larson TD. Techniques for achieving realistic color distribution in large composite resin restorations. J Am Dent Assoc. 1986;112(5):669-72.
7. Yildirim T, Ayar MK, Akdag MS, Yesilyurt C. Radiopacity of bulk fill flowable resin composite materials. Nigerian J Clin Pract. 2017;20(2):200-4.
8. van Dijken JW, Wing KR, Ruyter IE. An evaluation of the radiopacity of composite restorative materials used in Class I and Class II cavities. Acta Odontol Scand. 1989;47(6):401-7.

9. Leitune VC, Collares FM, Trommer RM, Andrioli DG, Bergmann CP, Samuel SM. The addition of nanostructured hydroxyapatite to an experimental adhesive resin. *J Dent*. 2013;41(4):321-7.
10. Lopez A, Montazerolghaem M, Engqvist H, Ott MK, Persson C. Calcium phosphate cements with strontium halides as radiopacifiers. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2014;102(2):250-9.
11. ISO 4049. Dentistry - polymer-based filling, restorative and luting materials. 2009.
12. James NR, Jayakrishnan A. On imparting radiopacity to a poly(urethane urea). *Biomaterials*. 2007;28(21):3182-7.
13. Mädler L, Krumeich F, Burtscher P, Moszner N. Visibly transparent & radiopaque inorganic organic composites from flame-made mixed-oxide fillers. *J Nanoparticle Res*. 2006;8:323-33.
14. Cook WD. An investigation of the radiopacity of composite restorative materials. *Aust Dent J*. 1981;26(2):105-12.
15. Stanford CM, Fan PL, Schoenfeld CM, Knoepfel R, Stanford JW. Radiopacity of light-cured posterior composite resins. *J Am Dent Assoc*. 1987;115(5):722-4.
16. Fenyó-Pereira M. Avaliação, por meio dos métodos convencional e digital, da radiopacidade de diferentes marcas de porcelana utilizadas na confecção de inlay/onlay. São Paulo: Universidade de São Paulo; 1998.
17. Collares FM, Ogliari FA, Lima GS, Fontanella VR, Piva E, Samuel SM. Ytterbium trifluoride as a radiopaque agent for dental cements. *Int Endod J*. 2010;43(9):792-7.

18. L'Eclairage, C. I. D. (1978). Recommendations on uniform colour spaces, colour difference equations and psychometric colour terms. Paris: Bureau Central de la CIE.
19. Munchow EA, Sedrez-Porto JA, Piva E, Pereira-Cenci T, Cenci MS. Use of dental adhesives as modeler liquid of resin composites. *Dent Mater.* 2016;32(4):570-7.
20. Jussiani EI, Appoloni CR. Effective atomic number and density determination of rocks by X-ray microtomography. *Micron.* 2015;70:1-6.
21. Ferracane JL. Resin composite--state of the art. *Dent Mater.* 2011;27(1):29-38.
22. Bosso-Martelo R, Guerreiro-Tanomaru JM, Viapiana R, Berbert FL, Duarte MA, Tanomaru-Filho M. Physicochemical properties of calcium silicate cements associated with microparticulate and nanoparticulate radiopacifiers. *Clin Oral Investig.* 2016;20(1):83-90.
23. Haas K, Azhar G, Wood DJ, Moharamzadeh K, van Noort R. The effects of different opacifiers on the translucency of experimental dental composite resins. *Dent Mater.* 2017;33(8):e310-e6.
24. Ardu S, Rossier I, di Bella E, Krejci I, Dietschi D. Resin composite thickness' influence on L*a*b* coordinates and translucency. *Clin Oral Investig.* 2018 (*Article in Press*).
25. Lee YK. Translucency of human teeth and dental restorative materials and its clinical relevance. *J Biomed Optics.* 2015;20(4):045002.
26. Johnston WM. Review of translucency determinations and applications to dental materials. *J Esthet Restorat Dent.* 2014;26(4):217-23.

