

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA CONSERVADORA

NATÁLIA KINDEL

**ANÁLISE DA REFLECTÂNCIA DE RESINAS COMPOSTAS DIRETAS  
COMPARADAS AO TECIDO DENTAL HUMANO**

Porto Alegre

2019

NATÁLIA KINDEL

**ANÁLISE DA REFLECTÂNCIA DE RESINAS COMPOSTAS DIRETAS  
COMPARADAS AO TECIDO DENTAL HUMANO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Cirurgião-Dentista.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Melara

Porto Alegre

2019

NATÁLIA KINDEL

**ANÁLISE DA REFLECTÂNCIA DE RESINAS COMPOSTAS DIRETAS  
COMPARADAS AO TECIDO DENTAL HUMANO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Cirurgião-Dentista.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Melara

Porto Alegre, 12 de dezembro de 2019.

---

Rafael Melara

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

---

Luciano de Souza Gonçalves

Universidade Federal de Santa Maria

---

Leandro Azambuja Reichert

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à minha família, que sempre me apoiou e garantiu que eu tivesse todo o suporte para seguir meus sonhos, sendo peça chave para enfrentar todos os desafios que surgiram nessa caminhada e principalmente para comemorar minhas conquistas. Cada um teve papel fundamental na pessoa que sou hoje, que leva consigo os valores da verdade, honestidade e perseverança.

Agradeço aos mestres: Rafael, Luciano e Leandro, que foram de extrema importância para meu desenvolvimento dentro da Odontologia, acreditando na minha capacidade e inspirando meu dia-a-dia sendo profissionais de excelência.

Minha gratidão a todos os pacientes que tive a oportunidade de atender, guardo no coração os aprendizados que adquiri durante as conversas nas consultas. Em especial à Dona Laura, que me fez ter certeza que a Odontologia era o caminho certo a seguir e que tanto me ensinou sobre a vida.

Agradeço aos meus amigos, que fizeram parte dessa trajetória compartilhando alegrias, angústias e expectativas. Em especial às incríveis Natália, Gabriela e Juliane, que são um presente da faculdade que levo no coração para a minha vida. Com certeza elas transformaram minha experiência na graduação e todas as nossas lembranças serão eternamente gravadas em minha mente com muito carinho.

Agradeço à vida e a chance de crescer todo dia.

## RESUMO

**Introdução:** O sucesso de uma restauração estética está intimamente relacionado com o conhecimento que o profissional possui em relação à morfologia dental e às propriedades ópticas envolvidas no processo de restauração de um dente (ELGENDY *et al.*, 2018) (POP-CIUTRILA *et al.*, 2015). Cada estrutura dental possui um comportamento diferente quando em contato com a luz, por esse motivo o dentista deve estar atento ao escolher as resinas que propiciem o fenômeno óptico mais similar ao dente hígido. Além disso, é importante usar o material de maneira correta, para que se consiga adequada proporção entre as camadas de resina, correlacionando translucidez e opacidade com o objetivo de uma mimetização que corresponda à expectativa do paciente (Maia *et al.*, 2018). **Objetivo:** Comparar a reflectância entre resinas compostas de esmalte e dentina de diferentes sistemas restauradores comercialmente disponíveis com o esmalte e dentina humanos de terceiros molares inclusos, em espessura de 2mm e avaliar como as diferenças encontradas nesse estudo *in vitro* podem influenciar a escolha do material restaurador indicado em diferentes situações clínicas. **Materiais e métodos:** este estudo *in vitro* teve como amostra (n=10) resinas compostas diretas de esmalte e dentina de cinco sistemas diferentes, na cor A3 para esmalte e A2 para dentina, que foram confeccionadas em espessura de 2mm com o auxílio de uma matriz de teflon, com 0,5 mm de resina de esmalte, sobre 1,5mm de resina de dentina, a fim de simular o dente humano. As amostras de dente humano (n=10) também foram confeccionados em diâmetro de 6mm e em espessura de 2mm por meio de corte e posterior desgaste até atingir a espessura desejada das duas estruturas (esmalte e dentina). Após a confecção, as resinas compostas foram mensuradas com um paquímetro digital Mitutoyo e armazenadas em ambiente protegido de luz até o momento das leituras com o espectrofotômetro CARRY 5000. Os resultados obtidos foram submetidos ao teste estatístico Shapiro-Wilk para verificação da normalidade. Na presença de distribuição normal, foram submetidos à Análise de Variância Anova, considerando como fator fixo o tipo de substrato (resina composta de esmalte/dentina, esmalte/dentina de terceiros molares), seguido do teste de Tukey com nível de confiança de 95%. **Resultados:** Todos os materiais apresentaram diferença significativa entre os valores percentuais de reflectância, sendo que o esmalte dentário apresentou reflectância significativamente inferior ao compósito Forma e superior a todos os demais. **Conclusão:** A composição das resinas tem influência direta sobre a reflectância apresentada pelo compósito. Todas as resinas apresentaram reflectância diferente daquela apresentada pelo esmalte, exigindo conhecimento e treinamento para a reprodução do tecido dental natural.

**Palavras – chave:** Resinas compostas. Luz. Estética dentária.

## ABSTRACT

**Introduction:** The success of an aesthetic restoration is closely related to the professional's knowledge about dental morphology and the optical properties involved in the restoration process of a tooth (Elgendy *et al.*, 2019) (Pop-ciutrila *et al.*, 2015 ). Each dental structure has a different behavior when in contact with light, so the dentist should be aware when choosing the resins that provide the optical phenomenon more similar to the healthy tooth. In addition, it is important to use the material correctly, so that adequate proportion between resin layers is achieved, correlating translucency and opacity with the aim of mimicking the patient's expectations (Maia *et al.*, 2018). **Objective:** To compare the reflectance between enamel and dentin composite resins of different commercially available restorative systems with human enamel and dentin of third molars included in 2mm thickness and to evaluate how the differences found in this in vitro study may influence the choice of the restorative material indicated in different clinical situations. **Materials and methods:** this in vitro study had as a sample (n = 10) direct composite resins of enamel and dentin of five different systems, in color A3 for enamel e A2 for dentin, which were made in a thickness of 2mm with a teflon matrix, with 0.5 mm enamel resin, on 1.5 mm of dentin resin, in order to simulate the human tooth. The samples of human teeth (n = 10) were also made in 6mm diameter and 2mm thickness by cutting and subsequent wear until reaching the desired thickness of the two structures (enamel and dentin). After preparation, the composite resins were measured with a Mitutoyo digital caliper and stored in a light-protected environment until measurement with the CARRY 5000 spectrophotometer. The results obtained were submitted to the Shapiro-Wilk statistical test to verify normality. In the presence of normal distribution, they were submitted to Anova Variance Analysis, considering as a fixed factor the type of substrate (resin, third molar enamel), followed by the Tukey test with a 95% confidence level. **Results:** All materials presented differ between the percent reflectance values, and the tooth enamel shows the reflectance inferior to the composite Forma and superior to all the others. **Conclusion:** The composition of resins has a direct influence on the reflection of the composite. All resins presented different transmittance than the one presented by enamel, requiring attention and clinical ability to reproduce the natural tissue.

