

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
CENTRO INTEGRADO DE SAÚDE – FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CLÍNICA ODONTOLÓGICA

BERNARDO VIANNA TOSTES

**INFLUÊNCIA DA ESPESSURA E TRANSLUCIDEZ DA CERÂMICA DE  
DISSILICATO DE LÍTIO NA ALTERAÇÃO DA COR FINAL DA  
RESTAURAÇÃO**

Juiz de Fora  
2018

BERNARDO VIANNA TOSTES

**INFLUÊNCIA DA ESPESSURA E TRANSLUCIDEZ DA CERÂMICA DE  
DISSILICATO DE LÍTIO NA ALTERAÇÃO DA COR FINAL DA  
RESTAURAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Clínica Odontológica, da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre. Área de concentração em Clínica Odontológica.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Salles Sotto-Maior

Juiz de Fora

2018

BERNARDO VIANNA TOSTES

**INFLUÊNCIA DA ESPESSURA E TRANSLUCIDEZ DA CERÂMICA DE  
DISSILICATO DE LÍTIO NA ALTERAÇÃO DA COR FINAL DA  
RESTAURAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Clínica Odontológica, da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre. Área de concentração em Clínica Odontológica.

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Bruno Salles Sotto-Maior  
Departamento de Odontologia Restauradora  
Faculdade de Odontologia / UFJF

---

Prof. Dr. Renato Cilli  
Departamento de Odontologia Restauradora  
Faculdade de Odontologia / UFJF

---

Profa. Dra. Liliane Pacheco de Carvalho  
Departamento de Odontologia

Faculdade Governador Ozanam Coelho  
**FICHA CATALOGRAFICA**

**Imprimir a ficha catalográfica gerada pela bibliotec no verso da folha de rosto!**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esta dissertação a meus pais Gilmar e Onilseia, porque chegar até aqui é o mínimo que eu posso fazer para começar a retribuir todo esforço que ambos dedicaram em prol da minha educação e futuro profissional.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, por me dar saúde física e mental para devolver este trabalho.

Agradeço ao meu orientador, professor Bruno, por me ensinar a trabalhar duro e de forma consistente, por fazer aumentar sempre meu nível de exigência e ainda por me mostrar que a disciplina e o comprometimento são fundamentais para alcançar um objetivo.

Agradeço ao meu amigo Lucas Costa, que me incentivou e encorajou no início dessa caminhada, sem você eu não teria começado tudo isso.

Agradeço ao professor Renato Cilli, que me ofereceu ajuda quando eu ainda estava perdido e me estendeu a mão quando eu mais precisava.

Agradeço a minha namorada, Virgínia, por me incentivar incansavelmente todas as vezes e por entender os dias afimco em prol do trabalho. Amo você!

Agradeço minha amigassa Lethicia Piazzzi, por me acompanhar nessa caminhada do início ao fim e por estar sempre ao meu lado, nos momentos bons e ruins. Você é fera!

Agradeço ao Gilmar, do laboratório Dadalt, por aceitar este desafio comigo, por trabalhar com extrema boa vontade no desenvolvimento do trabalho, nunca vou pagar o que você fez por mim, muito obrigado!

## EPÍGRAFE

“A pressão da terra faz o diamante”

- Autor desconhecido.

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da espessura e translucidez da cerâmica de dissilicato de lítio na capacidade de mascarar um substrato escurecido. Um total de 120 espécimes foram confeccionados, contendo, laminados cerâmicos na cor A1, de IPS e.max Press LT, (Ivoclar Vivadent AG), IPS e.max Press HT, (Ivoclar Vivadent AG) e IPS e.max Press Impulse Value 1, (Ivoclar Vivadent AG) com quatro espessuras diferentes (0,3; 0,5; 0,7 e 1mm), cimentados com cimento resinoso Variolink Veneer, de cor neutra. As coordenadas e as diferenças de cor CIELAB foram calculadas usando um espectrofotômetro. O  $\Delta E$  (diferença de cor) foi obtido comparando um espécime controle (IPS e.max Press, LT A1 (Ivoclar Vivadent AG) com espessura de 2mm, chamado de baseline com os grupos de estudo. Os dados foram submetidos à análise de variância a dois critérios. Na sequência, para as comparações múltiplas, empregou-se o teste de Tukey. Os cálculos estatísticos foram realizados no programa SPSS 23 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA) adotando-se o nível de significância de 5%. Se considerado o limiar a partir do qual clinicamente seria percebida a alteração de cor ( $\Delta E = 3,3$ ), somente na espessura de 1,0 mm todas as cerâmicas possuíam valores de  $\Delta E$  abaixo do limiar de 3,3. Utilizando-se pastilhas com 0,7 e 0,5 mm, o mascaramento foi possível apenas com as cerâmicas de baixa translucidez e do tipo Impulse. Já com 0,3 mm, nenhuma das cerâmicas testadas revelou valores de  $\Delta E$  inferiores ao limiar de alteração de cor clinicamente perceptível ( $p = .006$ ). A capacidade de mascarar um substrato escuro foi significativamente influenciada pela espessura da cerâmica e pelo seu grau de translucidez. Cerâmicas mais espessas possuem maior capacidade de mascarar a cor do substrato. Cerâmicas ultrafinas, 0,3mm, são inviáveis como opção terapêutica para casos clínicos que necessitem de alteração de cor. Cerâmicas mais opacas ou com caráter opalescentes apresentaram melhores capacidade de mascaramento de substrato escuro.



## **ABSTRACT**

*The aim of this study was evaluate the influence of thickness and translucency of lithium disilicate ceramic on the capability of masking a discolored tooth. A total of 120 specimens were prepared containing A1-color ceramic laminates of IPS e.max Press LT (Ivoclar Vivadent AG), IPS e.max Press, HT (Ivoclar Vivadent AG), and IPS e.max Press Impulse Value 1 (Ivoclar Vivadent AG) with four different thicknesses (0.3 mm, 0.5 mm, 0.7 mm, and 1 mm), cemented with Variolink Veneer resin cement of neutral color. CIELAB coordinates and color differences were calculated using a spectrophotometer.  $\Delta E$  (color difference) was assessed by comparing a control specimen (IPS e.max Press, LT A1, [Ivoclar Vivadent AG]) with a thickness of 2 mm, called baseline, in the study groups. Data were subjected to the two-way analysis of variance. Subsequently, the Tukey test was used for multiple comparisons. Considering the threshold of a clinically perceived color change ( $\Delta E = 3.3$ ), the ceramics would have  $\Delta E$  values below the threshold of 3.3 with the thickness of 1.0 mm, regardless of the ceramic used. Masking was possible only with low translucency and Impulse ceramics using 0.7- and 0.5-mm chips. None of the ceramics assessed showed  $\Delta E$  values below the threshold of clinically perceptible color change at 0.3 mm ( $p = .006$ ). Ultra-thin ceramics are not feasible as a therapeutic option for clinical cases that require color change. More opaque or opalescent ceramics showed better capability of dark substrate masking.*

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO/JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>11</b>
<b>2 PROPOSIÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>14</b>
3.1 Delineamento experimental .....	14
3.2 Confeção dos espécimes de cerâmica .....	15
3.3 Confeção dos substratos .....	17
3.4 Tratamento das superfícies dos substratos e cerâmicas .....	18
3.5 Cimentação .....	19
3.6 Leitura da cor .....	20
3.7 Análise estatística .....	21
<b>4 ARTIGO .....</b>	<b>22</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>40</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>41</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>44</b>
<b>APÊNDICE B .....</b>	<b>47</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A procura por procedimentos que tornem os sorrisos mais bonitos é inquestionável (TURGUT e BAGIS, 2013; BARIZON et al., 2014; HERNANDES et al., 2016; KIM et al., 2016) e a demanda estética entre os pacientes tem popularizado as restaurações com laminados cerâmicos, que tem como objetivo principal mimetizar os tecidos dentais naturais (SKYLLOURIOTIS, YAMAMOTO e NATHANSON, 2017; NICOLAISEN, 2016).

A obtenção da cor final desejada em uma restauração cerâmica é complexa e constitui um desafio. Vários fatores intrínsecos as cerâmicas como o grau de opalescência, translucidez, fluorescência, textura de superfície, marca e lotes das pastilhas, número de queimas, a técnica de confecção e a espessura podem influenciar no resultado final. Além disso, fatores extrínsecos como o agente de cimentação e a cor do substrato dental, também podem alterar o resultado final (RADZ, 2011; SHONO e NAHEDH, 2012; ZHOU et al., 2012; TURGUT e BAGIS, 2013; BARIZON et al., 2014; BEGUM et al., 2014; ÇÖMLEKOĞLU et al., 2015; SHADMAN, 2015).

O escurecimento dental tem vários fatores etiológicos como fluorose, má-formações dentais, manchamento por medicações, hemorragias pulpares, deposição de dentinas secundárias ou terciárias provenientes de agressões por carie, alimentos com teor de pigmentos, materiais restauradores, entre outros (JARAD et al., 2008; SOETEMAN et al., 2018). Essas variações de tonalidades de escurecimento dental associado à translucidez dos sistemas cerâmicos adicionam maior complexidade a correspondência de cores visto que o substrato dental subjacente tem capacidade de influenciar significativamente a cor final.

Desta forma o desafio clínico consiste em conseguir mascarar um substrato escurecido com o menor desgaste dental possível (RAFAEL et al., 2017; SARI et al., 2018). Assim, diferentes estratégias clínico-laboratoriais têm sido atribuídas na tentativa de mascarar o substrato escurecido. Dentre essas opções o uso de cimentos resinosos de alta opacidade apresenta capacidade de mascaramento muito reduzida, cerca de 10 a 15% devido a sua fina camada (KOUTAYAS, et al. 2008). Portanto, a definição final da cor das peças restauradoras conservadoras baseada no cimento resinoso é pouco previsível. A estratégia com maior destaque

para substratos escurecidos é o uso de sistemas cerâmicos com diferentes graus de opacidade e maior espessura de cerâmica. Entretanto quando aumentamos a opacidade do sistema cerâmico utilizado iremos sacrificar a translucidez e a vitalidade das restaurações cerâmicas, diminuindo a sua naturalidade (WANG, TAKAHASHI e IWASAKI et. al., 2013; KIM et al., 2016; PIRES et al., 2016; SARI et. al, 2018)

Por isso, a conduta clínica mais utilizada em situações de substratos dentais escurecidos é o aumento da espessura do material cerâmico restaurador com sacrifício de maior volume de estrutura dental com desgaste dental mais espesso (SETIEN, ROSHAN e NELSON, 2008). Entretanto, principalmente para as situações clínicas de laminados cerâmicos, que são opções terapêuticas exclusivamente dependente da adesão para o sucesso a longo prazo o aumento do desgaste dental sacrificando o esmalte dental reduz a capacidade de adesão e aumento das taxas de insucesso a longo prazo das peças restauradoras (BEGUM et al., 2014; RADZ, 2011; SHADMAN, 2015).

O sucesso do laminado cerâmico é determinado pela força e durabilidade da união formada entre três componentes do complexo adesivo: superfície do dente, porcelana e o agente de cimentação (PEUMANS et al, em 1999). Então, sempre que possível, o preparo para o laminado cerâmico deve ficar limitado ao esmalte, porém com certa frequência ocorre envolvimento da dentina. (FERRARI, PATRONI e BALLERI, 1992).

Portanto, a falta de consenso e a necessidade clínica de determinar a espessura mínima de uma restauração em porcelana para mascarar dentes fortemente descoloridos justifica a necessidade de novos estudos nesse âmbito. Desta forma o presente trabalho tem o objetivo de avaliar a influência da espessura e translucidez da cerâmica de dissilicato de lítio na capacidade de mascarar um substrato escurecido.

## 2 PROPOSIÇÃO

O presente estudo tem como objetivo avaliar, *in vitro*, a influência da espessura e translucidez de laminados cerâmicos de dissilicato de lítio na alteração da cor final de restaurações.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Delineamento experimental

Para este estudo foram confeccionados cento e vinte espécimes constituídos por um disco de resina composta na cor A4D (Herculite Classic, Kerr, Orange, CA, United States) cimentados com cimento resinoso de cor transparente em um disco de cerâmica.

A espessura dos laminados cerâmicos (0,3; 0,5; 0,7 e 1 mm), juntamente com os tipos de pastilhas (HT, LT e Impulse) são as variáveis de estudo, dividindo as amostras em 4 grupos (G1, G2, G3 e G4). Cada grupo foi então, dividido em 3 subgrupos, variando a translucidez da cerâmica, n = 10, alta translucidez ou HT, baixa translucidez ou LT e Impulse ou IM (figura 1).

Espectrofotometria foi utilizada para analisar a cor dos modelos que tiveram suas coordenadas gravadas no sistema CIELAB e  $\Delta E$  baseado em uma espécime padrão formada pela própria espessura e translucidez da cerâmica avaliada.