27. Ozakar Ilday N, Celik N, Bayindir YZ, Seven N. Effect of water storage on the translucency of silorane-based and dimethacrylate-based composite resins with fibres. *J Dent.* 2014;42(6):746-52.
28. Suh YR, Ahn JS, Ju SW, Kim KM. Influences of filler content and size on the color adjustment potential of nonlayered resin composites. *Dent Mater J.* 2017;36(1):35-40.
29. Salgado VE, Cavalcante LM, Silikas N, Schneider LF. The influence of nanoscale inorganic content over optical and surface properties of model composites. *J Dent.* 2013;41 Suppl 5:e45-53.
30. Wang F, Takahashi H, Iwasaki N. Translucency of dental ceramics with different thicknesses. *J Prosthet Dent.* 2013;110(1):14-20.
31. Perez MM, Hita-Iglesias C, Ghinea R, Yebra A, Pecho OE, Ionescu AM, et al. Optical properties of supra-nano spherical filled resin composites compared to nanofilled, nano-hybrid and micro-hybrid composites. *Dent Mater J.* 2016;35(3):353-9.
32. Palin WM, Leprince JG, Hadis MA. Shining a light on high volume photocurable materials. *Dent Mater.* 2018;34(5):695-710.
33. Colak H, Tokay U, Uzgur R, Hamidi MM, Ercan E. A prospective, randomized, double-blind clinical trial of one nano-hybrid and one high-viscosity bulk-fill composite restorative systems in class II cavities: 12 months results. *Nigerian J Clin Pract.* 2017;20(7):822-31.
34. Azzopardi N, Moharamzadeh K, Wood DJ, Martin N, van Noort R. Effect of resin matrix composition on the translucency of experimental dental composite resins. *Dent Mater.* 2009;25(12):1564-8.

35. Miotti LL, Santos IS, Nicoloso GF, Pozzobon RT, Susin AH, Durand LB. The use of resin composite layering technique to mask discolored background: A CIELAB/CIEDE2000 analysis. *Oper Dent*. 2017;42(2):165-74.
36. Salas M, Lucena C, Herrera LJ, Yebra A, Della Bona A, Perez MM. Translucency thresholds for dental materials. *Dent Mater*. 2018;34(8):1168-74.
37. Villarroel M, Fahl N, De Sousa AM, De Oliveira OB, Jr. Direct esthetic restorations based on translucency and opacity of composite resins. *J Esthet Restorat Dent*. 2011;23(2):73-87.
38. Carreño NLV, Oliveira TCS, Piva E, Leal FB, Lima GS, Moncks MD, et al. Fillers as radiopacifiers in a dental adhesive resin. *Nano-Micro Lett*. 2012;4(3):189-96.
39. Macedo CLR, Münchow EA, Lima GS, Zanchi CH, Ogliari FA, Piva E. Incorporation of inorganic fillers into experimental resin adhesives: Effects on physical properties and bond strength to dentin. *Int J Adhes Adhes*. 2015;62:78-84.
40. Cocco AR, Lima GS, Leal FB, Münchow EA, Ogliari FA, Piva E. Addition of nanoparticles for development of radiopaque dental adhesives. *Int J Adhes Adhes*. 2018;80:122-7.

ANEXO I



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Desempenho de resinas compostas dentais

Pesquisador: Eliseu Aldrighi Munchow

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 80307517.2.0000.5147

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA UFJF

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.743.388

Apresentação do Projeto:

Apresentação do projeto está clara, detalhada de forma objetiva, descreve as bases científicas que justificam o estudo, estando de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466/12 de 2012, item III.

Objetivo da Pesquisa:

Os Objetivos da pesquisa estão claros bem delineados, apresenta clareza e compatibilidade com a proposta, tendo adequação da metodologia aos objetivos pretendido, de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013, item 3.4.1 - 4.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos e benefícios descritos em conformidade com a natureza e propósitos da pesquisa. O risco que o projeto apresenta é caracterizado como risco mínimo e benefícios esperados estão adequadamente descritos. A avaliação dos Riscos e Benefícios está de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466/12 de 2012, itens III; III.2 e V.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto está bem estruturado, delineado e fundamentado, sustenta os objetivos do estudo em sua metodologia de forma clara e objetiva, e se apresenta em consonância com os princípios éticos norteadores da ética na pesquisa científica envolvendo seres humanos elencados na resolução 466/12 do CNS e com a Norma Operacional Nº 001/2013 CNS.