**Keywords:** Composite resins. Light. Dental esthetics.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Corpo de prova de resina composta .....	15
Figura 2 – Matriz de teflon .....	15
Figura 3 – Sequência de confecção da amostra de resina composta .....	15
Figura 4 – Verificação da espessura da amostra de resina composta com o paquímetro.....	16
Figura 5 – Sequência dos cortes realizados para confecção das amostras de dente.....	17
Figura 6 – Amostra de esmalte e dentina .....	17
Figura 7 – Verificação da espessura da amostra de esmalte/dentina com o paquímetro.....	17
Figura 8 – Imagem radiográfica da amostra de esmalte/dentina.....	18
Figura 9 – Verificação da cor das amostras de esmalte/dentina.....	18

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Descrição dos sistemas restauradores utilizados.....	14
Tabela 2 – Média seguida pelo desvio padrão entre parênteses dos valores percentuais de reflectância para os materiais estudados.....	20

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>12</b>
2.1	OBJETIVO GERAL .....	12
2.2	OBJETIVO ESPECÍFICO .....	12
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>13</b>
3.1	CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA .....	13
3.1.1	Amostras de resina composta de esmalte e dentina .....	13
3.1.2	Amostras de esmalte e dentina humanos .....	16
3.1.3	Mensuração dos Parâmetros de Cor .....	18
3.2	ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	18
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>25</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>26</b>
	<b>APÊNDICE A –TERMO DE DOAÇÃO DE DENTES</b> .....	<b>28</b>
	<b>APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</b> ..	<b>29</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento dos materiais odontológicos gera produtos cada vez mais similares ao tecido dentário devido à exigência estética dos pacientes (JOINER, 2003). Para satisfazer a expectativa desses pacientes, o Cirurgião Dentista deve aplicar seu conhecimento sobre morfologia dental (forma, tamanho, posição e irregularidades de superfície) bem como, propriedades ópticas (ELGENDY *et al.*, 2019; POP-CIUTRILA *et al.*, 2015). Portanto, durante a seleção do material restaurador, fatores como cor, translucidez e resistência mecânica devem ser considerados (LEE, 2015), pois a capacidade de reproduzir a cor do dente em uma restauração é afetada pela transmissão de luz através do material restaurador e tecido dentário (MAIA *et al.*, 2018).

Vários fenômenos ópticos resultam do contato da luz com algum objeto, dentre eles estão: reflexão, refração, absorção, dispersão e transmissão (ELGENDY *et al.*, 2019). A cor do objeto será identificada pelo observador quando a luz refletida do objeto chegar aos seus olhos. Portanto, a cor é resultado da interação da luz com um objeto e a experiência subjetiva de um observador, e este é influenciado por fatores como: fonte de luz, o objeto a ser visualizado e o observador propriamente dito (PECHO *et al.*, 2016).

A cor pode ser descrita por três parâmetros: matiz, valor e croma. Matiz é o que nos permite distinguir as diferentes famílias de cor; valor se refere à luminosidade do objeto e croma é o grau de saturação de cor. Além disso, as propriedades ópticas secundárias, translucidez, opacidade, fluorescência e opalescência, podem afetar a aparência geral do dente (JOINER, 2003). Winter (1993) afirmou que translucidez e opacidade indicam a qualidade e quantidade de luz refletida, sendo essas as características secundárias mais importantes. A translucidez se refere ao quanto de transmissão de luz ocorre através de uma superfície, representando assim a habilidade do meio em permitir a passagem de luz através do mesmo.

No que se refere ao estudo do fenômeno óptico no dente humano, estudos mostram que cada estrutura possui um comportamento diferente quando em contato com a luz. No esmalte, a dispersão da luz é maior para comprimentos de onda menores, como azul, sendo o coeficiente de absorção do esmalte pequeno. Já no que se refere à dentina, os coeficientes de dispersão e absorção não são significativamente diferentes conforme a variação do comprimento de onda da luz, sendo os túbulos dentinários a principal influência nesse fenômeno, pois o tamanho e a orientação dos túbulos interferem diretamente no quanto de luz é dispersada (POP-CIUTRILA *et al.*, 2015).

Quando a luz incide sobre o dente, essa deve passar primeiramente por toda a espessura de esmalte antes de chegar à dentina. Essa passagem de luz não é significativamente afetada pela orientação estrutural do esmalte (ELGENDY *et al.*, 2019). Quanto à propagação de luz através da dentina, Pop-Ciutrilă *et al.* (2016), afirmam que a luz é guiada dentro do espaço tubular, o qual pode conter elementos com índices de refração diferentes, tais como: água, ar, depósitos minerais e fluido dentinário, o que afeta todos os fenômenos ópticos: transmitância, reflexão, dispersão e absorção.

Segundo o estudo de Joiner (2003), a cor natural do dente apresenta a tendência de mudar com a idade, tornando-se mais escuro e amarelo. Isso ocorre porque o croma da dentina torna-se mais saturado, pois há dentina secundária em maior quantidade, sendo mais dura e menos permeável e o valor total do dente torna-se mais baixo devido à perda de espessura do esmalte. Além disso, Pop-Ciutrilă *et al.* (2015) afirmam que dentes jovens possuem maiores valores de dispersão de luz, enquanto que com a idade há depósito de dentina peritubular e conseqüente menor valor de dispersão de luz.