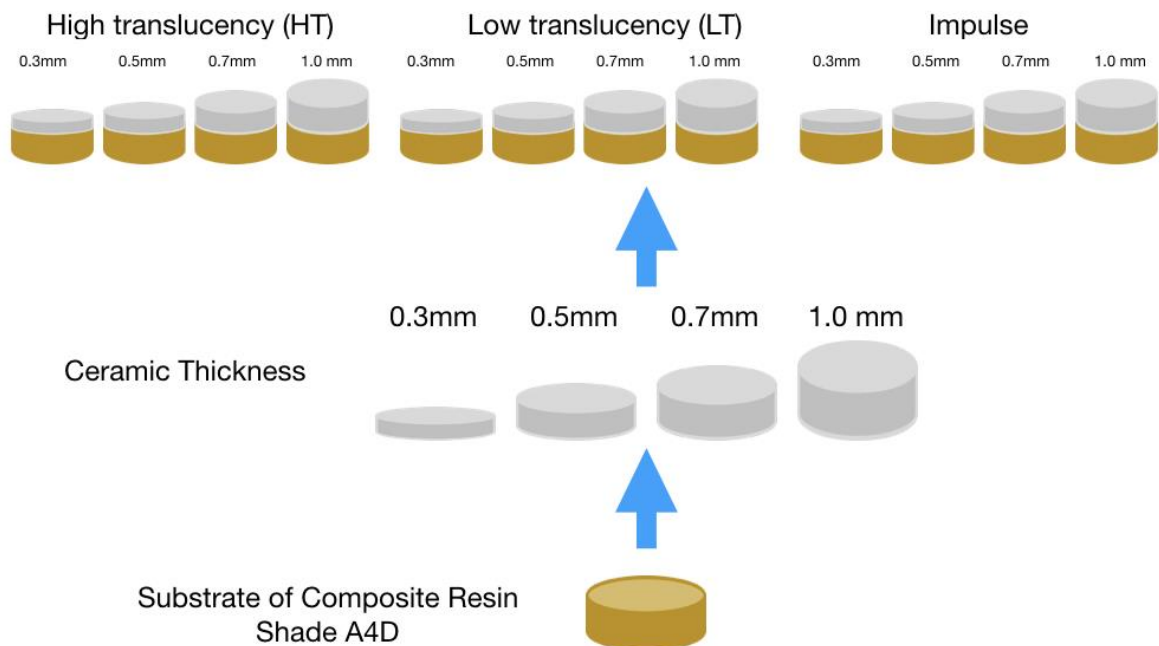


Figura 1 - Esquema demonstrando a confecção dos espécimes constituídos por um disco de resina e laminados cerâmicos com espessuras e tipos pré-determinados.

### 3.2 Confeção dos espécimes de cerâmica

Os espécimes foram confeccionados com pastilhas de cerâmica IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent AG, Schaan - Liechtenstein) de alta translucidez (HT), cor A1, com espessuras de 0,3; 0,5; 0,7 e 1mm; de baixa translucidez (LT), cor A1, com espessuras de 0,3; 0,5; 0,7 e 1mm (Fig. 2) e com pastilhas Impulse Opal (IM), correspondente a A1, também com espessuras de 0,3; 0,5; 0,7 e 1mm.



Figura 2 - Laminados cerâmicos de baixa translucidez (LT) com espessuras de 1mm; 0,7mm; 0,5mm e 0,3mm.



Figura 3 – Paquímetro digital usado para medir as espessuras dos laminados cerâmicos.

Dividindo a amostra em 4 grupos e 12 subgrupos ( $n=10$ ), através de discos, com dimensões de 1mm, 0,7mm, 0,5mm e 0,3mm de espessura por 6mm de diâmetro.

Para a confecção dos espécimes foi utilizada uma matriz metálica de aço inox associada a um calibrador de folga (STANLEY® 78212; figuras 4.a e 4.b), no qual o mesmo foi posicionado embaixo do componente removível da matriz definindo a espessura a ser criada. No centro da matriz, foi vertido cera (Thowax, Sculpturing wax, grey, Yeti – Engent/Alemanha) liquefeita para a criação dos discos, ainda em cera, para posterior injeção da cerâmica.



Figuras 4.a e 4.b – Matriz metálica de aço inox e calibrador de folga respectivamente.

Os padrões de cera foram fixados nas bases formadoras de cadinho, com um ângulo de  $45^\circ$  em relação à base do anel para então serem incluídos com o material de revestimento (Bellavest SH Bego - Wilcos). Após a presa final de 5 minutos, o cilindro de revestimento é removido do IPS Silicone Ring (Ivoclar Vivadent AG, Schaan – Liechtenstein) e corrigidas as irregularidades, para então ser introduzido em um forno (Ney® Vulcan 3-130, Dentsply, Petrópolis, RJ – Brasil), pré-aquecido para eliminação da cera, na temperatura de 0 a  $500^\circ\text{C}$  por 30 minutos, depois de  $500$  a  $800^\circ\text{C}$  por 20 minutos e por fim de  $800$  a  $950^\circ$  por mais 70 minutos, totalizando 1 hora e meia, antes de ser transferido para o forno de prensagem (Programat EP3000, Ivoclar Vivadent AG, Schaan - Liechtenstein), programado para um sistema de Anel de revestimento de 200g, para elevar a temperatura de  $500$  a  $925^\circ\text{C}$ , durante 25 minutos. Uma pastilha de cerâmica IPS e.max Press, HT de cor A1, foi posicionada na embocadura do cilindro de revestimento, juntamente à haste de êmbolo IPS e.max, pronta então para ser injetada para o interior do molde e logo após o ciclo, resfriada, ainda no anel, em temperatura ambiente por



aproximadamente 60 minutos. Depois da remoção do revestimento, os condutos de alimentação (*sprues*) foram cortados com discos diamantados, o ajuste refinado das espessuras foi realizado utilizando -se lixas d'água com espessuras de 200, 400 e 1200 nos quais suas dimensões foram constantemente avaliadas com um paquímetro digital (STARFER 6" 150mm, São Paulo - Brasil) para conferência da espessura desejada, com tolerância de 0,05mm. O acabamento dos discos foi realizado através de borracha rosa (Ref.: H8Dmf, Kit EVE Diapol H8 Cerâmicas – Alemanha) e o polimento com borracha cinza (Ref.: H8D, Kit EVE Diapol H8 Cerâmicas – Alemanha) para brilho final. Não foi aplicado glaze e nenhuma queima a mais foi realizada.

### **3.3 Confeção dos substratos**

Para simular uma condição de substrato escurecido, foram confeccionados discos (n=120) em resina composta (Herculite Classic® Kerr Orange, CA, United States) , na cor A4D, utilizando-se uma matriz metálica circular de aço inox cirúrgico com embocadura de 6mm de diâmetro e levando em consideração o projeto piloto previamente realizado, adotamos uma espessura de 4mm, onde, através da técnica da inserção incremental, foi sendo preenchida utilizando uma espátula Suprafil nº 1, até o vedamento no topo da matriz e logo após, com o auxílio de uma placa de vidro foi realizado o nivelamento da resina e posterior polimerização com uma fonte de luz Radian Cal, (SDI, Victoria, Austrália) com densidade de potência de 1200mW/cm<sup>2</sup>, aferida previamente da unidade fotopolimerizadora, o acabamento das resinas compostas foi realizado de acordo o fabricante, utilizando -se taças de borracha, Opti One Step Polisher (KERR, Orange, CA, United States) e o polimento com OptiShine (KERR, Orange, CA, United States). (Fig. 5)



Figura 5 – Disco de resina composta confeccionado para simular uma condição de substrato escurecido.

### 3.4 Tratamento das superfícies dos substratos e cerâmicas

Os substratos foram limpos em cuba ultrassônica por 10 minutos. Em seguida todas as cerâmicas foram condicionadas com ácido fluorídrico a 10% CONDAC<sup>®</sup> (FGM – Joinvile, SC) durante 20s, lavadas e secas com jatos de ar. Logo após, o silano Monobond-S<sup>®</sup> (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) foi aplicado ativamente e então aguardou-se 60s, para prosseguir com a cimentação. (Fig. 6a)

Enquanto isso, foi aplicado ativamente por 10 segundos o adesivo Excite<sup>®</sup> DSC (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) em toda a superfície do substrato, para logo após ser realizada a fotopolimerização por 20s.(Fig. 6b)



Figuras 6a – Pincel aplicador do silano Monobond-S<sup>®</sup> junto do laminado cerâmico. 6b – Adesivo Excite<sup>®</sup> DSC sendo despejado na placa.

### 3.5 Cimentação

Para a cimentação foi utilizado um cimento de polimerização fotoativada, Variolink Esthetic LC, (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), na cor translúcida (neutral). Os substratos foram inseridos na matriz metálica de aço inox, para a padronização do posicionamento da cimentação, e o cimento foi dispensado em forma de gota ocupando cerca de metade do diâmetro do disco, para então o disco de cerâmica ser posicionado sobre o substrato recebendo a pressão de uma placa de vidro, força de 30N foi aplicada por 10 segundos que serviu apenas como peso para escoamento do cimento que em seguida recebeu uma breve polimerização de 5 segundos para então ser retirada e ser iniciada a fotoativação efetiva, no qual a amostra permaneceu em posição de contato direto com a ponta da fonte de luz Radium Cal, (SDI, Victoria, Austrália) com densidade de potência de 1200mW/cm<sup>2</sup> da unidade fotopolimerizadora. Após a cimentação, as irregularidades em excesso do cimento resinoso foram ajustadas com uma borracha (Edenta, Hauptstrasse 7CH-9434 AU/SG, Switzerland).

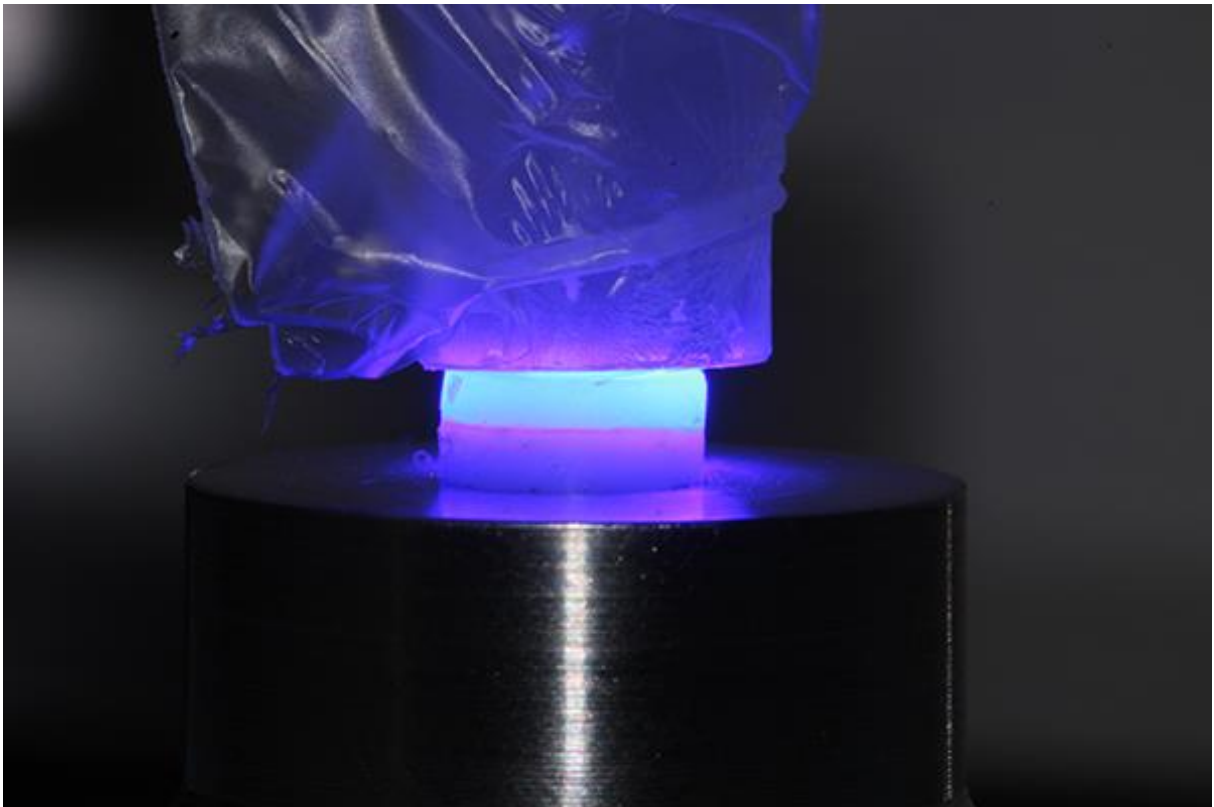


Figura 7 – Fotopolimerização do espécime final.

### 3.6 Leitura da cor

A avaliação colorimétrica foi realizada pelo mesmo operador (BVT) e sempre com o mesmo espectrofotômetro (Reflectance Tintometer, Minolta CM2600d) equipado com fonte de luz padrão D65 (luz do dia) e calibrado com fundo branco e expressa em coordenadas CIE L\* a\* b\* (O'BRIEN et al., 1991; O'BRIEN, FAN, GROH, 1994) de acordo com a CIE - Commission Internationale de l'Eclairage (2004).

