



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
Campus de Araçatuba

**DEBORA NOVAIS DA SILVA**

**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES ÓPTICAS DA PIGMENTAÇÃO EXTRÍNSECA  
DE CERÂMICAS ODONTOLÓGICAS SUBMETIDAS À TRÊS CICLOS DE  
QUEIMA - ESTUDO *IN VITRO***

**Araçatuba - SP  
2025**

**DEBORA NOVAIS DA SILVA**

**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES ÓPTICAS DA PIGMENTAÇÃO EXTRÍNSECA  
DE CERÂMICAS ODONTOLÓGICAS SUBMETIDAS À TRÊS CICLOS DE  
QUEIMA - ESTUDO *IN VITRO***

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Graduação em  
Odontologia da Faculdade de  
Odontologia de Araçatuba, da  
Universidade Estadual Paulista, para a  
obtenção do grau de Cirurgião-Dentista.

Orientador: Prof. José Vitor Quinelli  
Mazaro

**Araçatuba - SP  
2025**

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

Primeiramente, agradeço a Deus pela a oportunidade de estar aqui hoje, pela força nos momentos de dificuldade e pela sabedoria que me foi concedida ao longo dessa jornada. Que eu possa sempre reconhecer e valorizar as bênçãos em minha vida.

Agradeço aos meus orientadores, José Vitor Quinelli Mazaro e a Daniela Micheline dos Santos pela orientação, paciência e apoio ao longo deste processo. Suas valiosas sugestões e críticas construtivas foram fundamentais para o desenvolvimento e sucesso deste projeto. Em especial a professora Daniela que sempre se manteve positiva e pode me acalmar em muitos momentos. Sou grata por suas palavras de encorajamento nos momentos de dúvida e por sempre acreditar em meu potencial. O seu exemplo de comprometimento e ética é uma inspiração que levarei comigo em todos os meus futuros desafios.

Gostaria de dedicar um espaço especial para expressar minha profunda gratidão ao Professor Marcos Rogerio de Mendonça. Sua dedicação e paixão pelo ensino foram verdadeiramente inspiradoras e tiveram um impacto significativo em minha formação acadêmica e pessoal.

Agradeço por cada aula que despertou meu interesse e por cada orientação que me motivou a ir além dos meus limites. Sua capacidade de ensinar com paciência e clareza fez toda a diferença em minha jornada. Você não apenas compartilhou seu conhecimento, mas também ensinou valores que levarei para a vida toda.

Agradeço também aos meus colegas e amigos, que estiveram ao meu lado, oferecendo apoio e incentivo nos momentos desafiadores. As discussões e trocas de ideias foram essenciais para a construção do conhecimento que aqui se apresenta.

Não poderia deixar de expressar minha profunda gratidão à minha querida amiga Ana Carolina. Sua presença em minha vida foi verdadeiro presente. Obrigada por sempre estar comigo, fazendo parte dos bons e maus momentos, me aconselhando e compartilhando experiências únicas que só nos entenderíamos, minha dupla da faculdade, iniciação científica e agora de vida.

Em especial gostaria de agradecer a minha amiga/irmã Victoria Tchares por estar sempre estar disponível, seja nos momentos de alegria ou nos desafios. Sua amizade incondicional e seu apoio constante me ajudaram a superar obstáculos e a

acreditar em mim mesma. Você é uma irmã que a vida me deu, e sou eternamente grata por isso. Os momentos que compartilhamos, as risadas, as conversas profundas e até mesmo os silêncios, são tesouros que guardarei para sempre em meu coração. Obrigada por ser a pessoa incrível que você é, por me incentivar a seguir meus sonhos e por sempre acreditar em mim.

Minha gratidão se estende à minha família, que sempre acreditou em mim e me proporcionou um ambiente de amor e compreensão. Sem o apoio de vocês, este trabalho não seria possível.

Gostaria de dedicar este espaço para expressar minha imensa gratidão aos meus pais, Reonaldo e Jozilda. Vocês são a base da minha vida e a razão pela qual cheguei até aqui.

Agradeço por todo o amor, apoio e dedicação que sempre me deram. Desde os primeiros passos até os momentos mais desafiadores, vocês estiveram ao meu lado, acreditando em mim e me incentivando a seguir meus sonhos.