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
Bairro: SAO PEDRO **CEP:** 36.036-900
UF: MG **Município:** JUIZ DE FORA
Telefone: (32)2102-3788 **Fax:** (32)1102-3788 **E-mail:** cep.propesq@ufjf.edu.br

Continuação do Parecer: 2.743.388

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O protocolo de pesquisa está em configuração adequada, apresenta FOLHA DE ROSTO devidamente preenchida, com o título em português, identifica o patrocinador pela pesquisa, estando de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra a; e 3.4.1 item 16. Apresenta o TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO em linguagem clara para compreensão dos participantes, apresenta justificativa e objetivo, campo para identificação do participante, descreve de forma suficiente os procedimentos, informa que uma das vias do TCLE será entregue aos participantes, assegura a liberdade do participante recusar ou retirar o consentimento sem penalidades, garante sigilo e anonimato, explicita riscos e desconfortos esperados, indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa, contato do pesquisador e do CEP e informa que os dados da pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador pelo período de cinco anos, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466 de 2012, itens: IV letra b; IV.3 letras a,b,d,e,f,g e h; IV. 5 letra d e XI.2 letra f. O Pesquisador apresenta titulação e experiência compatível com o projeto de pesquisa, estando de acordo com as atribuições definidas no Manual Operacional para CPEs. Apresenta DECLARAÇÃO de infraestrutura e de concordância com a realização da pesquisa de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra h.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto, o projeto está aprovado, pois está de acordo com os princípios éticos norteadores da ética em pesquisa estabelecido na Res. 466/12 CNS e com a Norma Operacional Nº 001/2013 CNS. Data prevista para o término da pesquisa: maio de 2019.

Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa CEP/UFJF, de acordo com as atribuições definidas na Res. CNS 466/12 e com a Norma Operacional Nº001/2013 CNS, manifesta-se pela APROVAÇÃO do protocolo de pesquisa proposto. Vale lembrar ao pesquisador responsável pelo projeto, o compromisso de envio ao CEP de relatórios parciais e/ou total de sua pesquisa informando o andamento da mesma, comunicando também eventos adversos e eventuais modificações no protocolo.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
Bairro: SAO PEDRO **CEP:** 36.036-900
UF: MG **Município:** JUIZ DE FORA
Telefone: (32)2102-3788 **Fax:** (32)1102-3788 **E-mail:** cep.propesq@ufjf.edu.br

Continuação do Parecer: 2.743.388

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1013936.pdf	18/04/2018 15:54:57		Aceito
Recurso Anexado pelo Pesquisador	Carta_de_Resposta.pdf	18/04/2018 15:54:34	Eliseu Aldrighi Munchow	Aceito
Outros	Conflito_de_Interesses.pdf	18/04/2018 15:54:09	Eliseu Aldrighi Munchow	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_modificado.pdf	18/04/2018 15:52:46	Eliseu Aldrighi Munchow	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_detalhado_corrigido.pdf	18/04/2018 15:52:32	Eliseu Aldrighi Munchow	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_de_sigilo_assinado.pdf	13/01/2018 09:12:45	Eliseu Aldrighi Munchow	Aceito
Declaração do Patrocinador	Termo_de_doacao_FGM_atualizado.pdf	13/01/2018 09:12:27	Eliseu Aldrighi Munchow	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto_assinado_FGM.pdf	13/01/2018 09:10:36	Eliseu Aldrighi Munchow	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Conflito_de_Interesses_Pesquisador.pdf	28/06/2018 15:25:20	Patrícia Aparecida Fontes Vieira	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

JUIZ DE FORA, 28 de Junho de 2018

Assinado por:

 Patrícia Aparecida Fontes Vieira
(Coordenador)

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
Bairro: SAO PEDRO **CEP:** 36.036-900
UF: MG **Município:** JUIZ DE FORA
Telefone: (32)2102-3788 **Fax:** (32)1102-3788 **E-mail:** cep.propesq@ufjf.edu.br