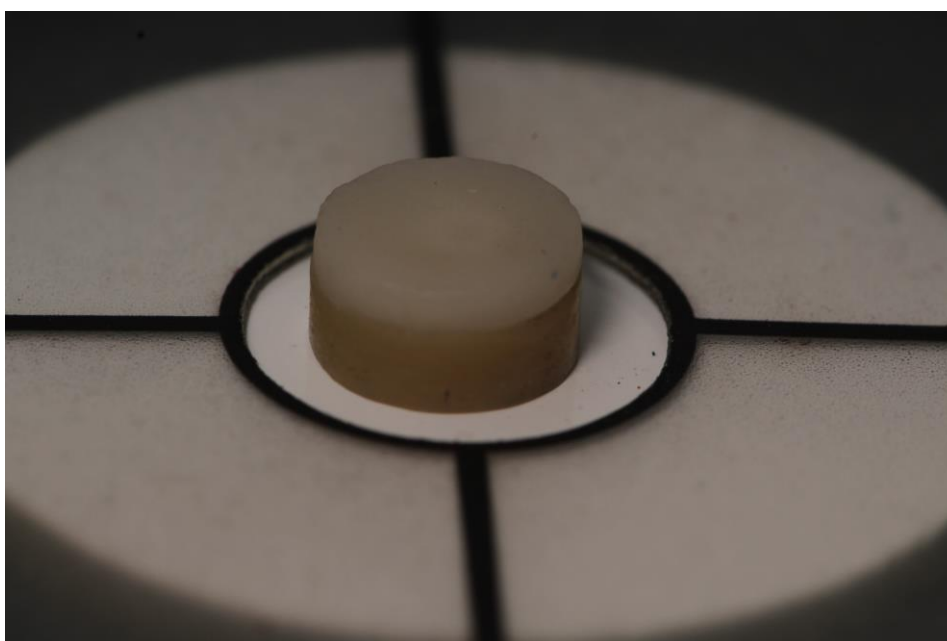


Figura 8 – Espécime posicionado no espectrofotômetro para leitura das coordenadas de cor.

Todos os espécimes foram avaliados com 3 leituras e sua média aritmética foi adotada como valor final. O  $\Delta E$  (diferença de cor) foi obtido comparando o espécime controle, chamado de baseline com os grupos de estudo, contendo laminados de diversas espessuras e translucidez, através da fórmula:

$$\Delta E = \sqrt{[(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]}$$

O espécime controle, baseline, foi constituído de um disco de cerâmica com 2mm de espessura, confeccionado a partir de uma pastilha de cerâmica IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent AG, Schaan - Liechtenstein) de baixa translucidez, cor A1.

Os valores de cada coordenada L\*, a\*, e b\* e  $\Delta E$  foram colocados em tabelas especificando a ordem da aferição, a média final de cada uma delas serviu como escolha final da cor de cada conjunto.

### **3.7 Análise Estatística**

Após verificação de aderência à distribuição normal, para investigar o efeito do tipo da cerâmica e de sua espessura, os dados foram submetidos à análise de variância a dois critérios. Na sequência, para as comparações múltiplas, empregou-se o teste de Tukey.

Os cálculos estatísticos foram realizados no programa SPSS 23 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA) adotando-se o nível de significância de 5%.

## 4 ARTIGO

*Artigo submetido para publicação no Periódico Journal of Prosthetic Dentistry*

**Influence of thickness and translucency of ultra-thin laminates of lithium disilicate ceramic on color changes in a discolored tooth**

### ABSTRACT

**Statement of the problem.** The thickness of restorative materials is fundamental to the final aesthetic result.

**Objective.** To evaluate the influence of thickness and translucency of lithium disilicate ceramic on the capability of masking a discolored tooth.

**Materials and Methods.** A total of 120 specimens were prepared containing A1-color ceramic laminates of IPS e.max Press LT (Ivoclar Vivadent AG), IPS e.max Press, HT (Ivoclar Vivadent AG), and IPS e.max Press Impulse Value 1 (Ivoclar Vivadent AG) with four different thicknesses (0.3 mm, 0.5 mm, 0.7 mm, and 1 mm), cemented with Variolink Veneer resin cement of neutral color. CIELAB coordinates and color differences were calculated using a spectrophotometer.  $\Delta E$  (color difference) was assessed by comparing a control specimen (IPS e.max Press, LT A1, [Ivoclar Vivadent AG]) with a thickness of 2 mm, called baseline, in the study groups. Data were subjected to the two-way analysis of variance. Subsequently, the Tukey test was used for multiple comparisons.

**Results.** Considering the threshold of a clinically perceived color change ( $\Delta E = 3.3$ ), the ceramics would have  $\Delta E$  values below the threshold of 3.3 with the thickness of 1.0 mm,

regardless of the ceramic used. Masking was possible only with low translucency and Impulse ceramics using 0.7- and 0.5-mm chips. None of the ceramics assessed showed  $\Delta E$  values below the threshold of clinically perceptible color change at 0.3 mm ( $p = .006$ ).

**Conclusions.** Ultra-thin ceramics are not feasible as a therapeutic option for clinical cases that require color change. More opaque or opalescent ceramics showed better capability of dark substrate masking.

## INTRODUCTION

Dental darkening has several etiological factors such as fluorosis, dental malformations, medication staining, pulp hemorrhages, secondary or tertiary dentin deposits from cavities, foods with pigment content, and restorative materials<sup>1,2</sup>. These variations of dental darkening tones associated with the translucency of ceramic systems promote complexity to color matching because the underlying dental substrate has the capability of significantly influencing the final color.

Thus, the clinical challenge consists of masking a discolored tooth with the least possible dental wear<sup>3,4</sup>. Different clinical-laboratory strategies have been attributed in the attempt to mask discolored teeth. Among these options, the use of high opacity resin cement has a very low masking capacity, approximately 10–15% due to its thin layer<sup>5</sup>. Therefore, defining the final color of conservative restorative pieces based on resin cement is unpredictable. The most prominent strategy for discolored teeth is the use of ceramic systems with different degrees of opacity and greater thickness of ceramics. However, when the opacity of the ceramic system used is increased, the translucency and vitality of ceramic restorations are compromised, and their naturalness is reduced<sup>6,7,8,4</sup>.

Therefore, the most commonly used clinical practice in situations of darkened dental substrates is increasing the thickness of the restorative ceramic material that sacrificed the high volume of dental structure with thicker dental wear<sup>9</sup>. However, especially in clinical situations of ceramic laminates, the therapeutic options exclusively dependent on adhesion for long-term success, increasing dental wear by sacrificing dental enamel reduces adhesion capacity and increases long-term failure rates of the restorative pieces<sup>10,11,12</sup>.

The success of the ceramic laminate is determined by the strength and durability of the bond formed between the three components of the adhesive complex: tooth surface, porcelain, and cementing agent<sup>13</sup>. Therefore, whenever possible, the preparation for the ceramic laminate should be limited to the enamel; however, the dentin is frequently involved<sup>14</sup>.

Therefore, the lack of consensus and clinical need to determine the minimum thickness of a porcelain restoration to mask strongly discolored teeth justifies the need for further studies in this field. Therefore, the present study aimed to evaluate the influence of thickness and translucency of lithium disilicate ceramic on the capability of masking a discolored tooth.

## **MATERIALS AND METHODS**

### **Experimental design**

In this study, 120 specimens were made, composed of an A4D color composite resin disk (Herculite Classic, Kerr) cemented with transparent color resin cement on a ceramic disk of lithium disilicate.

The thickness of the ceramic laminates (0.3, 0.5, 0.7, and 1 mm), together with the types of chips (HT, LT, and IM) were the study variables, with the samples divided into four groups (G1, G2, G3, and G4). Each group was then divided into three subgroups based on the



translucency of the ceramic variations (n = 10): high translucency (HT), low translucency (LT), and Impulse (IM) (Fig. 1).

Spectrophotometry was used to analyze the color of the models that had their coordinates recorded in the CIELAB system and  $\Delta E$  based on a standard specimen formed by the thickness and translucency of the ceramic evaluated.

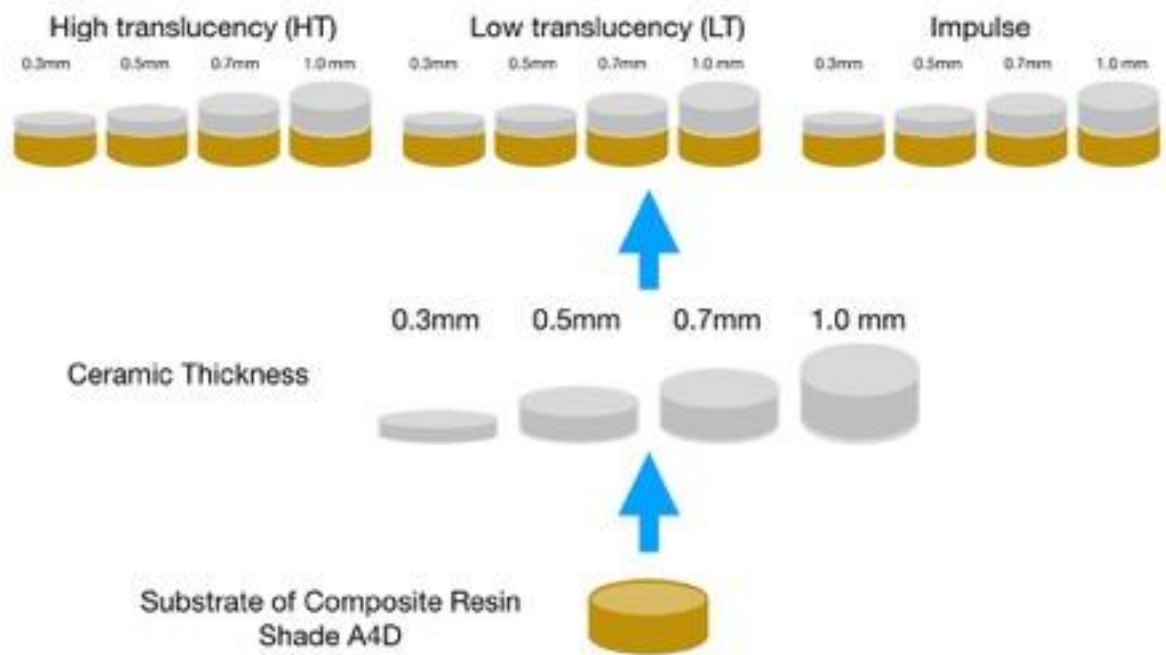


Figure 1. Diagram demonstrating the preparation of specimens constituted by a resin disk and ceramic laminates with predetermined thicknesses and types.

### Preparation of ceramic specimens

The specimens were made with IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent AG) HT, with A1-color ceramic chips, with thicknesses of 0.3, 0.5, 0.7, and 1 mm; LT, with A1-color ceramic chips with thicknesses of 0.3, 0.5, 0.7, and 1 mm; and IM chips, with a color corresponding to A1 and also with thicknesses of 0.3, 0.5, 0.7, and 1 mm. Thus, 4 groups (with different

ceramic translucency) and 12 subgroups ( $n = 10$ ) combining translucency with the thickness of the ceramics were identified.

A stainless-steel metal matrix associated with a metric feeler gauge (STANLEY 78212) was used for the preparation of specimens, which was positioned under the removable component of the matrix that defines the thickness to be created. In the center of the matrix, liquefied wax (Thowax, Sculpturing wax, gray, Yeti) was poured to create the disks, still in wax, for later injection of the ceramic.

The wax patterns were fixed to the crucible forming bases at a  $45^\circ$  angle in relation to the ring base and then included with the coating material (Bellavest SH Bego - Wilcos). After the final 5-min setting, the coating cylinder is removed from the IPS Silicone Ring (Ivoclar Vivadent AG), and its irregularities are corrected. Then, it is introduced into a furnace (Ney Vulcan 3-130, Dentsply), prewarmed for wax removal, at  $0^\circ\text{C}$  to  $500^\circ\text{C}$  for 30 min, from  $500^\circ\text{C}$  to  $800^\circ\text{C}$  for 20 min, and finally from  $800^\circ\text{C}$  to  $950^\circ\text{C}$  for the next 70 min, totaling to 1.5 h. Then, it is transferred to the pressurizing furnace (Programat EP3000, Ivoclar Vivadent AG), programmed into a 200 g Coating Ring system, to increase the temperature from  $500^\circ\text{C}$  to  $925^\circ\text{C}$  for 25 min. An IPS e.max Press, HT, A1-color ceramic chip was positioned at the mouth of the coating cylinder, together with the IPS e.max plunger, ready to be injected into the mold, and immediately after the cycle, it was cooled, still in the ring, at room temperature for approximately 60 min. After the removal of the coating, the sprues were cut with diamond disks, the refined adjustment of the thicknesses was made using water sands with thicknesses of 200, 400, and 1200, in which their dimensions were constantly evaluated with a digital caliper (STARFER 6" 150 mm) to constantly check the desired thickness, with a tolerance of  $\pm 0.02$  mm. The disks were finished using pink rubber (Ref.: H8Dmf, EVE Diapol H8 Ceramics Kit) and polished with gray rubber (Ref.: H8D, EVE Diapol H8 Ceramics Kit) for final gloss. No glaze was applied, and no further burning was performed.