Obrigado por me ensinarem valores importantes, como a perseverança, a honestidade e a importância do trabalho duro. Vocês foram meus maiores exemplos, e cada conquista que alcancei é um reflexo do que aprendi com vocês.

Sou eternamente grata por todos os sacrifícios que fizeram para me proporcionar uma educação e uma vida melhor. A força e a união da nossa família são o que me motiva a continuar lutando por meus objetivos.

Vocês são meu porto seguro, e sou abençoada por tê-los como meus pais. Espero poder retribuir todo o amor e apoio que me deram ao longo dos anos.

Neste momento tão especial, não poderia deixar de expressar minha sincera gratidão aos meus avós, Arnaldo e Regina, assim como aos meus tios, Joilda e Jhou. Cada um de vocês teve um papel fundamental na minha vida e na construção da pessoa que sou hoje.

Agradeço aos meus avós pelo amor incondicional, pelos ensinamentos e pelas histórias que sempre nos uniram. Vocês foram e sempre serão uma fonte de sabedoria e carinho, e cada momento ao lado de vocês é um tesouro que guardo no meu coração. Obrigado por me ensinarem a importância da família e por serem exemplos de força e resiliência.

Aos meus tios, sou grata pelo apoio e pelas risadas compartilhadas. Vocês sempre estiveram presentes em momentos importantes, oferecendo suporte e amor. As conversas, brincadeiras e conselhos que recebi de vocês enriqueceram minha vida de maneiras que nunca poderei agradecer o suficiente.

Tê-los em minha vida é uma bênção, e sou eternamente grata por tudo o que fizeram por mim.

Por fim, agradeço a todos os participantes da pesquisa e a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho. Cada um de vocês teve um papel importante nesta jornada.

"A jornada de mil milhas começa com um único passo. Cada pequeno esforço e dedicação nos levam mais perto de nossos objetivos e sonhos."

Lao Tsé

## **RESUMO**

**SILVA, D.N AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES ÓPTICAS DA PIGMENTAÇÃO EXTRÍNSECA DE CERÂMICAS ODONTOLÓGICAS SUBMETIDAS À TRÊS CICLOS DE QUEIMA - ESTUDO IN VITRO.**2025. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista ( UNESP), Araçatuba, 2025.

Estudos sobre as características de superfície em diferentes tratamentos térmicos na pigmentação de restaurações monolíticas são escassos. O objetivo deste estudo foi avaliar a influência de três diferentes temperaturas (710°C, 770°C e 820°C) sobre a estabilidade de cor, opacidade e translucidez de uma cerâmica de dissilicato de lítio (E.MAX CAD MT A2 - Ivoclar) pigmentada pós-sinterização. Os blocos de cerâmica foram seccionados, divididos em seis grupos (n=10) de acordo com o tratamento térmico. Amostras do grupo controle receberam somente aplicação de glaze e posteriormente submetidos a processos de queima à 710°C (G1), 770°C (G2) e 820°C (G3). As amostras dos grupos controle receberam pigmentação extrínseca com líquido, pasta e queima à 710°C (G4), 770°C (G5) e 820°C (G6) com subsequente aplicação de glaze, seguindo as mesmas temperaturas citadas anteriormente. A estabilidade de cor, opacidade e translucidez das amostras foram avaliadas usando um espectrofotômetro de reflexão ultravioleta visível. Para análise estatística foram aplicados os testes Shapiro-Wilk, One-way-ANOVA seguido de teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). Independente da presença ou não do pigmento, a cristalização a 770°C apresentou menor alteração de cor e as amostras submetidas a 820°C apresentaram maior translucidez. Todas as amostras apresentaram diferença estatística significativa ( $p < 0,001$ ) nos valores de grau de contraste antes e após o processo de cristalização exceto a 820°C. Portanto, conclui-se que a temperatura de queima do pigmento e do glaze tem impacto direto nas propriedades ópticas do dissilicato de lítio.

**Palavras-chave:** Cerâmica, estética dental, dissilicato de lítio.

## **ABSTRACT**

**SILVA, D.N EVALUATION OF THE OPTICAL PROPERTIES OF EXTRINSIC PIGMENTATION OF DENTAL CERAMICS SUBJECTED TO THREE FIRING CYCLES - IN VITRO STUDY.** 2025. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista ( UNESP), Araçatuba, 2025.