Considerando-se o comportamento óptico do dente, tem-se como desafio desenvolver materiais restauradores que mimetizem a estrutura dental, a fim de propiciar o melhor resultado estético possível. Sobre o efeito óptico de resinas, Maia *et al.* (2018) afirmam que nem todas as resinas compostas desenvolvem o mesmo efeito quanto à dispersão de luz, por isso é tão importante escolher materiais que mimetizem as características diferentes entre esmalte e dentina, o que pode afetar também a percepção de cor final da restauração. Inúmeros fatores influenciam diretamente na transmitância e opacidade das resinas compostas, tais como: matriz orgânica e inorgânica, índice de refração antes e depois do evento de polimerização, pigmentos, tamanho e arranjo das partículas, opacificadores e espessura do material (MAIA *et al.*, 2018; ELGENDY *et al.*, 2019). A concentração e o tamanho das partículas das resinas são os fatores que mais influenciam nas propriedades ópticas do material (MAIA *et al.*, 2018). Quanto à composição das resinas compostas, espera-se menor translucidez do material quanto maior a diferença entre o índice de refração da matriz resinosa e as partículas da mesma. Para que essas propriedades possam ser avaliadas de forma quantitativa existem diferentes métodos para mensuração da translucidez, dentre eles o parâmetro de translucidez, *contrast ratio* e transmitância. O parâmetro de translucidez é medido através do cálculo da diferença de cor do objeto sobre um fundo preto e um fundo branco. O *contrast ratio* é obtido a partir da razão da reflectância de um objeto contra um fundo branco e um fundo preto. Já a transmitância indica a fração da intensidade do feixe de luz transmitido através do material, podendo ser direto ou difuso (LEE, 2015).

Devido a dificuldade em reproduzir adequadamente as características ópticas dos tecidos dentais, bem como selecionar o material restaurador adequado para cada situação clínica, torna-se importante o estudo das propriedades ópticas. Assim sendo, este estudo testou a seguinte hipótese de nulidade: os valores de reflectância de amostras de resinas compostas de esmalte e dentina seriam similares entre si e aos valores de reflectância do esmalte/dentina humanos.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Comparar a reflectância entre resinas compostas de esmalte e dentina de diferentes sistemas restauradores comercialmente disponíveis entre si e com o esmalte e dentina humanos.

### **2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO**

- a) Avaliar a reflectância do dente humano em terceiros molares inclusos;
- b) Avaliar a reflectância de diferentes resinas compostas de esmalte e dentina de diferentes sistemas restauradores;
- c) Avaliar como as diferenças encontradas nesse estudo in vitro podem influenciar a escolha do material restaurador indicado em diferentes situações clínicas.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA

##### 3.1.1. Amostras de resina composta de esmalte e dentina

Discos de resina composta de esmalte e dentina de cinco sistemas restauradores disponíveis no mercado (Quadro 1), contendo 6mm de diâmetro e 2mm de espessura (Figura 1) foram confeccionados utilizando uma matriz de teflon (Figura 2) com o auxílio de um paquímetro digital Mitutoyo com precisão de 0,01 mm (Figura 4). Dez amostras de cada sistema de resina composta foram confeccionadas (n=10), número amostral que está de acordo com os trabalhos de Maia *et al.* (2018), Alves *et al.* (2014) e Jardim *et al.* (2002).

A resina composta de dentina foi inserida na matriz regulada para 1,5 mm de altura em incremento único, com espessura de 1,5 mm, e posteriormente, foram posicionadas uma tira de poliéster e uma lâmina de vidro sobre a matriz, respectivamente. Foi realizada pressão digital para acomodação da resina composta e fotoativação por 20 segundos na superfície de topo da amostra com uma fonte de luz emitida por diodo – LED (Valo-Ultradent). O corpo de prova foi então removido da matriz e a fotoativação foi repetida na superfície de base. Após, o corpo de prova de dentina (1,5 mm de espessura) foi inserido novamente na mesma matriz agora regulada para 2 mm de espessura para aplicação da resina de esmalte com 0,5 mm de espessura, totalizando amostras com 2 mm de espessura, repetindo o procedimento de polimerização anteriormente descrito (Figura 3). As amostras foram armazenadas em ambiente livre de luz.

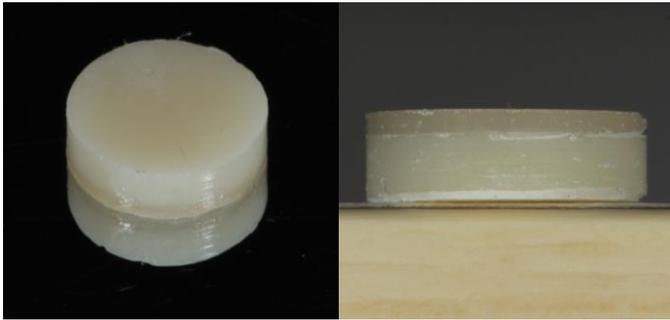
Tabela 1 - Descrição dos sistemas restauradores utilizados.

<b>Sistema restaurador</b>	<b>Fabricante</b>	<b>Características</b>
Empress Direct	Direct Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein.	Matriz: Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, dimetacrilato de dimetanol triciclodocano Carga: Vidro de bário itérbio fluorado e óxidos metálicos Porcentagem de carga em peso: 75-79%: Tamanho de carga: 40nm-3um (40nm-3000nm) Cores de esmalte: A3 Cor de dentina: A2
Charisma Diamond	Heraeus Kulzer Hanau, Alemanha.	Matriz: Dimetacrilatos Hidrófobos e TEGDMA. Carga: Vidro de bário-boro-fluoro alumínio silicato e sílica. Porcentagem de carga em peso: 80-82% Tamanho de carga: 5nm-20um (5nm-20000nm) Cores de esmalte: A3 Cor de dentina: OM
Palfique LX5	Tokuyama, Taitou-ku, Tóquio, Japão.	Matriz: Bis-GMA e TEGDMA. Carga: Sílica coloidal e zircônia. Porcentagem de carga em peso: 82% Tamanho de carga: 0,1-0,3um (100nm-300nm) Cores de esmalte: A3 Cor de dentina: A2
Forma	Ultradent Products, Inc. South Jordan, UT, EUA	Matriz: Bis-GMA, TEGDMA, Bis-EMA e UDMA. Carga: Zircônia, sílica e vidro de bário. Porcentagem de carga em peso: 78% Tamanho de carga: 0,7um (700nm) Cores de esmalte: A3 Cor de dentina: A2
Harmonize	Kerr, Orange, CA, EUA	Matriz: Bis-GMA, TEGDMA, Bis-EMA Carga: Zircônia, sílica coloidal. Porcentagem de carga em peso: 81% Tamanho de carga: 5-400nm Cores de Esmalte: A3 Cor de Dentina: A2

Fonte: o autor.