### **Substrate preparation**

Disks (n = 120) were made in A4D-color composite resin (Herculite Classic, Kerr) to simulate a discolored tooth condition using a circular surgical stainless-steel metal matrix with a mouth of 6 mm in diameter. A thickness of 4 mm was adopted, and the matrix was filled using a Suprafil No. 1 spatula, using the incremental insertion technique, until the top of the matrix is sealed, based on the previously conducted pilot project. Soon after, the resin leveling and subsequent polymerization with a Radii Cal light source (SDI) with a power density of 1200 mW/cm<sup>2</sup>, precalibrated from the photopolymerizing unit, were performed with the aid of a glass plate. The composite resins were finished according to the manufacturer's guidelines using Opti One-Step Polisher rubber cups (Kerr), and the polishing was done with OptiShine (Kerr).

### **Treatment of substrate and ceramic surfaces**

The substrates were cleaned in an ultrasonic tub for 10 min. Then, the Excite DSC adhesive (Ivoclar Vivadent) was actively applied over the entire surface of the substrate for 10 s, and the photopolymerization was performed for 20 s.

All ceramics were conditioned with 10% CONDAC hydrofluoric acid (FGM) for 20s, washed and dried with air jets. Then, the Monobond-S silane (Ivoclar Vivadent) was actively applied, and then set for 60 s before proceeding with the cementation.

### **Cementation**

A photoactivated polymerization cement, Variolink Esthetic LC (Ivoclar Vivadent), was used for the cementation in translucent (neutral) color. The substrates were inserted into the stainless-steel metal matrix to standardize the positioning of the cement, and the cement

was dispensed in a drop shape occupying approximately half the diameter of the disk, so that the ceramic disk was positioned in the substrate receiving the pressure of a glass plate. A force of 30 N was applied for 10 s, which served only as a weight to flow the cement, which then received a brief polymerization for 5 s. Thus, it was withdrawn, and the effective photoactivation started, in which the sample remained in direct contact with the Radii Cal light source tip (SDI) with a power density of 1200 mW/cm<sup>2</sup> of the photopolymerizing unit. After the cementation, excess irregularities of the resin cement were adjusted with a rubber (Edenta, Hauptstrasse 7CH-9434).

### **Color reading**

The colorimetric evaluation was performed by the same operator (BVT) and with the same spectrophotometer (Reflectance Tintometer, Minolta CM2600d) equipped with standard light source D65 (daylight) and calibrated with white background and expressed in CIE L\* a\* b\* coordinates<sup>15,16</sup> according to the Commission Internationale de l'Eclairage (CIE; 2004).

All specimens were evaluated with three readings, and their arithmetic mean was adopted as the final value. The  $\Delta E$  (color difference) was obtained by comparing the control specimen, in the baseline, with the study groups, containing laminates of different thicknesses and translucencies, using the following formula:

$$\Delta E = \sqrt{[(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]}.$$

The control specimen, baseline, was composed of a 2-mm-thick ceramic disk, made from a LT IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent AG), A1-color ceramic chip.

The values of each coordinate L\*, a\*, and b\* and  $\Delta E$  were placed in tables specifying the order of calibration. Each of their final mean served as a final choice of the color of each set.

## Statistical analysis

After verifying the adhesion to the normal distribution, the data were subjected to the two-way analysis of variance to investigate the effects of the type and thickness of the ceramics. Subsequently, the Tukey test was used for multiple comparisons.

Statistical calculations were performed using the SPSS 23 program, adopting a significance level of 5%.

## RESULTS

The two-way analysis of variance showed the effects of the interaction between ceramic type and thickness ( $p = .006$ , with a test power of 91.8%) (Table 1). In understanding this effect using the Tukey test, the value of  $\Delta E$  in the 1.0-mm chip was statistically lower than that observed in samples with thicknesses of 0.5 mm and 0.3 mm, for the three ceramics tested. For 0.7-mm chips, using HT and IM ceramics, the value of  $\Delta E$  was significantly higher than that found in the 1.0-mm chip. For samples made with LT ceramics, with a thickness of 0.7 mm, the value of  $\Delta E$  did not significantly differ from that measured for the 1.0- and 0.5-mm chips (Table 2, Fig. 1).

When considering the clinically perceived threshold of color change ( $\Delta E = 3.3$ ), for the HT ceramic, the masking of the darkened background would have occurred only when a thickness of 1 mm was used. On the contrary, either for the LT ceramic or IM ceramic, the masking would occur up to the thickness of 0.5 mm, since the values of  $\Delta E$  were numerically below the clinically perceptible color change threshold (Table 2, Fig. 1).

Table 1. Output of ANOVA

Source	Sum of Square	Gl	Mean Square	F	P	Noncent. Parameter	Observer Power
Corrected Standard	178.449a	11	16.223	18.761	.000	206.372	1.000
Intercept	1722.934	1	1722.934	1992.535	.000	1992.535	1.000
Ceramic	79.811	2	39.906	46.150	.000	92.300	1.000
Thickness	81.756	3	27.252	31.516	.000	94.549	1.000
Ceramic * Thickness	16.881	6	2.814	3.254	.006	19.523	.918
Error	93.387	108	.865				
Total	194.770	120					
Total corrected	271.836	119					

Source: Own elaboration

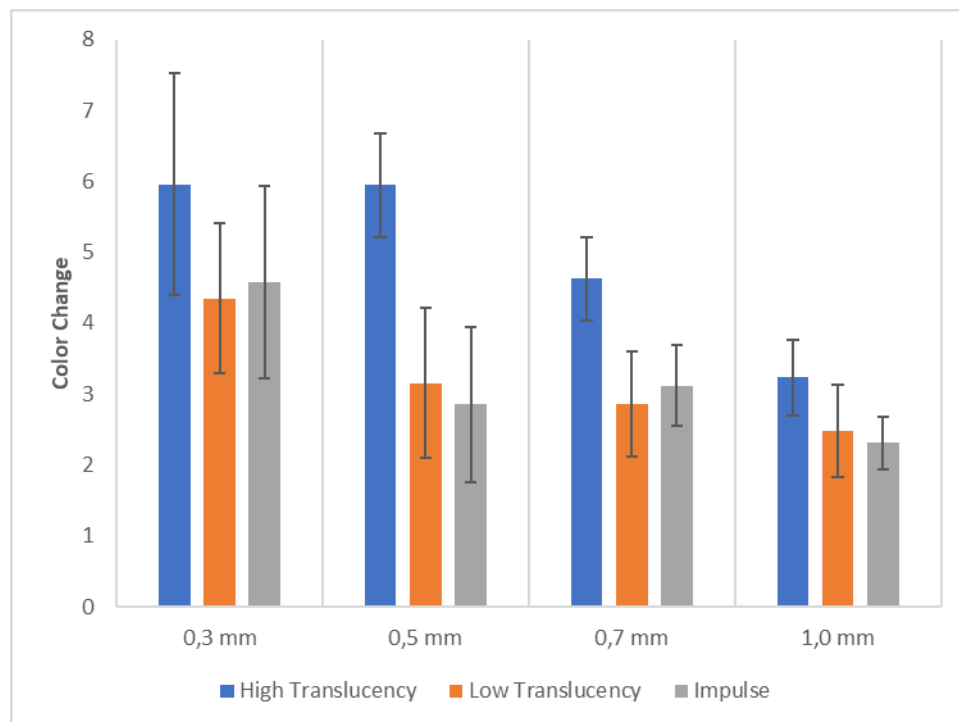
Table 2. Mean values and standard deviations of color change ( $\Delta E$ ) of ceramics with different thicknesses.

Thickness	High translucency	Low translucency	Impulse
0.3 mm	5.96 (1.57) Cb	4.35 (1.07) Ca	4.58 (1.36) Ca
0.5 mm	5.95 (0.73) Cb	3.15 (1.06) Ba	2.85 (1.09) Ba
0.7 mm	4.63 (0.59) Bb	2.86 (0.74) Aba	3.12 (0.57) Ba
1.0 mm	3.23 (0.53) Ab	2.48 (0.65) Aa	2.31 (0.37) Aa

Source: Own elaboration.

Legend: Means followed by distinct uppercase letters indicate a statistically significant difference between thicknesses, considering each ceramic separately (comparisons within each column). Means followed by different lowercase letters indicate a statistically significant difference between ceramics, considering each thickness separately (comparisons within each row).

Fig. 1. Column diagram of the mean values of color change ( $\Delta E$ ) of ceramics with different thicknesses.



Source: Own elaboration

Tukey Test also indicated that for any of the thicknesses tested, the difference between LT and IM ceramics was not statistically significant, which resulted in  $\Delta E$  values significantly lower than those found in HT ceramics. Only in the thickness of 1.0 mm, all ceramics had values of  $\Delta E$  below the threshold of 3.3. Masking was possible only with LT and IM ceramics

using 0.7 and 0.5 mm chips. With 0.3-mm chips, none of the ceramics tested showed values of  $\Delta E$  below the threshold of clinically perceptible color change (Table 2, Fig.1).

## **DISCUSSION**

The present study evaluated the capability of masking a discolored tooth with four different thicknesses considered as ultra-thin and three translucencies of lithium disilicate ceramics indicated for ceramic laminates. Based on the results found, the color differences between specimens were affected by both the thickness and translucency of the ceramics. Moreover, an interaction between the two studied factors, thickness and translucency of the ceramics, was observed.

Translucency is one of the main factors to control aesthetics and a critical consideration in the selection of restorative materials. The optical properties of the teeth and porcelains include color and translucency, as well as hue, value, and chroma<sup>17</sup>. All ceramic systems have various compositions with different crystalline contents, such as lithium disilicate, fluorapatite, or leucite, which may affect the optical properties of such systems. An increase in crystalline content to achieve higher strength may generally result in a higher opacity<sup>4</sup>.

Lithium disilicate ceramics were selected for the study of optical properties *in vitro* using the pressing technique, because it is a material highly indicated for aesthetic elements, which allow the preparation of ultra-thin pieces, of 0.3 mm; 0.5 mm, and 0.7 mm, with reasonable mechanical properties<sup>18</sup>. The lithium disilicate has five levels of translucency: HT, medium, and LT and medium and high opacity, and also the IM ingots, which allow the preparation of prosthetic parts with pronounced opalescent properties.

A spectrophotometer (Reflectance Tintometer, Minolta CM2600d) was also used in this study to measure the color in dentistry. Its use increases accuracy by approximately 33%



compared to visual observation and produces 93.3% success in color determination when only one type of device is used for all calibrations<sup>19,20,21</sup>. The CIELAB color system, CIE, and  $\Delta E$  together with the spectrophotometer were used to determine the difference and color changes. In this methodology, the color is measured in three dimensions: coordinates of L \*, which represent the brightness (from white to black; similar to the value), a \*, which corresponds to the green-red axis (negative value indicates green; positive value indicates red), and b \*, which corresponds to the blue-yellow axis (negative value indicates blue; positive value indicates yellow). The  $\Delta E$  describes the total color difference based on a standard specimen. The reference values for  $\Delta E$  vary between the human eye threshold ( $\Delta E = 1$ )<sup>22</sup> and the clinical acceptability threshold ( $\Delta E = 3.3$ )<sup>23</sup>. The clinical acceptability threshold is defined by the maximum difference between colors considered clinically acceptable by at least 50% of the observers<sup>19</sup>.

The results of this study demonstrated that the characteristics of translucency versus opacity, optical aspects, and thickness of the ceramics influenced the determination of the final color of the restoration. When analyzing the same thicknesses of ceramics, the optical capacity of different translucencies of the ceramic influences the selection of materials used. HT ceramics will require higher thicknesses, >1 mm ( $\Delta E = 3.23$ ), to obtain the masking capability of the discolored tooth, while LT and IM ceramics allow smaller thicknesses, such as 0.5 mm ( $\Delta E = 3.15$  and  $\Delta E = 2.85$ , respectively), to obtain a clinically acceptable capability of masking a discolored tooth. This difference in the masking capability of different translucencies can be explained by the size of crystalline phase lithium disilicate crystals. HT ceramics have crystals with 1.5 × 0.8 mm dimensions dispersed in the vitreous matrix, whereas LT ceramics have smaller crystals, with 0.8 mm × 0.2 mm dimensions; thus, they have a denser matrix, which hinders the passage of light and increases the masking due to increased opacity. However, in a similar study, with milled ceramics, Sari et al. (2018) agree

with the results of the present study that the impossibility of masking the substrate with 0.3-mm-thick ceramic plates regardless of the type of ceramic used.

A limitation of this study was the use of only one type of cementing agent, due to the literature disagreement on the color changeability of the resin cement. Some studies emphasize that the thickness and color of the cementing agent may influence the final color result of the restoration<sup>24,25,26,12,27,17,28</sup>. However, other studies have shown that cementing agents do not have a significant effect on the final color of glass ceramic lithium disilicate<sup>23,29</sup>. In addition to this limitation, clinical studies are needed to assess color changes in clinically challenging conditions.

## **CONCLUSIONS**

Based on the findings of this in vitro study, the following conclusions were derived:

1. The capability of masking a dark substrate was significantly influenced by the thickness and degree of translucency of the ceramics.
2. Thicker ceramics have a greater capability of masking the color of the substrate.
3. Ultra-thin ceramics, 0.3-mm thick, are not feasible as a therapeutic option for clinical cases that require color changes.
4. Ceramics with more opaque or opalescent features had better dark substrate masking capability.