Studies on surface characteristics in different heat treatments during the pigmentation of monolithic restorations are scarce. The aim of this study was to evaluate the influence of three different temperatures (710°C, 770°C, and 820°C) on the color stability, opacity, and translucency of a lithium disilicate ceramic (E.MAX CAD MT A2 - Ivoclar) pigmented after sintering. Ceramic blocks were sectioned and divided into six groups (n=10) according to the thermal treatment. Control group samples received only glaze application and were subsequently subjected to firing processes at 710°C (G1), 770°C (G2), and 820°C (G3). Samples from the test groups were extrinsically pigmented using liquid and paste, then fired at 710°C (G4), 770°C (G5), and 820°C (G6), followed by glaze application at the same respective temperatures. Color stability, opacity, and translucency of the samples were evaluated using a UV-visible reflection spectrophotometer. For statistical analysis, the Shapiro-Wilk test, One-way ANOVA, and Tukey's test ( $\alpha = 0.05$ ) were applied. Regardless of the presence or absence of pigment, crystallization at 770°C resulted in the least color change, and samples subjected to 820°C showed the highest translucency. All samples showed a statistically significant difference ( $p < 0.001$ ) in contrast ratio values before and after the crystallization process, except those treated at 820°C. Therefore, it is concluded that the firing temperature of the pigment and glaze has a direct impact on the optical properties of lithium disilicate.

**Keywords:** Ceramic, dental esthetics, lithium disilicate.





## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -Valores médios e  $\pm$ desvio padrão de alteração de cor das amostras em diferentes temperaturas de cristalização

Tabela 2 -Valores médios e  $\pm$ desvio padrão de translucidez das amostras antes e após as diferentes temperaturas de cristalização.

Tabela 3 - Valores médios e  $\pm$ desvio padrão do grau de contraste (CR) das amostras antes e após as diferentes temperaturas de cristalização.

# SUMÁRIO

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| 1 INTRODUÇÃO                                   | 9  |
| 2 MATERIAIS E MÉTODOS                          | 10 |
| 2.1 Desenho do estudo                          | 10 |
| 2.2 Preparação das amostras                    | 10 |
| 2.3 Pigmentação extrínseca das amostras        | 11 |
| 2.4 Ensaios Ópticos                            | 11 |
| 2.5 Alteração de cor ( $\Delta E_{00}$ )       | 11 |
| 2.6 Translucidez (TP) e Grau de Contraste (CR) | 12 |
| 2.7 Análise Estatística                        | 12 |
| 3 RESULTADOS                                   | 13 |
| 4 DISCUSSÃO                                    | 15 |
| 5 CONCLUSÕES                                   | 18 |
| 6 REFERÊNCIAS                                  | 19 |

## 1 INTRODUÇÃO

A busca por restaurações dentárias estéticas faz a Odontologia enfrentar o desafio de proporcionar características naturais aos dentes, como translucidez, opacidade e cor. As cerâmicas odontológicas desempenham um papel importante, pois apresentam propriedades ópticas, físicas e mecânicas variadas, dependendo de sua composição (1). Do ponto de vista óptico, as cerâmicas com maior fase vítrea tendem a ser mais estéticas e translúcidas do que aquelas com maior fase cristalina. Já às tecnologias de confecção, as restaurações monolíticas estão se tornando cada vez mais populares devido à redução de problemas relacionados a tensões e delaminação de cerâmicas de revestimento (2). No entanto, mesmo com as propriedades estéticas dos materiais cerâmicos, algumas restaurações exigem uma caracterização adicional devido a características intrínsecas do material, como opacidade, variações entre fabricantes ou necessidade de individualização estética para cada paciente. Essa caracterização adicional é feita por meio da utilização de pigmentos. Nas cerâmicas monolíticas, essa caracterização é ainda mais necessária, uma vez que essas restaurações são formadas por uma única cor, ao contrário das coroas estratificadas (3,4).

A técnica mais comumente utilizada para pigmentação é feita externamente, após os processos de cristalização ou sinterização do material cerâmico. Consiste na aplicação de materiais vítreos de baixa fusão para formar uma camada fina e lisa na superfície da restauração, melhorando seu aspecto óptico. No entanto, é importante considerar que o mesmo pigmento selecionado pode resultar em cores ligeiramente diferentes, dependendo da temperatura do forno e da composição da cerâmica utilizada. A longevidade dessa técnica ainda não está bem documentada na literatura (4,5,6,7).