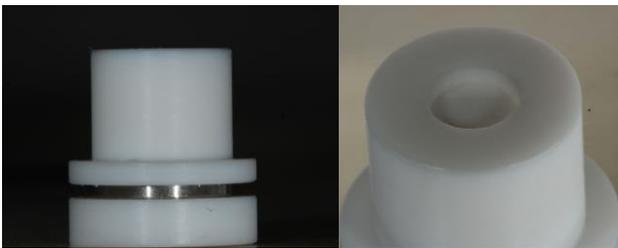
Nota: Bisfenol A Glicidil dimetacrilato (Bis-GMA); Uretano Dimetacrilato (UDMA); Trietileno Glicoldimetacrilato (TEGDMA); Bisfenol A Glicidil dimetacrilato etoxilado (Bis-EMA)

Figura 1 – Corpo de prova de resina composta.



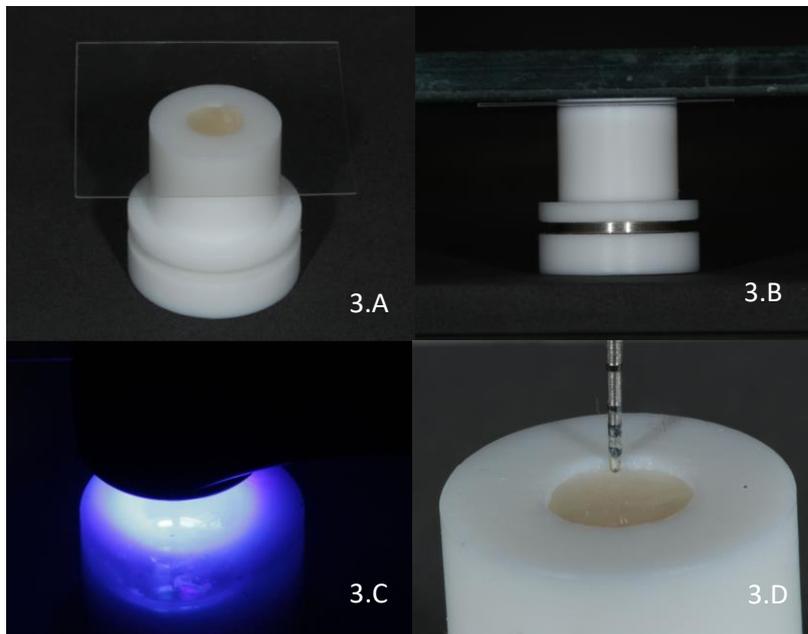
Fonte: o autor

Figura 2 – Matriz de teflon.



Fonte: autor

Figura 3 – Sequência de confecção da amostra de resina composta.



Fonte: o autor

Legenda: 3.A – Inserção da resina de dentina na matriz.

3.B – Colocação da matriz de poliéster e laje de vidro sobre a matriz.

3.C – Fotopolimerização da amostra.

3.D – Inserção da amostra polimerizada na matriz de teflon, verificando o espaço de 0,5mm para colocação da resina de esmalte.

Figura 4 – Verificação da espessura da amostra de resina composta com o paquímetro.



Fonte: o autor

### 3.1.2 Amostras de esmalte e dentina humanos

As amostras de esmalte e dentina humanos foram confeccionadas a partir de dez terceiros molares inclusos hígidos, obtidos a partir de pacientes com extração indicada de terceiros molares inclusos, com assinatura dos respectivos Termos de Doação (Apêndice A) e de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice B).

Blocos de esmalte e dentina foram confeccionados a partir dos dentes molares selecionados, sendo obtidos através da face vestibular. Os cortes foram realizados com ponta diamantada 3195FG-KG Sorensen acoplada à turbina de alta rotação KaVo com refrigeração por água (Figura 5).

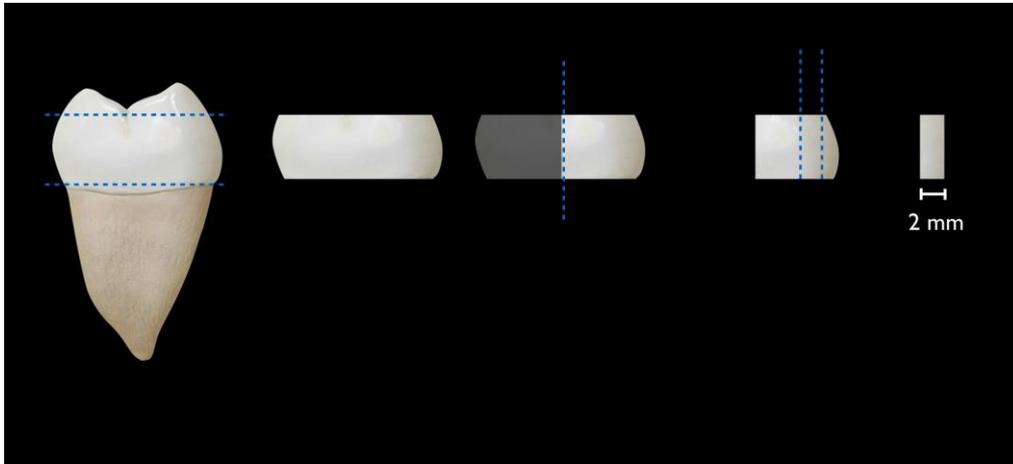
Primeiramente foi realizado um corte perpendicular ao longo eixo do dente acima do nível amelocementário para separação da porção radicular da coronária. O segundo corte executado foi no sentido vestibulo-palatino, para regularização da porção oclusal. O terceiro corte foi para a remoção do esmalte das paredes proximais, chegando em dentina. O quarto corte teve como objetivo a secção ocluso-cervical para remoção da face palatina.

Após a obtenção da porção coronária vestibular contendo esmalte e dentina, foi realizado o desgaste das duas faces (topo – esmalte e base - dentina) utilizando uma Politriz Arotec Aropol 2V com refrigeração por água e lixa de carbetto de silício de granulação 600, para planificação paralela das mesmas. Ao final, as amostras foram lixadas com granulações 1.200 e 2.000 para padronização da espessura de cada estrutura da amostra, sendo 0,5 mm de esmalte e 1,5 mm de dentina (Figura 6).