## REFERENCES

1. Jarad FD, Griffiths CE, Jaffri M, Adeyemi AA, Youngson CC. The effect of bleaching, varying the shade or thickness of composite veneers on final colour: an in vitro study. *J Dent* 2008;36:554-9.
2. Soeteman GD, Valkenburg C, Van der Weijden GA, Van Loveren C, Bakker EW, Slot DE. Whitening dentifrice and tooth surface discoloration—a systematic review and meta-analysis. *Int J Dent Hygiene* 2018;16:24-35.
3. Rafael CF, Güth JF, Kauling AE, Cesar PF, Volpato CA, Liebermann A. Impact of background on color, transmittance, and fluorescence of leucite based ceramics. *Dent Mat J* 2017;36:394-401.
4. Sari T, Ural C, Yüzbaşıoğlu E, Duran I, Cengiz S, Kavut I. Color match of a feldspathic ceramic CAD-CAM material for ultrathin laminate veneers as a function of substrate shade, restoration color, and thickness. *J Prosthet Dent* 2018;119:455-60.
5. Koutayas SO, Charisis D. Influence of the core material and the glass infiltration mode on the color of glass-infiltrated ceramic veneers over discolored backgrounds. A spectrophotometric evaluation. *Euro J Esthet Dent* 2008;3:160-173.
6. Wang F, Takahashi H, Iwasaki N. Translucency of dental ceramics with different thicknesses. *J Prosthet Dent* 2013;110:14-20.

7. Pires LA, Novais PM, Araújo VD, Pegoraro LF. Effects of the type and thickness of ceramic, substrate, and cement on the optical color of a lithium disilicate ceramic. *J Prosthet Dent* 2017;117:144-9.
8. Kim HK, Kim SH, Lee JB, Han JS, Yeo IS, Ha SR. Effect of the amount of thickness reduction on color and translucency of dental monolithic zirconia ceramics. *J Advanc Prosthodont* 2016;8:37-42.
9. Setien VJ, Roshan S, Nelson PW. Clinical management of discolored teeth. *General Dent* 2008;56:294-300.
10. Begum Z, Chheda P, Shruthi CS, Sonika R. Effect of ceramic thickness and luting agent shade on the color masking ability of laminate veneers. *J Ind Prosthodont Soc* 2014;14:46-50.
11. Radz GM. Minimum thickness anterior porcelain restorations. *Dent Clin* 2011;55:353-70.
12. Shadman N, Kandi SG, Ebrahimi SF, Shoul MA. The minimum thickness of a multilayer porcelain restoration required for masking severe tooth discoloration. *Dent Research J* 2015;12:562-68.
13. Peumans M, Van Meerbeek B, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G. Porcelain veneers bonded to tooth structure: an ultra-morphological FE-SEM examination of the adhesive interface. *Dent Mat* 1999;15:105-19.

14. Ferrari M, Patroni S, Balleri P. Measurement of enamel thickness in relation to reduction for etched laminate veneers. *Int J Periodont Res Dent* 1992;23:407–413.
15. O'Brien WJ, Fan PL, Groh CL. Color difference coefficients of body-opaque double layers. *Int J Prosthodont* 1994;7:56-61
16. O'Brien WJ, Boenke KM, Groh CL. Coverage errors of two shade guides. *Int J Prosthodont* 1991;4:45-50.
17. Turgut S, Bagis B. Effect of resin cement and ceramic thickness on final color of laminate veneers: an in vitro study. *J Prost Dent* 2013;109:179-86.
18. Willard A, Chu TM. The science and application of IPS e. Max dental ceramic. *Kaohsiung J Med Sienc* 2018;34: 238-242.
19. Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *J Dent* 2010;38:2-16.
20. Lehmann KM, Devigus A, Igiel C, Wentaschek S, Azar MS, Scheller H. Repeatability of color-measuring devices. *Euro J Esthet Dent* 2011;6:428-35.
21. Llana C, Lozano E, Amengual J, Forner L. Reliability of two color selection devices in matching and measuring tooth color. *J Contemp Dent Practice* 2011;12:19-23.

22. Khashayar G, Bain PA, Salari S, Dozic A, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Perceptibility and acceptability thresholds for colour differences in dentistry. *J Dent* 2014;42:637-44.
23. Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Influence of ceramic and cement thickness on the masking of various types of opaque posts. *J Prosthet Dent* 2000;83:412-7.
24. Barizon KT, Bergeron C, Vargas MA, Qian F, Cobb DS, Gratton DG, Geraldeli S. Ceramic materials for porcelain veneers: part II. Effect of material, shade, and thickness on translucency. *J Prosthet Dent* 2014;112:864-70.
25. Begum Z, Chheda P, Shruthi CS, Sonika R. Effect of ceramic thickness and luting agent shade on the color masking ability of laminate veneers. *J Ind Prosthodont Society* 2014;14:46-50.
26. Çömlekoğlu ME, Paken G, Tan F, Dündar-Çömlekoğlu M, Özcan M, Akan E, Aladağ A. Evaluation of different thickness, die color, and resin cement shade for veneers of multilayered CAD/CAM blocks. *J Prosthodont* 2016;25:563-9.
27. Shono NN, Nahedh HA. Contrast ratio and masking ability of three ceramic veneering materials. *Operat Dent* 2012;37:406-16.
28. Zhou SY, Shao LQ, Wang LL, Yi YF, Deng B, Wen N. Masking Ability of IPS e. max all-ceramics system of HO series. *InKey Eng Mat* 2012;512:1784-7.

29. Azer SS, Ayash GM, Johnston WM, Khalil MF, Rosenstiel SF. Effect of esthetic core shades on the final color of IPS Empress all-ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 2006;96:397-401.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Baseado nos achados desse estudo *in vitro* podemos concluir que:

1. A capacidade de mascarar um substrato escuro foi significativamente influenciada pela espessura da cerâmica e pelo seu grau de translucidez.
2. Laminados cerâmicos de baixa translucidez e do tipo Impulse com espessuras de 0,5mm já são capazes de mascarar um substrato escurecido.
3. Laminados cerâmicos ultra-finos, de 0,3mm, são inviáveis para como opção terapêutica em casos clínicos que necessitem de alteração de cor.
4. Cerâmicas com aspectos mais opacos ou com caracteres opalescentes apresentaram melhores capacidade de mascaramento de substrato escuro.



## REFERÊNCIAS

AZER, S. S. et al. Effect of esthetic core shades on the final color of IPS Empress all-ceramic crowns. **J Prost Dent**, v.96, n.6, p.397-401, 2006.

BARIZON, K.T. et al. Ceramic materials for porcelain veneers: part II. Effect of material, shade, and thickness on translucency. **J Prost Dent**, v.112, n.4, p.864-70, 2014.

BEGUM, Z. et al. Effect of ceramic thickness and luting agent shade on the color masking ability of laminate veneers. **J Ind Prosthodont Soc**, v.14, n.1, p.46-50, 2014.

CHU S.J., TRUSHKOWSKY, R.D., PARAVINA, R.D. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. **J Dent**, v.38, n.2 p.2-16, 2010.

ÇÖMLEKOĞLU, M.E. et al. Evaluation of different thickness, die color, and resin cement shade for veneers of multilayered CAD/CAM blocks. **J Prosthodont**, v.25, n.7, p.563-9, 2016.

FERRARI, M. et al. Measurement of enamel thickness in relation to reduction for etched laminate veneers. **Int J Periodont Res Dent**, v.12, n.5, p.407-13, 1992.

HERNANDES, D.K, et al. Influence of resin cement shade on the color and translucency of ceramic veneers. **J App Oral Scienc**, v.24, n.4, p.391-6, 2016.

JARAD, F.D. et al. The effect of bleaching, varying the shade or thickness of composite veneers on final colour: an in vitro study. **J Dent**, v.36, n.7, p.554-9, 2008.

KHASHAYAR, G. et al. Perceptibility and acceptability thresholds for colour differences in dentistry. **J Dent**, v.42, n.6, p. 637-44, 2014.

KIM, H.K et al. Effect of the amount of thickness reduction on color and translucency of dental monolithic zirconia ceramics. **J Adv Prothodont**, v.8, n.1, p.37-42, 2016.

KOUTAYAS, S.O., CHARISIS, D. Influence of the core material and the glass infiltration mode on the color of glass-infiltrated ceramic veneers over discolored backgrounds. A spectrophotometric evaluation. **Euro J Esthet Dent**, v.3, n.2, p.160-173, 2008.

LEHMANN, K.M, et al. Repeatability of color-measuring devices. **Euro J Esthet Dent**, v.6, n.4, p.428-35, 2011.

LLENA, C. Reliability of two color selection devices in matching and measuring tooth color. **J Contemp Dent Pract**, v.12, n.1, p.19-23, 2011.

NICOLAISEN, M.H. et al. Comparison of Metal-Ceramic and All-Ceramic Three-Unit Posterior Fixed Dental Prostheses: A 3-Year Randomized Clinical Trial. **Int J Prosthodont**, v.29, n.3, p.259-64, 2016.

O'BRIEN, W.J., BOENKE, K.M., GROH, C.L. Coverage errors of two shade guides. **Int J Prosthodont**, v.4, n.1, p.45-50, 1991.

O'BRIEN, W.J., FAN, P.L., GROH, C.L. Color difference coefficients of body-opaque double layers. **Int J Prosthodont**, v.7, n.1, p.56-61, 1994.

PEUMANS, M. et al. Porcelain veneers bonded to tooth structure: an ultra-morphological FE-SEM examination of the adhesive interface. **Dent Mat**, v.15, n.2, p.105-19, 1999.

Pires, L.A. et al. Effects of the type and thickness of ceramic, substrate, and cement on the optical color of a lithium disilicate ceramic. **J Prosthet Dent**, v.117, n.1, p.144-9, 2017.

RADZ, G.M. Minimum thickness anterior porcelain restorations. **Dent Clin**, v.55, n.2, p.353-70, 2011.

RAFAEL, C.F. et al. Impact of background on color, transmittance, and fluorescence of leucite based ceramics. **Dent Mat J**, v.36, n.4, p.394-401, 2017.

SARI, T. et al. Color match of a feldspathic ceramic CAD-CAM material for ultrathin laminate veneers as a function of substrate shade, restoration color, and thickness. **J Prosthet Dent**, v.119, n.3, p.455-60, 2018.

SETIEN, V.J., ROSHAN, S., NELSON, P.W. Clinical management of discolored teeth. **Gen Dent**, v.56, n.3, n.294-300, 2008.

SHADMAN, N. et al. The minimum thickness of a multilayer porcelain restoration required for masking severe tooth discoloration. **Dent Researc J**, v.12, n.6, p.562-68, 2015.

SHONO, N.N., NAHEDH, H.A. Contrast ratio and masking ability of three ceramic veneering materials. **Operat Dent**, v.37, n.4, p.406-16, 2012.

SKYLLOURIOTIS, A.L., YAMAMOTO, H.L., NATHANSON, D. Masking properties of ceramics for veneer restorations. **J Prosthet Dent**, v.118, n.4, p.517-23, 2017.

SOETEMAN, G.D. Whitening dentifrice and tooth surface discoloration—a systematic review and meta-analysis. **Internat J Dent Hyg**, v.16, n.1, p.24-35, 2018.

TURGUT, S., BAGIS, B. Effect of resin cement and ceramic thickness on final color of laminate veneers: an in vitro study. **J Prosthet Dent**, v.109, n.3, p.179-86, 2013.

VICHI, A., FERRARI, M., DAVIDSON, C.L. Influence of ceramic and cement thickness on the masking of various types of opaque posts. **J Prosthet Dent**, v.83, n.4, p.412-7, 2000.

WANG, F., TAKAHASHI, H., IWASAKI, N. Translucency of dental ceramics with different thicknesses. **J Prosthet Dent**, v.110, n.1, p.14-20, 2013.

ZHOU, S.Y. et al. Masking Ability of IPS e. max all-ceramics system of HO series. **InKey Eng Mat**, v.512-515, p.1784-7, 2012.

## APÊNDICE A – Tabela de leitura das espessuras dos laminados cerâmicos

GRUPO 1 - 1mm	SUBGRUPO	TIPO DA PASTILHA	ESPESSURA 1	ESPESSURA 2	ESPESSURA 3	ESPESSURA MÉDIA
	1HT1	Alta Translucidez	1,01	1,03	1,02	1,02
	1HT2	Alta Translucidez	1,01	1,03	1,03	1,02
	1HT3	Alta Translucidez	1,02	0,98	1,03	1,01
	1HT4	Alta Translucidez	0,98	1,03	1,04	1,02
	1HT5	Alta Translucidez	0,96	0,97	1,01	0,98
	1HT6	Alta Translucidez	1,02	1,01	1,01	1,01
	1HT7	Alta Translucidez	0,96	1,00	1,00	0,99
	1HT8	Alta Translucidez	1,03	1,01	0,98	1,01
	1HT9	Alta Translucidez	1,03	0,98	1,00	1,00
	1HT10	Alta Translucidez	0,99	1,03	1,00	1,01
	1LT1	Baixa Translucidez	0,98	0,99	0,98	0,98
	1LT2	Baixa Translucidez	1	1,01	0,99	1,00
	1LT3	Baixa Translucidez	0,95	0,97	0,98	0,97
	1LT4	Baixa Translucidez	0,95	0,95	0,96	0,95
	1LT5	Baixa Translucidez	1,04	1,03	1,03	1,03
	1LT6	Baixa Translucidez	0,97	0,98	0,99	0,98
	1LT7	Baixa Translucidez	0,91	0,96	0,97	0,95
	1LT8	Baixa Translucidez	1,05	1,04	1,00	1,03
	1LT9	Baixa Translucidez	1,00	1,01	1,03	1,01
1LT10	Baixa Translucidez	1,04	1,05	1,05	1,05	
1IM1	Impulse	1,02	1,03	1,04	1,03	
1IM2	Impulse	1,01	1,02	1,00	1,01	
1IM3	Impulse	0,95	0,95	0,97	0,96	
1IM4	Impulse	0,96	0,98	1,01	0,98	
1IM5	Impulse	0,95	0,99	0,95	0,96	
1IM6	Impulse	1,01	0,99	0,98	0,99	
1IM7	Impulse	0,98	0,97	0,99	0,98	
1IM8	Impulse	1,03	1,05	1,04	1,04	
1IM9	Impulse	1,02	1,02	0,98	1,01	
1IM10	Impulse	1,04	1,03	1,04	1,04	

GRUPO 2 - 0,7mm	SUBGRUPO	TIPO DA PASTILHA	ESPESSURA 1	ESPESSURA 2	ESPESSURA 3	ESPESSURA MÉDIA
	2HT1	Alta Translucidez	0,67	0,70	0,68	0,68
	2HT2	Alta Translucidez	0,67	0,66	0,67	0,67
	2HT3	Alta Translucidez	0,67	0,68	0,67	0,67
	2HT4	Alta Translucidez	0,67	0,70	0,68	0,68
	2HT5	Alta Translucidez	0,70	0,69	0,70	0,70
	2HT6	Alta Translucidez	0,72	0,71	0,69	0,71
	2HT7	Alta Translucidez	0,75	0,74	0,73	0,74
	2HT8	Alta Translucidez	0,74	0,76	0,73	0,74
	2HT9	Alta Translucidez	0,71	0,70	0,71	0,71
	2HT10	Alta Translucidez	0,65	0,67	0,65	0,66

2LT1	Baixa Translucidez	0,70	0,68	0,70	0,69
2LT2	Baixa Translucidez	0,68	0,69	0,66	0,68
2LT3	Baixa Translucidez	0,72	0,74	0,75	0,74
2LT4	Baixa Translucidez	0,73	0,74	0,74	0,74
2LT5	Baixa Translucidez	0,70	0,68	0,70	0,69
2LT6	Baixa Translucidez	0,71	0,72	0,72	0,72
2LT7	Baixa Translucidez	0,68	0,71	0,64	0,68
2LT8	Baixa Translucidez	0,73	0,74	0,72	0,73
2LT9	Baixa Translucidez	0,72	0,70	0,71	0,71
2LT10	Baixa Translucidez	0,68	0,66	0,69	0,68
2IM1	Impulse	0,68	0,71	0,69	0,69
2IM2	Impulse	0,72	0,71	0,74	0,72
2IM3	Impulse	0,75	0,73	0,75	0,74
2IM4	Impulse	0,71	0,72	0,71	0,71
2IM5	Impulse	0,73	0,72	0,73	0,73
2IM6	Impulse	0,73	0,74	0,73	0,73
2IM7	Impulse	0,72	0,73	0,74	0,73
2IM8	Impulse	0,72	0,74	0,74	0,73
2IM9	Impulse	0,74	0,73	0,74	0,74
2IM10	Impulse	0,75	0,72	0,75	0,74

GRUPO 3 - 0,5mm	SUBGRUPO	TIPO DA PASTILHA	ESPESSURA 1	ESPESSURA 2	ESPESSURA 3	ESPESSURA MÉDIA
	3HT1	Alta Translucidez	0,47	0,47	0,46	0,47
	3HT2	Alta Translucidez	0,51	0,52	0,49	0,51
	3HT3	Alta Translucidez	0,52	0,53	0,47	0,51
	3HT4	Alta Translucidez	0,49	0,51	0,46	0,49
	3HT5	Alta Translucidez	0,47	0,55	0,49	0,50
	3HT6	Alta Translucidez	0,51	0,54	0,50	0,52
	3HT7	Alta Translucidez	0,51	0,50	0,50	0,50
	3HT8	Alta Translucidez	0,53	0,50	0,55	0,53
	3HT9	Alta Translucidez	0,53	0,51	0,51	0,52
	3HT10	Alta Translucidez	0,53	0,47	0,49	0,50
	3LT1	Baixa Translucidez	0,47	0,50	0,50	0,49
	3LT2	Baixa Translucidez	0,50	0,46	0,45	0,47
	3LT3	Baixa Translucidez	0,49	0,49	0,50	0,49
	3LT4	Baixa Translucidez	0,54	0,51	0,53	0,53
	3LT5	Baixa Translucidez	0,50	0,53	0,53	0,52
	3LT6	Baixa Translucidez	0,54	0,53	0,52	0,53
	3LT7	Baixa Translucidez	0,55	0,54	0,51	0,53
	3LT8	Baixa Translucidez	0,52	0,54	0,50	0,52
	3LT9	Baixa Translucidez	0,49	0,48	0,48	0,48
3LT10	Baixa Translucidez	0,45	0,46	0,45	0,45	
3IM1	Impulse	0,49	0,53	0,46	0,49	
3IM2	Impulse	0,49	0,48	0,55	0,51	
3IM3	Impulse	0,52	0,50	0,48	0,50	

3IM4	Impulse	0,51	0,48	0,47	0,49
3IM5	Impulse	0,54	0,54	0,55	0,54
3IM6	Impulse	0,50	0,53	0,50	0,51
3IM7	Impulse	0,52	0,53	0,55	0,53
3IM8	Impulse	0,48	0,54	0,55	0,52
3IM9	Impulse	0,51	0,52	0,51	0,51
3IM10	Impulse	0,47	0,51	0,54	0,51

GRUPO 4 - 0,3mm	SUBGRUPO	TIPO DA PASTILHA	ESPESSURA 1	ESPESSURA 2	ESPESSURA 3	ESPESSURA MÉDIA
	4HT1	Alta Translucidez	0,31	0,33	0,33	0,32
	4HT2	Alta Translucidez	0,32	0,31	0,32	0,32
	4HT3	Alta Translucidez	0,34	0,34	0,35	0,34
	4HT4	Alta Translucidez	0,34	0,34	0,34	0,34
	4HT5	Alta Translucidez	0,35	0,33	0,32	0,33
	4HT6	Alta Translucidez	0,28	0,29	0,32	0,30
	4HT7	Alta Translucidez	0,31	0,31	0,30	0,31
	4HT8	Alta Translucidez	0,34	0,30	0,33	0,32
	4HT9	Alta Translucidez	0,30	0,30	0,31	0,30
	4HT10	Alta Translucidez	0,31	0,32	0,32	0,32
	4LT1	Baixa Translucidez	0,31	0,27	0,34	0,31
	4LT2	Baixa Translucidez	0,34	0,32	0,29	0,32
	4LT3	Baixa Translucidez	0,32	0,34	0,32	0,33
	4LT4	Baixa Translucidez	0,29	0,31	0,30	0,30
	4LT5	Baixa Translucidez	0,31	0,34	0,30	0,32
	4LT6	Baixa Translucidez	0,32	0,33	0,30	0,32
	4LT7	Baixa Translucidez	0,35	0,29	0,32	0,32
	4LT8	Baixa Translucidez	0,33	0,30	0,31	0,31
	4LT9	Baixa Translucidez	0,33	0,33	0,32	0,33
	4LT10	Baixa Translucidez	0,31	0,34	0,28	0,31
4IM1	Impulse	0,31	0,26	0,27	0,28	
4IM2	Impulse	0,25	0,32	0,31	0,29	
4IM3	Impulse	0,35	0,35	0,34	0,35	
4IM4	Impulse	0,29	0,25	0,29	0,28	
4IM5	Impulse	0,30	0,27	0,29	0,29	
4IM6	Impulse	0,29	0,29	0,30	0,29	
4IM7	Impulse	0,29	0,30	0,30	0,30	
4IM8	Impulse	0,32	0,32	0,28	0,31	
4IM9	Impulse	0,30	0,33	0,32	0,32	
4IM10	Impulse	0,33	0,31	0,33	0,32	

APÊNDICE B – Tabela de leitura das coordenadas de cor das espécimes e cálculo da capacidade de mascaramento ( $\Delta E$ ) de cada grupo

baseline	L	66,7
	A	0,48
	B	9,13

	SUBGRUPO	ESPÉCIME	PARAM.	AF1	AF2	AF3	MÉDIA DA COR	CÁULO DO $\Delta$	$\chi^2$	$\Delta E$
GRUPO 1 - 1mm	1HT	1HT1	L	65,35	65,17	65,35	65,29	-1,41	1,9881	3,743589
			A	3,01	3,10	2,99	3,03	2,55	6,51951111	
			B	11,40	11,68	11,35	11,48	2,35	5,50684444	
		1HT2	L	64,63	64,55	64,69	64,62	-2,08	4,31254444	3,739597
			A	2,65	3,04	2,03	2,57	2,09	4,38204444	
			B	11,29	11,79	11,21	11,43	2,30	5,29	
		1HT3	L	64,77	65,20	64,49	64,82	-1,88	3,5344	4,089618
			A	2,97	2,83	3,08	2,96	2,48	6,1504	
			B	11,87	11,50	11,98	11,78	2,65	7,04017778	
		1HT4	L	65,48	65,35	64,38	65,07	-1,63	2,6569	3,294684
			A	2,16	2,21	2,47	2,28	1,80	3,24	
			B	10,88	11,04	12,15	11,36	2,23	4,95804444	
		1HT5	L	65,32	64,49	65,52	65,11	-1,59	2,5281	2,48022
			A	1,76	1,89	1,67	1,77	1,29	1,67271111	
			B	10,45	11,20	9,93	10,53	1,40	1,95067778	
		1HT6	L	65,20	64,64	64,50	64,78	-1,92	3,6864	3,603486
			A	2,01	2,08	2,13	2,07	1,59	2,53871111	
			B	11,65	11,77	11,77	11,73	2,60	6,76	
		1HT7	L	64,73	64,67	65,87	65,09	-1,61	2,5921	2,601841
			A	1,88	1,88	1,70	1,82	1,34	1,7956	
			B	10,92	10,94	10,16	10,67	1,54	2,38187778	
		1HT8	L	64,30	65,24	64,42	64,65	-2,05	4,18884444	3,007069
			A	2,16	1,84	1,93	1,98	1,50	2,24001111	
			B	11,32	10,25	10,67	10,75	1,62	2,61361111	
		1HT9	L	64,18	64,26	65,58	64,67	-2,03	4,10737778	3,007461
			A	1,87	1,84	1,54	1,75	1,27	1,6129	
			B	11,40	11,25	10,21	10,95	1,82	3,32454444	
		1HT10	L	64,21	64,97	64,32	64,50	-2,20	4,84	2,765753
			A	1,74	1,58	1,74	1,69	1,21	1,45604444	
			B	10,71	9,61	10,56	10,29	1,16	1,35334444	
1LT	1LT1	L	69,36	68,96	68,36	68,89	2,19	4,81071111	3,175136	
		A	1,65	1,69	1,83	1,72	1,24	1,54587778		
		B	10,53	11,01	11,64	11,06	1,93	3,7249		
	1LT2	L	69,09	67,30	68,34	68,24	1,54	2,38187778	2,162604	
		A	1,07	1,36	1,13	1,19	0,71	0,49937778		
		B	9,61	11,47	10,33	10,47	1,34	1,7956		
Y	L	68,03	68,31	68,67	68,34	1,64	2,67867778	2,691926		