Para verificar as medidas das amostras, as mesmas foram submetidas a raio-x digital utilizando o sensor New IDA – Dabi Atlante e a imagem foi analisada por software da mesma empresa para padronização das espessuras de esmalte e dentina (Figura 8).

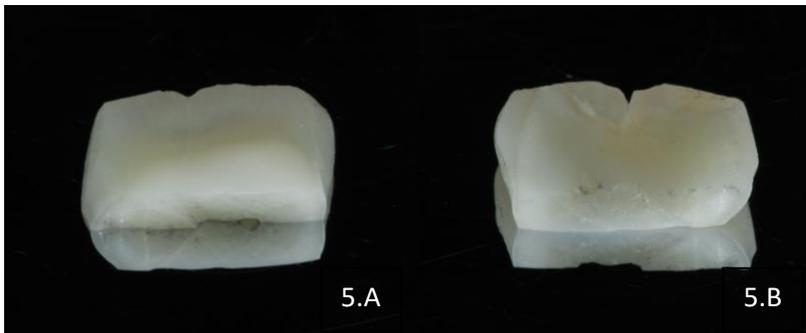
Após confecção das amostras, realizou-se verificação de cor por avaliação visual em comparação com escala VITA (Figura 9).

Figura 5 – Sequência dos cortes realizados para confecção das amostras de dente.



Fonte: o autor.

Figura 6 – Amostra de esmalte e dentina.



Fonte: o autor

Legenda: 6.A - Face de esmalte.

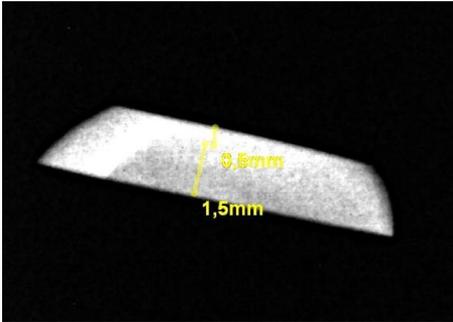
6.B - Face de dentina.

Figura 7 – Verificação da espessura da amostra de esmalte/dentina com o paquímetro.



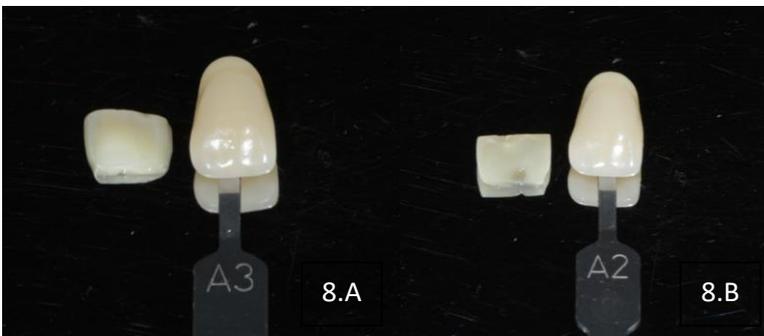
Fonte: o autor

Figura 8 – Imagem radiográfica da amostra de esmalte/dentina.



Fonte: o autor

Figura 9 – Verificação da cor das amostras de esmalte/dentina.



Fonte: o autor

Legenda: 9.A – Face de esmalte  
9.B – Face de dentina

### 3.1.3 Mensuração dos Parâmetros de Cor

Após confeccionadas, as amostras foram armazenadas em ambiente protegido de luz até o momento das leituras com o espectrofotômetro CARRY 5000, com o qual é possível realizar medidas de colorimetria, transmitância (especular, difusa e total), reflectância (especular, difusa e total) na faixa de 190 – 2500nm.

Foram avaliadas as porcentagens de reflectância, na faixa de luz visível, ou seja, em cada comprimento de onda na faixa de 400 a 700 nm, sendo calculada a média destes 300 comprimentos de onda para cada amostra.

## 3.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Após a verificação da normalidade ( $P = 0,132$ ) e da igualdade das variâncias ( $P = 0,139$ ), os valores de reflectância foram submetidos ao teste de Análise de Variância de 1

fator e as diferenças detectadas decompostas pelo teste *post-hoc* de Tukey com intervalo de confiança de 95%.

## 4 RESULTADOS

Todos os materiais apresentaram diferença significativa entre os valores percentuais de reflectância, sendo que o esmalte dentário apresentou reflectância significativamente inferior ao compósito Forma e superior a todos os demais. Os valores de reflectância são apresentados na tabela 2.

Tabela 2 – Média seguida pelo desvio padrão entre parênteses dos valores percentuais de reflectância para os materiais estudados.

<b>Grupo</b>	<b>Valores de reflectância (%)</b>
Palfique	16,36 (0,6) <sup>F</sup>
Charisma	17,59 (0,7) <sup>E</sup>
Harmonize	18,79 (0,3) <sup>D</sup>
Empress D	19,89 (0,6) <sup>C</sup>
Esmalte	21,63 (1,1) <sup>B</sup>
Forma	22,76 (0,8) <sup>A</sup>

Nota: Letras maiúsculas diferentes na coluna representam diferença estatística significativa ao teste de Análise de Variância de 1 fator com diferenças analisadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## 5 DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos, a hipótese de nulidade foi rejeitada, ao passo que todos os grupos de resina composta diferiram entre si e em relação ao esmalte/dentina humanos no que se refere à reflectância.

Como explicado no estudo de Lee (2007), a partir do encontro de um material translúcido como o dente e materiais restauradores com um feixe de luz, quatro fenômenos associados podem ser descritos: transmissão especular da luz, reflexão especular e reflexão difusa da luz pela superfície, absorção e dispersão de luz pelo material, sendo essa interação influenciada pelas características internas do material.

No que se refere ao esmalte dentário, sua microestrutura determina as propriedades ópticas do mesmo, como no estudo de Lee (2015), no qual verificou-se que os prismas são as principais estruturas responsáveis pela dispersão de luz. Os resultados mostraram que o esmalte dispersou luz de maneira fraca, enquanto a absorção foi insignificante, já a dentina apresentou forte dispersão de luz e menor absorção. A propagação e dispersão de luz na dentina é afetada pelo volume dos túbulos, forma, orientação e distribuição dos cristais minerais e fibras colágenas. Além disso, segundo o estudo de Vilarroel *et al.* (2011) o coeficiente de transmissão de luz no esmalte é dependente do comprimento de onda da luz incidente, e a transmissão total de luz no esmalte aumenta com o aumento do comprimento de onda, isso mostra a tendência do esmalte ser mais translúcido sob comprimentos de ondas maiores.