			A	1,37	1,31	1,27	1,32	0,84	0,700011111					
			B	11,24	11,12	10,93	11,10	1,97	3,86777778					
			1LT4	L	68,65	68,40	68,90	68,65	1,95		3,8025	3,013914		
				A	1,43	1,49	1,43	1,45	0,97		0,9409			
						B	11,13	11,53	10,98		11,21	2,08	4,34027778	
						L	70,34	69,26	69,49		69,70	3,00	8,980011111	
			1LT5	A	1,04	1,28	1,14	1,15	0,67		0,45337778	3,321054		
				B	9,68	11,19	10,31	10,39	1,26		1,596011111			
						L	68,80	68,01	67,69		68,17	1,47	2,151111111	1,882295
						A	1,45	1,62	1,65		1,57	1,09	1,19537778	
			1LT6	B	9,22	9,73	9,77	9,57	0,44		0,19654444			
				L	66,95	67,29	67,11	67,12	0,42		0,173611111			
			1LT7	A	2,87	2,71	2,76	2,78	2,30		5,29	2,888302		
				B	10,99	10,73	10,76	10,83	1,70		2,87867778			
						L	67,15	67,22	67,34		67,24	0,54	0,288011111	2,418654
						A	1,66	1,66	1,67		1,66	1,18	1,40027778	
			1LT8	B	11,17	11,04	11,30	11,17	2,04		4,1616			
				L	65,79	65,63	65,79	65,74	-0,96		0,928011111			
			1LT9	A	1,60	1,60	1,50	1,57	1,09		1,18084444	1,873268		
				B	10,40	10,42	10,12	10,31	1,18		1,40027778			
			L	66,40	66,58	66,48	66,49	-0,21	0,045511111	1,309156				
			A	1,35	1,40	1,42	1,39	0,91	0,8281					
1LT10	B	10,04	10,00	10,10	10,05	0,92	0,84027778							
	L	67,20	67,20	67,16	67,19	0,49	0,23684444							
1IM1	A	2,24	2,25	2,25	2,25	1,77	3,121111111	1,844466						
	B	8,91	8,93	8,92	8,92	-0,21	0,0441							
			L	67,32	67,48	67,34	67,38	0,68	0,4624	1,929194				
			A	2,22	2,24	2,19	2,22	1,74	3,016011111					
1IM2	B	8,66	8,64	8,61	8,64	-0,49	0,24337778							
	L	66,70	66,78	67,34	66,94	0,24	0,0576							
1IM3	A	2,53	2,48	2,40	2,47	1,99	3,9601	2,153264						
	B	8,56	8,38	8,09	8,34	-0,79	0,61884444							
			L	66,23	66,46	66,48	66,39	-0,31	0,0961	2,105648				
			A	1,96	1,87	1,86	1,90	1,42	2,00694444					
1IM4	B	7,63	7,48	7,70	7,60	-1,53	2,330711111							
	L	66,21	66,94	66,92	66,69	-0,01	0,0001							
1IM5	A	2,27	2,06	2,13	2,15	1,67	2,80004444	2,592401						
	B	7,49	6,91	7,05	7,15	-1,98	3,9204							
			L	65,91	65,80	65,80	65,84	-0,86	0,74534444	2,51743				
			A	1,58	1,58	1,71	1,62	1,14	1,307211111					
1IM6	B	6,94	6,98	7,26	7,06	-2,07	4,2849							
	L	64,98	64,71	64,92	64,87	-1,83	3,3489							
1IM7	A	1,59	1,67	1,60	1,62	1,14	1,2996	3,104235						
	B	6,80	7,02	6,87	6,90	-2,23	4,98777778							
			L	65,75	66,61	67,87	66,74	0,04	0,00187778	2,35665				
			A	1,86	1,65	1,45	1,65	1,17	1,376711111					



		B	7,73	7,10	6,43	7,09	-2,04	4,17521111	
	1IM9	L	68,26	68,28	68,24	68,26	1,56	2,4336	<b>2,178269</b>
		A	1,55	1,56	1,55	1,55	1,07	1,15204444	
		B	8,04	8,05	8,07	8,05	-1,08	1,15921111	
	1IM10	L	68,37	68,51	68,59	68,49	1,79	3,2041	<b>2,334935</b>
		A	1,45	1,45	1,34	1,41	0,93	0,87111111	
		B	8,13	8,04	7,70	7,96	-1,17	1,37671111	

		SUBGRUPO	ESPÉCIMES	PARAM.	AF1	AF2	AF3	MÉDIA DA COR	CÁULO DO Δ	X <sup>2</sup>	ΔE
GRUPO 2 - 0,7mm	2HT	2HT1	L		63,74	63,59	63,58	63,64	-3,76	14,1626778	<b>4,726487</b>
			A		2,55	2,58	2,46	2,53	2,11	4,4521	
			B		11,60	11,64	11,56	11,60	1,93	3,7249	
		2HT2	L		64,04	63,03	65,17	64,08	-3,32	11,0224	<b>3,991917</b>
			A		2,37	2,54	2,14	2,35	1,93	3,7249	
			B		10,80	11,39	10,09	10,76	1,09	1,1881	
		2HT3	L		62,91	63,64	61,53	62,69	-4,71	22,1527111	<b>5,654187</b>
			A		2,64	2,46	2,95	2,68	2,26	5,12267778	
			B		11,68	10,98	12,85	11,84	2,17	4,69444444	
		2HT4	L		63,46	63,92	63,24	63,54	-3,86	14,8996	<b>4,924169</b>
			A		2,99	2,86	3,00	2,95	2,53	6,4009	
			B		11,47	11,27	11,42	11,39	1,72	2,94694444	
		2HT5	L		64,07	64,44	65,29	64,60	-2,80	7,84	<b>3,966507</b>
			A		3,03	2,92	3,00	2,98	2,56	6,57067778	
			B		10,95	10,65	10,86	10,82	1,15	1,3225	
		2HT6	L		62,68	62,62	63,88	63,06	-4,34	18,8356	<b>5,174816</b>
			A		2,99	2,94	2,73	2,89	2,47	6,08444444	
			B		11,43	11,29	10,38	11,03	1,36	1,85867778	
	2HT7	L		63,92	64,69	64,65	64,42	-2,98	8,8804	<b>3,897543</b>	
		A		2,30	2,46	2,56	2,44	2,02	4,0804		
		B		10,79	11,16	11,54	11,16	1,49	2,23004444		
	2HT8	L		64,99	63,77	63,83	64,20	-3,20	10,2613444	<b>4,968226</b>	
		A		2,84	3,23	3,12	3,06	2,64	6,98721111		
		B		11,66	12,68	12,85	12,40	2,73	7,43471111		
2HT9	L		63,18	64,15	64,19	63,84	-3,56	12,6736	<b>4,638815</b>		
	A		3,19	3,01	3,01	3,07	2,65	7,0225			
	B		11,48	10,80	10,78	11,02	1,35	1,8225			
2HT10	L		63,76	64,28	65,87	64,64	-2,76	7,63601111	<b>4,32878</b>		
	A		3,17	3,09	2,72	2,99	2,57	6,62204444			
	B		12,29	12,02	11,05	11,79	2,12	4,48027778			
2LT	2LT1	L		66,48	67,45	67,47	67,13	-0,27	0,07111111	<b>2,350121</b>	
		A		2,70	2,37	2,39	2,49	2,07	4,27111111		
		B		11,27	10,49	10,51	10,76	1,09	1,18084444		
	2LT2	L		64,80	64,87	64,92	64,86	-2,54	6,43467778	<b>3,957303</b>	
		A		2,74	2,75	2,86	2,78	2,36	5,57746944		
		B		11,47	11,50	11,77	11,58	1,91	3,6481		

	2LT3	L	67,25	66,73	67,74	67,24	-0,16	0,0256	<b>2,304751</b>
		A	2,43	2,48	2,34	2,42	2,00	3,98667778	
		B	10,85	11,04	10,54	10,81	1,14	1,2996	
	2LT4	L	65,23	66,40	65,58	65,74	-1,66	2,76667778	<b>2,942814</b>
		A	2,76	2,32	2,61	2,56	2,14	4,59387778	
		B	11,44	10,02	10,97	10,81	1,14	1,2996	
	2LT5	L	66,37	66,94	66,63	66,65	-0,75	0,56751111	<b>2,315331</b>
		A	2,72	2,34	2,56	2,54	2,12	4,4944	
		B	10,52	9,67	10,46	10,22	0,55	0,29884444	
	2LT6	L	66,47	66,73	66,70	66,63	-0,77	0,58777778	<b>2,695002</b>
		A	2,79	2,74	2,71	2,75	2,33	5,41337778	
		B	10,89	10,76	10,73	10,79	1,12	1,26187778	
	2LT7	L	66,31	66,34	65,75	66,13	-1,27	1,60444444	<b>2,631943</b>
		A	2,64	2,62	2,80	2,69	2,27	5,13777778	
		B	10,09	9,82	10,39	10,10	0,43	0,1849	
	2LT8	L	66,35	66,29	67,15	66,60	-0,80	0,64534444	<b>2,671502</b>
		A	2,70	2,74	2,61	2,68	2,26	5,12267778	
		B	11,11	11,00	10,41	10,84	1,17	1,3689	
	2LT9	L	67,56	66,99	67,10	67,22	-0,18	0,03361111	<b>2,340783</b>
		A	1,71	1,79	1,71	1,74	1,32	1,73361111	
		B	11,68	11,78	11,33	11,60	1,93	3,71204444	
	2LT10	L	63,21	63,37	64,42	63,67	-3,73	13,9377778	<b>4,367131</b>
		A	2,12	2,36	2,02	2,17	1,75	3,05084444	
		B	11,09	11,64	10,61	11,11	1,44	2,08321111	
	2IM1	L	66,64	66,71	66,77	66,71	-0,69	0,48071111	<b>2,629237</b>
		A	2,91	2,96	2,99	2,95	2,53	6,41777778	
		B	9,78	9,82	9,77	9,79	0,12	0,0144	
	2IM2	L	67,38	67,73	67,52	67,54	0,14	0,02054444	<b>2,433557</b>
		A	2,85	2,77	2,82	2,81	2,39	5,72804444	
		B	9,32	9,17	9,27	9,25	-0,42	0,17361111	
2IM3	L	67,08	66,89	67,03	67,00	-0,40	0,16	<b>2,316954</b>	
	A	2,27	2,78	2,72	2,59	2,17	4,7089		
	B	9,15	8,95	8,79	8,96	-0,71	0,49937778		
2IM4	L	66,44	66,80	66,47	66,57	-0,83	0,6889	<b>3,036595</b>	
	A	3,21	2,87	3,38	3,15	2,73	7,47111111		
	B	8,74	8,16	9,02	8,64	-1,03	1,0609		
2IM5	L	63,67	64,89	64,04	64,20	-3,20	10,24	<b>3,791912</b>	
	A	2,15	1,90	2,16	2,07	1,65	2,7225		
	B	8,64	7,93	8,87	8,48	-1,19	1,4161		
2IM6	L	65,46	64,99	64,72	65,06	-2,34	5,49121111	<b>3,10958</b>	
	A	2,01	2,11	2,23	2,12	1,70	2,87867778		
	B	8,21	8,50	8,88	8,53	-1,14	1,2996		
2IM7	L	65,00	65,72	64,49	65,07	-2,33	5,4289	<b>3,440124</b>	
	A	2,15	1,95	2,06	2,05	1,63	2,66777778		
	B	7,97	7,68	7,56	7,74	-1,93	3,73777778		
2IM8	L	63,95	63,77	64,52	64,08	-3,32	11,0224	<b>3,979611</b>	

	2IM9	A	2,31	2,29	2,21	2,27	1,85	3,4225	<b>3,510397</b>
		B	8,73	8,36	8,38	8,49	-1,18	1,3924	
		L	64,20	64,94	64,46	64,53	-2,87	8,21777778	
		A	2,31	2,18	2,09	2,19	1,77	3,14471111	
		B	9,09	8,58	8,40	8,69	-0,98	0,9604	
		L	65,23	65,09	65,49	65,27	-2,13	4,5369	
	2IM10	A	2,11	2,30	2,31	2,24	1,82	3,3124	<b>3,118686</b>
		B	8,16	8,40	8,34	8,30	-1,37	1,8769	

	SUBGRUPO	ESPÉCIME	PARAM.	AF1	AF2	AF3	MÉDIA DA COR	CÁULO DO Δ	X <sup>2</sup>	ΔE
GRUPO 3 - 0,5mm	3HT	3HT1	L	62,99	64,07	63,10	63,39	-4,01	16,1068444	<b>6,837625</b>
			A	3,86	3,68	4,03	3,86	3,44	11,8106778	
			B	14,07	13,52	14,44	14,01	4,34	18,8356	
		3HT2	L	63,72	63,54	63,73	63,66	-3,74	13,9626778	<b>6,593563</b>
			A	3,72	3,76	3,74	3,74	3,32	11,0224	
			B	13,99	13,94	13,98	13,97	4,30	18,49	
		3HT3	L	64,06	64,11	64,94	64,37	-3,03	9,1809	<b>5,317989</b>
			A	2,96	2,99	2,70	2,88	2,46	6,06801111	
			B	13,61	13,69	12,54	13,28	3,61	13,0321	
		3HT4	L	63,59	63,43	63,10	63,37	-4,03	16,2140444	<b>6,430401</b>
			A	2,82	2,81	2,84	2,82	2,40	5,77601111	
			B	13,97	14,04	14,20	14,07	4,40	19,36	
		3HT5	L	64,70	62,73	62,93	63,45	-3,95	15,5761778	<b>6,162887</b>
			A	2,57	3,01	3,03	2,87	2,45	6,0025	
			B	12,79	14,15	14,22	13,72	4,05	16,4025	
		3HT6	L	63,65	63,72	63,91	63,76	-3,64	13,2496	<b>5,88849</b>
			A	2,77	2,86	2,95	2,86	2,44	5,9536	
			B	13,48	13,59	13,74	13,60	3,93	15,4711111	
		3HT7	L	62,97	62,34	62,16	62,49	-4,91	24,1081	<b>6,873014</b>
			A	2,84	3,05	3,20	3,03	2,61	6,80862044	
			B	13,14	13,83	14,16	13,71	4,04	16,3216	
		3HT8	L	63,84	64,51	64,02	64,12	-3,28	10,7365444	<b>4,879621</b>
			A	2,70	2,52	2,69	2,64	2,22	4,91361111	
			B	12,67	12,18	12,73	12,53	2,86	8,16054444	
3HT9	L	64,15	64,11	64,19	64,15	-3,25	10,5625	<b>5,191723</b>		
	A	2,55	2,73	2,83	2,70	2,28	5,21361111			
	B	12,37	13,22	13,45	13,01	3,34	11,1778778			
3HT10	L	64,33	63,21	63,28	63,61	-3,79	14,3893778	<b>5,328899</b>		
	A	2,48	2,75	2,73	2,65	2,23	4,98777778			
	B	11,89	12,89	13,24	12,67	3,00	9,02001111			
3LT	3LT1	L	64,51	64,78	64,94	64,74	-2,66	7,05787778	<b>4,336413</b>	
		A	2,68	2,70	2,75	2,71	2,29	5,2441		
		B	12,12	12,22	12,32	12,22	2,55	6,5025		
	3LT2	L	66,20	66,11	66,38	66,23	-1,17	1,3689	<b>3,38252</b>	
		A	2,48	2,51	2,50	2,50	2,08	4,31254444		

		B	12,21	12,22	11,78	12,07	2,40	5,76	
	3LT3	L	67,72	66,52	66,53	66,92	-0,48	0,22721111	<b>2,022949</b>
		A	1,83	2,22	2,19	2,08	1,66	2,7556	
		B	10,01	11,09	11,07	10,72	1,05	1,10951111	
	3LT4	L	65,35	65,46	65,27	65,36	-2,04	4,1616	<b>3,06241</b>
		A	2,39	2,30	2,35	2,35	1,93	3,71204444	
		B	10,92	10,84	10,93	10,90	1,23	1,50471111	
	3LT5	L	67,73	67,32	67,46	67,50	0,10	0,01067778	<b>1,809687</b>
		A	2,05	2,16	2,20	2,14	1,72	2,94694444	
		B	10,06	10,30	10,34	10,23	0,56	0,31734444	
	3LT6	L	68,07	66,37	66,16	66,87	-0,53	0,28444444	<b>1,736107</b>
		A	1,56	1,92	1,93	1,80	1,38	1,91361111	
		B	9,46	11,04	11,22	10,57	0,90	0,81601111	
	3LT7	L	65,31	64,16	66,21	65,23	-2,17	4,72337778	<b>3,210735</b>
		A	2,39	2,51	2,05	2,32	1,90	3,59734444	
		B	11,19	11,66	10,39	11,08	1,41	1,9881	
	3LT8	L	65,02	65,33	65,31	65,22	-2,18	4,7524	<b>3,69067</b>
		A	2,20	2,12	2,27	2,20	1,78	3,15654444	
		B	12,26	11,51	12,41	12,06	2,39	5,7121	
	3LT9	L	64,00	63,60	63,60	63,73	-3,67	13,44444444	<b>4,915265</b>
		A	2,45	2,52	2,46	2,48	2,06	4,22987778	
		B	11,96	12,41	12,28	12,22	2,55	6,48551111	
	3LT10	L	66,42	66,93	66,89	66,75	-0,65	0,42684444	<b>3,357964</b>
		A	2,90	2,76	2,76	2,81	2,39	5,69617778	
		B	12,41	11,70	11,71	11,94	2,27	5,1529	
	3IM1	L	65,49	65,61	66,32	65,81	-1,59	2,53871111	<b>3,17554</b>
		A	3,14	3,23	3,05	3,14	2,72	7,3984	
		B	10,16	10,30	9,70	10,05	0,38	0,14694444	
	3IM2	L	64,26	64,98	65,02	64,75	-2,65	7,00484444	<b>4,032348</b>
		A	2,95	3,10	3,11	3,05	2,63	6,93444444	
		B	10,76	11,41	11,41	11,19	1,52	2,32054444	
	3IM3	L	64,90	64,51	64,81	64,74	-2,66	7,0756	<b>4,207765</b>
		A	3,47	3,71	3,52	3,57	3,15	9,90151111	
		B	10,33	10,82	10,42	10,52	0,85	0,72817778	
	3IM4	L	66,26	65,67	65,50	65,81	-1,59	2,5281	<b>2,468182</b>
		A	2,35	2,32	2,21	2,29	1,87	3,50937778	
		B	10,03	9,94	9,74	9,90	0,23	0,05444444	
	3IM5	L	67,64	66,96	66,70	67,10	-0,30	0,09	<b>1,720313</b>
		A	1,84	2,09	2,16	2,03	1,61	2,5921	
		B	9,67	10,38	10,54	10,20	0,53	0,27737778	
	3IM6	L	70,99	70,99	71,09	71,02	3,62	13,1285444	<b>4,727013</b>
		A	1,63	1,58	1,64	1,62	1,20	1,43201111	
		B	6,80	6,88	6,96	6,88	-2,79	7,7841	
	3IM7	L	68,89	68,32	68,71	68,64	1,24	1,5376	<b>2,05618</b>
		A	1,66	1,93	2,02	1,87	1,45	2,1025	
		B	8,40	9,07	9,24	8,90	-0,77	0,58777778	

	3IM8	L	66,85	66,64	66,32	66,60	-0,80	0,63467778	<b>2,187893</b>
		A	2,38	2,38	2,23	2,33	1,91	3,6481	
		B	10,45	10,59	10,10	10,38	0,71	0,5041	
	3IM9	L	67,83	66,91	67,35	67,36	-0,04	0,00134444	<b>1,802646</b>
		A	2,02	2,35	2,25	2,21	1,79	3,19217778	
		B	9,25	10,36	10,11	9,91	0,24	0,05601111	
	3IM10	L	67,22	66,82	67,57	67,20	-0,20	0,03867778	<b>2,106039</b>
		A	2,43	2,49	2,53	2,48	2,06	4,25734444	
		B	10,05	10,02	10,06	10,04	0,37	0,13937778	

	SUBGRUPO	ESPÉCIME	PARAM.	AF1	AF2	AF3	MÉDIA DA COR	CÁULO DO Δ	χ <sup>2</sup>	ΔE
GRUPO 4 - 0,3mm	4HT	4HT1	L	63,29	63,10	63,32	63,24	-4,16	17,3333444	<b>8,104322</b>
			A	3,80	3,84	3,83	3,82	3,40	11,5826778	
			B	15,60	15,79	15,81	15,73	6,06	36,7640111	
		4HT2	L	65,40	66,95	65,29	65,88	-1,52	2,3104	<b>3,680103</b>
			A	3,15	2,82	3,11	3,03	2,61	6,79471111	
			B	12,05	10,81	12,47	11,78	2,11	4,43804444	
		4HT3	L	62,53	64,57	65,53	64,21	-3,19	10,1761	<b>6,05474</b>
			A	3,64	2,99	2,67	3,10	2,68	7,1824	
			B	15,83	13,75	12,61	14,06	4,39	19,3013778	
		4HT4	L	63,27	64,00	64,82	64,03	-3,37	11,3569	<b>6,785525</b>
			A	3,27	3,24	2,97	3,16	2,74	7,5076	
			B	15,15	15,04	14,46	14,88	5,21	27,1788444	
		4HT5	L	63,26	62,98	64,35	63,53	-3,87	14,9769	<b>7,357935</b>
			A	3,62	3,63	3,29	3,51	3,09	9,56871111	
			B	15,21	15,57	14,55	15,11	5,44	29,5936	
	4HT6	L	67,33	64,91	64,06	65,43	-1,97	3,86777778	<b>4,57606</b>	
		A	2,99	3,43	3,57	3,33	2,91	8,4681		
		B	10,62	13,24	13,95	12,60	2,93	8,60444444		
	4HT7	L	66,46	64,81	65,02	65,43	-1,97	3,8809	<b>4,974694</b>	
		A	2,83	3,29	3,38	3,17	2,75	7,54417778		
		B	12,66	13,65	13,65	13,32	3,65	13,3225		
	4HT8	L	63,79	64,34	66,37	64,83	-2,57	6,58777778	<b>4,171957</b>	
		A	2,69	2,54	2,06	2,43	2,01	4,0401		
		B	13,37	12,51	10,94	12,27	2,60	6,77734444		
	4HT9	L	64,00	65,55	64,54	64,70	-2,70	7,30801111	<b>5,778722</b>	
		A	3,73	3,43	3,69	3,62	3,20	10,2186778		
		B	13,82	12,90	14,24	13,65	3,98	15,8669444		
4HT10	L	62,40	62,23	62,04	62,22	-5,18	26,7978778	<b>7,887316</b>		
	A	3,77	3,63	3,99	3,80	3,38	11,4018778			
	B	14,43	14,19	15,09	14,57	4,90	24,01			
4LT	4LT1	L	65,03	65,94	65,76	65,58	-1,82	3,32454444	<b>4,940907</b>	
		A	3,36	3,33	3,26	3,32	2,90	8,39067778		
		B	13,76	12,92	13,02	13,23	3,56	12,6973444		
4LT2	L	65,79	65,09	65,23	65,37	-2,03	4,1209	<b>3,982948</b>		

			A	3,04	3,04	2,96	3,01	2,59	6,72537778			
			B	11,86	12,05	11,82	11,91	2,24	5,0176			
			L	68,43	69,31	70,34	69,36	1,96	3,8416			
			4LT3	A	2,98	2,98	2,67	2,88	2,46		6,03521111	<b>3,423062</b>
				B	9,07	8,53	7,34	8,31	-1,36		1,84054444	
			4LT4	L	71,45	72,04	71,79	71,76	4,36		19,0096	<b>5,802655</b>
				A	2,04	2,05	2,09	2,06	1,64		2,6896	
				B	6,12	5,88	6,63	6,21	-3,46		11,9716	
			4LT5	L	65,46	66,61	66,02	66,03	-1,37		1,8769	<b>3,215176</b>
				A	2,79	2,59	2,88	2,75	2,33		5,44444444	
				B	11,77	10,87	11,58	11,41	1,74		3,01601111	
			4LT6	L	64,79	64,97	64,35	64,70	-2,70		7,27201111	<b>4,547201</b>
				A	2,77	2,76	2,97	2,83	2,41		5,82417778	
				B	12,35	12,10	12,82	12,42	2,75		7,58084444	
			4LT7	L	64,34	63,89	64,13	64,12	-3,28		10,7584	<b>5,842718</b>
				A	3,45	3,65	3,51	3,54	3,12		9,71361111	
				B	13,26	13,67	13,17	13,37	3,70		13,6653444	
			4LT8	L	65,24	64,80	65,20	65,08	-2,32		5,3824	<b>5,061866</b>
				A	3,35	3,30	2,99	3,21	2,79		7,80271111	
				B	13,79	13,31	12,49	13,20	3,53		12,4373778	
			4LT9	L	66,73	66,94	69,02	67,56	0,16		0,02667778	<b>2,723743</b>
				A	3,37	3,17	2,64	3,06	2,64		6,9696	
				B	11,42	10,93	8,61	10,32	0,65		0,4225	
			4LT10	L	65,22	65,72	65,91	65,62	-1,78		3,18027778	<b>4,127585</b>
				A	3,07	2,99	3,25	3,10	2,68		7,20027778	
				B	12,27	11,89	12,59	12,25	2,58		6,6564	
			4IM1	L	63,65	63,27	63,99	63,64	-3,76		14,1626778	<b>5,85411</b>
				A	3,43	3,51	3,45	3,46	3,04		9,26187778	
				B	12,59	13,04	13,26	12,96	3,29		10,8460444	
			4IM2	L	65,01	64,95	65,71	65,22	-2,18		4,73787778	<b>4,45091</b>
A	2,66	2,69		2,62	2,66	2,24	5,00267778					
B	12,96	13,01		12,56	12,84	3,17	10,0700444					
4IM3	L	66,68	66,56	66,11	66,45	-0,95	0,9025	<b>2,976982</b>				
	A	2,52	2,44	2,62	2,53	2,11	4,43804444					
	B	11,49	11,18	11,97	11,55	1,88	3,52187778					
4IM4	L	65,79	64,10	63,68	64,52	-2,88	8,27521111	<b>5,101567</b>				
	A	2,88	3,23	3,12	3,08	2,66	7,05787778					
	B	12,21	13,36	13,25	12,94	3,27	10,6929					
4IM5	L	63,77	66,06	64,56	64,80	-2,60	6,77734444	<b>4,539611</b>				
	A	2,89	2,27	2,68	2,61	2,19	4,81071111					
	B	13,48	11,65	12,89	12,67	3,00	9,02001111					
4IM6	L	66,01	67,73	67,51	67,08	-0,32	0,10027778	<b>2,989028</b>				
	A	2,62	2,47	2,48	2,52	2,10	4,42401111					
	B	12,14	11,38	11,79	11,77	2,10	4,41					
4IM7	L	66,05	65,89	64,30	65,41	-1,99	3,94684444	<b>3,454512</b>				
	A	2,31	2,29	2,68	2,43	2,01	4,02671111					

		B	11,24	11,19	12,55	11,66	1,99	3,9601	
	4IM8	L	64,56	63,81	66,57	64,98	-2,42	5,8564	<b>3,479767</b>
		A	2,65	2,79	2,27	2,57	2,15	4,6225	
		B	11,41	11,63	9,80	10,95	1,28	1,62987778	
	4IM9	L	64,20	65,00	64,44	64,55	-2,85	8,14151111	<b>7,023239</b>
		A	3,59	3,39	3,41	3,46	3,04	9,26187778	
		B	15,77	15,00	15,19	15,32	5,65	31,9225	
	4IM10	L	64,44	65,62	65,69	65,25	-2,15	4,6225	<b>5,751172</b>
		A	3,26	3,03	3,19	3,16	2,74	7,5076	
		B	14,85	13,88	14,01	14,25	4,58	20,9458778	