Na resina composta, a dispersão de luz é dependente do comprimento de onda do feixe de luz irradiado, quando o tamanho da partícula difusora é aproximadamente do tamanho do comprimento de onda incidente. Entretanto, quando o tamanho da partícula dispersora de luz é muito maior que o tamanho do comprimento de onda, o mesmo não possui nenhum efeito. Em materiais com alta concentração de carga, o coeficiente de dispersão de luz tende a atingir um platô. Sendo assim, dois parâmetros influenciam na translucidez e na cor das restaurações de resina: coeficiente de absorção e coeficiente de dispersão, ambos sendo comprimento de onda dependentes. A dispersão diminui gradualmente, enquanto a absorção diminui abruptamente com o aumento do comprimento de onda. A reflexão de luz aumenta com o aumento da dispersão de luz e com a diminuição da absorção (LEE, 2007; PEREZ *et al.* 2016). De acordo com o estudo de Lee (2007), nos materiais restauradores, os valores de reflexão de luz aumentam com o comprimento de onda, no feixe de 500 a 700nm. Além disso, o efeito da variação de absorção de luz é maior que o efeito de variação da dispersão de luz

nos materiais restauradores. O mesmo foi demonstrado por Pecho *et al.* (2016), que concluem que a dispersão de luz varia conforme o comprimento de onda da luz incidente e principalmente pelo tamanho da partícula de carga presente no material, sendo que a absorção e reflexão de luz também variam com o comprimento de onda e conforme o pigmento na composição da resina.

Um estudo prévio (LEE, 2015) destacou a importância sobre o conhecimento de como a orientação da carga afeta a reflectância difusa dos compósitos e como isso forneceria informações sobre como a orientação dos prismas de esmalte afeta a reflectância difusa nos dentes. O referido estudo revelou que a orientação de fibras de vidro nas amostras dos compósitos paralelas ao feixe de luz causaram a diminuição da quantidade de luz absorvida, enquanto a orientação perpendicular aumentou a quantidade de luz dispersada. Comparando o comportamento encontrado neste estudo com a estrutura dental, pode-se especular que o mesmo fenômeno óptico pode variar conforme a orientação da estrutura do esmalte. Diante do exposto, um dos fatores que pode ter influenciado na diferença dos valores de reflectância obtidos no presente estudo para os compósitos pode estar relacionado com as diferenças na orientação e distribuição das partículas de carga nos cinco diferentes sistemas de resina estudados.

Nos compósitos, a matriz orgânica é responsável pela absorção e é o componente que dispersa luz de maneira fraca, sendo que a dispersão se deve principalmente à divergência entre os valores do índice de refração das partículas de carga e da matriz orgânica, a qual depende do tamanho das partículas, devido às múltiplas reflexões e refrações nas interfaces partícula-matriz. Quando os índices de refração possuem valores similares, um maior valor de translucidez é obtido (MIKHAIL *et al.*, 2013; SALGADO *et al.*, 2017; DIAMANTOPOLOU *et al.*, 2014).

O volume e tamanho das partículas determinam o índice de refração das resinas compostas, e é reportado como 1,5 (LEE, LU, POWERS, 2005; PECHO *et al.*, 2016). De acordo com o estudo de Mikhail *et al.* (2013), nanopartículas com tamanhos abaixo do comprimento de onda da luz visível (380-780nm), favorecem a translucidez do material, enquanto que resinas híbridas apresentam partículas de 8000 a 30000 nm. Por serem partículas maiores, dispersam mais luz, resultando na redução da translucidez. Esse comportamento se deve também a uma maior discrepância no índice de refração destas partículas de carga maiores quando comparadas à matriz orgânica. O estudo de Lee (2008) que usou a mesma proporção de matriz resinosa BisGMA:UDMA:TEGDMA mas diferentes volumes e tamanhos de partículas mostrou maior transmitância para resinas com menor

volume de partículas, e quanto menor foi o tamanho da partícula, maior foi a transmitância. Outro estudo que mostra resultado similar é o de Elgendy *et al.* (2019), no qual afirma que é esperado que a transmitância de luz reduza com o aumento da quantidade de carga, devido à dispersão de luz por conta da diferença do índice de refração entre a matriz orgânica e as partículas de carga. Quanto maior for essa diferença, menos translúcido será o material.

Como visto em outros estudos já citados, os prismas de hidroxiapatita funcionam como os principais difusores de luz, porém nos sistemas de resina, a dispersão de luz se deve à refração e reflexão na interface entre matriz resinosa, as partículas de carga e poros (PECHO, 2016). No estudo de Li *et al.* (2012), o coeficiente de espalhamento de luz nos compósitos alcançou maior valor quando o diâmetro da partícula de carga se igualou ao comprimento de onda da luz incidente.

Outro elemento importante a ser considerado é a composição da matriz resinosa, com TEGDMA, UDMA e Bis-GMA. No trabalho de Azzopardi *et al.* (2009) esses compósitos foram expostos a comprimentos de onda de 380 a 700 nm e não houve diferença estatística nos valores de transmissão de luz entre os três materiais quando houve quantidade de carga constante, entretanto quando adicionada carga, a matriz que continha Bis-GMA apresentou maior valor de transmitância quando comparada com os outros dois materiais, por possuir o índice de refração mais parecido com a partícula de carga de sílica, do que TEGDMA e UDMA. Outro estudo que corrobora esses achados é o de Mikhail *et al.* (2013), no qual se discorre sobre os índices de refração, sendo 1.55, 1.48 e 1.46 para Bis-GMA, UDMA e TEGDMA, respectivamente, apontando também para a semelhança de valor da matriz orgânica composta de Bis-GMA com as partículas de sílica. Sendo que as partículas inorgânicas mais utilizadas em resinas compostas são sílica (índice de refração 1,46), dióxido de titânio (índice de refração 2,87), zircônia (índice de refração 2,24), estrôncio (índice de refração 1,51), bário (índice de refração 1,53) (ALMEIDA, 2014).

Esses resultados diferem dos encontrados no presente estudo, visto que a resina com maior porcentagem de carga em peso no valor de 82% (Palfique LX5), foi o grupo que apresentou menor valor de reflectância (16,36). Isso provavelmente ocorreu devido à característica da sua partícula de carga, pois por ser esférica e apresentar tamanho médio de partícula de 200nm, provavelmente permitiu uma maior passagem de luz através da resina. Além disso, essa resina composta apresenta matriz orgânica constituída por Bis-GMA e TEGDMA, cujos índices de refração são 1,55 e 1,46, respectivamente e sílica e zircônia como partículas de carga, com índices de 1,46 e 2,24 respectivamente. É possível especular que apesar desta resina composta apresentar na sua composição zircônia, que apresenta maior

diferença de valor no índice de refração, além da sílica, sua concentração não parece ter sido suficiente para aumentar a reflectância da mesma. Já na resina Forma, que também apresenta zircônia na sua composição, o comportamento de reflectância foi distinto, apresentando os maiores valores de reflectância de todos os grupos. Este comportamento provavelmente deve-se ao fato da resina Forma apresentar o maior tamanho médio de partícula (700nm), e também a presença de zircônia em maior quantidade, apesar de ser o sistema de resina que apresentou o menor valor de porcentagem de carga em peso.

No estudo de Perez *et al.* (2016), a resina nanoparticulada (Estelite Omega- Tokoyama e Estelite Sigma - Tokoyama) apresentou o menor valor de dispersão e maior valor de transmitância e a resina microhibrida (Herculite XRV - Kerr) o maior valor de dispersão. Esse comportamento ocorreu devido à forma da partícula de carga da nanoparticulada em comparação às partículas de carga irregulares das outras resinas estudadas, que apresenta índice de refração similar à matriz orgânica nesses compósitos. Visto que a resina utilizada no presente estudo (Palfique LX5 -Tokuyama) apresenta a mesma composição da resina Estelite Sigma no que se refere à tamanho e volume de carga, os resultados estão de acordo, pois a mesma apresentou menor reflectância. Além disso, esta resina (Palfique LX5 -Tokuyama), também apresenta partículas esféricas como a Estelite Omega (Tokoyama).

Sendo assim, os resultados do presente trabalho podem ser extrapolados para a prática clínica através do correlacionamento das propriedades de reflectância com as necessidades ópticas das diferentes situações clínicas e das particularidades de reflectância e transmitância das diferentes camadas de resina que compõe uma restauração. Assim, de acordo com os resultados obtidos, resinas compostas como a Forma (maior valor de reflectância) podem ser usadas quando um maior valor for desejado. Já resinas como a Palfique (menor valor de reflectância) podem ser associadas a resinas mais opacas do mesmo ou de outro sistemas de resina, a fim de evitar uma maior diminuição do valor final da restauração, ou então trabalhar com camadas de dentina mais espessas a fim de compensar a menor reflectância desse material.

## **6 CONCLUSÃO**

Considerando as diferenças entre os materiais estudados, e dentro das limitações do estudo, foi possível concluir que:

Todos os sistemas de resina composta estudados apresentaram comportamento de reflectância diferentes entre si.

Todos os sistemas de resina composta estudados apresentaram comportamento de reflectância diferentes do tecido dental humano, sendo os que mais se aproximaram deste as resinas Empress Direct e Forma.

A propriedade de reflectância deve ser considerada e bem entendida quando da confecção de restaurações estéticas, pois tem influência direta no resultado final, correlacionando-se com diversas propriedades ópticas.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. G. Translucidez e luminosidade de compósitos para esmalte em diferentes espessuras. Tese (Doutorado em Dentística) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2014.
- ALVES, J. K. G. *et al.* Composite color evaluation using a spectrophotometer in different modes of operation and storage conditions. **RFO UPF**, Passo Fundo, v. 19, n. 1, p. 101-106, Jan. 2014.
- AZZOPARDI, K. *et al.* Effect of resin matrix composition on the translucency of experimental dental composite resins, **Dent. Mater.**, v. 25, n. 12, p. 1564–1568, 2009.
- BOSCH, J. J. T.; COOPS, J. C. Tooth Color and Reflectance as related to light scattering and enamel hardness. **J. Dent. Res.**, Washington, v. 74, n. 1, p. 374-380, Jan. 1995.
- DIAMANTOPOULOU, E. *et al.* Change of optical properties of contemporary polychromatic resin composites after light curing and finishing., **Int. J. Esthet. Dent.** Berlin, v. 9, n. 2, p. 224–237, 2014.
- ELGENDY, H. *et al.* Comparison of light propagation in dental tissues and nano-filled resin based composite. **Clin. Oral Invest.**, Germany, v. 23, p. 423-433, Apr. 2019.
- JARDIM, P. S. *et al.*, Análise comparativa da translucidez do esmalte e de diferentes resinas compostas microparticuladas. **Cienc. Odontol. Bras.**, São José dos Campos, v. 5, n. 3, Sept. 2002.
- JOHNSTON, W. M. Review of translucency determinations and applications to dental materials. **J. esthet. restor. dent.**, Hamilton, v. 26, n. 4, p. 217-223, 2014.
- JOINER, A. Tooth colour: a review of the literature. **J. Dent.**, Guilford, v. 32, p. 3-13, Oct. 2003.
- LEE, Y. K. Influence of filler on the difference between the transmitted and reflected colors of experimental resin composites. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v. 24, p. 1243-1247, 2008.
- LEE, Y. K. Influence of scattering/absorption characteristics on the color of resin composites., **Dent. Mater.**, Copenhagen, v. 23, n. 1, p. 124–131, 2007.
- LEE, Y. K. Opalescence of human teeth and dental esthetic restorative materials,” **Dent. Mater. J.**, Tokyo-to, v. 35, n. 6, p. 845–854, 2016.
- LEE, Y. K. Translucency of human teeth and dental restorative materials and its clinical relevance. **J. Biomed. Opt.**, Bellingham, v. 20, n. 4, p.1-8, Apr. 2015.
- LEE, Y. K.; LU, H.; POWERS, J. M. Influence of fluorescent and opalescent properties of resin composites on the masking effect. **J. Biomed Mater. Res.: Part B Appl. Biomater.**, Hoboken, v. 76, n. 1, p. 26–32, 2006.

- LI, R. *et al.* Optical properties of enamel and translucent composites by diffuse reflectance measurements. **J. Dent.**, Kidlington, v. 40, p. 40–47, Apr. 2012. Supl. 1.
- MAIA, R. R. *et al.* Comparison of light-transmittance in dental tissues and dental composite restorations using incremental layering build-up with varying enamel resin layer thickness. **Restor. Dent. Endod.**, Korea, v. 43, n. 22, p. 1-9, Mar. 2018.
- MIKHAIL, S. S.; JOHNSTON, W. M. Confirmation of theoretical colour predictions for layering dental composite materials, **J. Dent.**, Guilford., v. 42, n. 4, p. 419–424, 2014.
- MIKHAIL, S. S. *et al.* Optical characteristics of contemporary dental composite resin materials, **J. Dent.**, Guilford, v. 41, n. 9, p. 771–778, 2013.
- NOGUEIRA, A. D.; DELLA BONA, A. The effect of a coupling médium on color and translucency of CAD-CAM ceramics. **J. Dent.**, Guilford, v. 41, p. 18-23, Feb. 2013.
- PECHO, O. E. *et al.* Relevant optical properties for direct restorative materials. **Dent. Mater.**, Manchester, v. 32, p. 105-112, Feb. 2016.
- PEREZ, M. M. *et al.* Optical properties of supra-nano spherical filled resin composites compared to nanofilled, nano-hybrid and micro-hybrid composites, **Dent. Mater. J.**, Tokyo-to, v. 35, n. 3, p. 353–359, 2016.
- POP-CIUTRILA, I. S. *et al.*, Dentin translucency and color evaluation in human incisors, canines, and molars. **J. Prosthet. Dent.**, New York, v. 115, n. 4, p. 475-481, Apr. 2016.
- POP-CIUTRILA, I. S. *et al.*, Dentine scattering, absorption, transmittance and light reflectivity in human incisors, canines and molars. **J. Dent.**, Guilford, v. 43, p. 1116-1124, June 2015.
- SALGADO, V. E. *et al.* Degradation of optical and surface properties of resin-based composites with distinct nanoparticle sizes but equivalent surface area, **J. Dent.**, Guilford, v. 59, p. 48–53, 2017.
- VILLARROEL, M.; HIRATA, R.; SOUSA, A. M. Avaliação comparativa da translucidez do esmalte dentário e de resinas compostas para esmalte. **R. Dent. Press Estét.** Maringá, v. 2, n. 3, p. 22-34, jul./set. 2005.
- VILLARROEL M. *et al.* Direct esthetic restorations based on translucency and opacity of composite resins, **J. Esthet. Restor. Dent.**, London, v. 23, n. 2, p. 73–87, 2011.
- WINTER, R. Visualizing the natural dentition. **Int. J. Esthet. Dent.**, Berlin, v. 5, n. 3, p. 102-117, June 1993.

**APÊNDICE A –TERMO DE DOAÇÃO DE DENTES**

Eu, \_\_\_\_\_, RG \_\_\_\_\_, residente à \_\_\_\_\_, aceito doar o meu dente \_\_\_\_\_ e concordo em doá-lo à pesquisa intitulada "Análise dos parâmetros de cor de resinas compostas diretas comparadas ao tecido dental humano e submetidas a diferentes protocolos de acabamento". Igualmente declaro que esses dentes foram extraídos previamente ao meu conhecimento da pesquisa supracitada, por indicação clínica e independente da mesma. Informo ainda que os dentes foram armazenados em frascos sem identificação individual, impedindo que se faça a ligação entre os elementos dentais e os indivíduos dos quais os dentes foram extraídos.

Porto Alegre, \_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019.

\_\_\_\_\_

Assinatura do doador

## APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado Sr.(a),

Como é de seu conhecimento, existe a indicação terapêutica para a extração do dente \_\_\_\_\_, com o propósito de melhorar sua saúde. Estamos realizando uma pesquisa com dentes extraídos intitulada: "Análise dos parâmetros de cor de resinas compostas diretas comparadas ao tecido dental humano e submetidas a diferentes protocolos de acabamento". Tal pesquisa tem por objetivo comparar a reflectância entre resinas compostas de esmalte e dentina de diferentes sistemas restauradores comercialmente disponíveis com o esmalte e dentina humanos.

Não há desconfortos, benefícios diretos ou riscos previsíveis ao participante, bem como ao pesquisador, decorrentes da realização desse estudo ou da execução de seus métodos, visto que serão analisados dentes extraídos por motivos independentes do presente estudo.

Pelo presente instrumento que atende as exigências legais, o(a) Sr.(a) \_\_\_\_\_, residente na Rua/Avenida \_\_\_\_\_, telefone ( ) \_\_\_\_\_, ciente dos procedimentos à que será submetido, não restando quaisquer dúvidas a respeito do lido e explicado, firma seu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO concordando em doar o referido dente à pesquisa informada. Bem como o armazenamento do mesmo para possível utilização em pesquisa futura. Informamos que este será utilizado exclusivamente na pesquisa laboratorial a ser conduzida na Faculdade de Odontologia da UFRGS somente após certificação do Comitê de Ética responsável. Caso seja empregado em pesquisa futura, esta será submetida para aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) institucional, e, quando for o caso, da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP).

Caso tiver novas perguntas sobre este estudo e/ou sobre o órgão doado, poderá solicitar informações ao Prof. Rafael Melara (pesquisador responsável) no telefone (51) 33085357 ou para o Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos da UFRGS no telefone (51) 33083738.

Finalmente, ressaltamos que caso o(a) Sr.(a) não concorde em doar o dente para a pesquisa, não haverá qualquer interferência em seu atendimento odontológico.

Declaro ter lido as informações acima antes de assinar este formulário. Foi-me dada ampla oportunidade de fazer perguntas, esclarecendo plenamente minhas dúvidas. Por este instrumento, tomo parte, voluntariamente, da doação do meu órgão (dente) para o presente estudo.

Porto Alegre, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019.

\_\_\_\_\_

Assinatura do doador

**ATENÇÃO:**

- A sua participação em qualquer tipo de pesquisa é voluntária. Em caso de dúvida quanto aos seus direitos, Sr(a) pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS, localizado na Av. Paulo Gama, 110 – 7º andar - Porto Alegre/RS – CEP 900040-060 – Fone: (51) 33084085 E-mail: [pro-reitoria@propesq.ufrgs.br](mailto:pro-reitoria@propesq.ufrgs.br).

- Esse termo de consentimento será impresso em duas cópias, sendo uma de propriedade do participante da pesquisa e a outra de propriedade dos pesquisadores.