Após a confecção da peça e o processo de pigmentação extrínseca, é possível obter um efeito estético final satisfatório nas restaurações (8,9).

Diante da crescente utilização de cerâmicas pelos dentistas e da falta de estudos que avaliem a influência de fatores importantes para o sucesso da pigmentação final, o objetivo deste estudo é avaliar as propriedades ópticas da camada de coloração extrínseca de cerâmicas dissilicato de lítio submetidas a diferentes ciclos de queima.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Desenho do Estudo

Para realização desse estudo foram utilizados blocos de dissilicato de lítio para CAD/CAM (IPS EMAX CEREC INLAB MT, IVOCCLAR).

O tamanho amostral foi calculado utilizando resultados prévios de dois artigos científicos (12,13) no qual foi possível estabelecer diferenças entre médias (0.81) e entre desvios padrões (0.9). Com isso, e utilizando para análise o software GPower (versão 3.1.9.7) e por fim, considerando erro  $\alpha = 0.05$  e poder do teste = 0.05, o número total mínimo de amostras por grupo foi sete.

### 2.2 Preparação das amostras

Blocos pré-cristalizados de cerâmica de dissilicato de lítio foram seccionados em uma cortadeira metalográfica (Isomet1000, Buëhler, Lake Bluff, Illinois, EUA), utilizando um disco diamantado (Isomet Wafering Blade 15LC, Buëhler, Lake Bluff, Illinois, EUA), sob refrigeração, à velocidade de 800 rpm. As dimensões finais das amostras de 12 × 18 × 2,0 mm foram aferidas por meio de um paquímetro digital (MPI/E-101, Mitutoyo, Tokyo, Japão).

A cristalização das amostras de cerâmica foi realizada em forno específico (Programat P310 G2 - Ivoclar), de acordo com as recomendações do fabricante.

Após a cristalização, as amostras foram randomizadas em seis grupos:

**Controle Positivo:** aplicação somente de Glaze em uma das superfícies da amostra, submetida à 710°C de temperatura de queima, de acordo com a recomendação do fabricante;

**Controle Negativo 1:** aplicação somente de Glaze em uma das superfícies da amostra, submetida à 770°C de temperatura de queima;

**Controle Negativo 2:** aplicação somente de Glaze em uma das superfícies da amostra, submetida à 820°C de temperatura de queima;

**Teste 1:** aplicação da pigmentação extrínseca em uma das superfícies da amostra, submetida à 710°C de temperatura de queima, seguido da aplicação do Glaze submetido a mesma temperatura de queima, ambos procedimentos de acordo com a recomendação do fabricante (temperatura de secagem 403 °C, fechamento em 6 minutos, aplicação de vácuo, seguido de aquecimento a 45 °C/minuto até 710 °C, mantido por 1 minuto e resfriamento lento até a abertura do forno);

**Teste 2:** aplicação da pigmentação extrínseca em uma das superfícies da amostra, submetida à 770°C de temperatura de queima, seguido da aplicação do Glaze submetido a mesma temperatura de queima;

**Teste 3:** aplicação da pigmentação extrínseca em uma das superfícies da amostra, submetida à 820°C de temperatura de queima, seguido da aplicação do Glaze submetido a mesma temperatura de queima.

### **2.3 Pigmentação extrínseca das amostras**

Uma das superfícies das amostras foi pigmentada extrinsecamente por um único operador treinado (JVQM) de acordo com as recomendações do fabricante. Para isso, a superfície das amostras foi levemente umedecida com um líquido (IPS Ivocolor Mixing Liquid longlife; Ivoclar AG) e, uma mistura do líquido e da pasta de pigmento A2 (IPS Ivocolor Shade Dentin; Ivoclar AG) foi aplicada usando um pincel para formar uma camada fina por meio de movimentos paralelos até cobrir completamente a superfície. Posteriormente, a superfície da amostra foi tratada termicamente em forno (Programat P310 G2 - Ivoclar) de acordo com as instruções de cada grupo proposto acima. Após o resfriamento natural, as amostras foram submetidas à banho ultrassônico com álcool isopropílico por 5 min.

As amostras cerâmicas com ou sem pigmento extrínseco foram glazeadas (Glaze IVOCLAR). A queima do glaze foi realizada em diferentes temperaturas, como proposto anteriormente.

### **2.4 Ensaios Ópticos**

Com o objetivo de evitar viés de aferição todos os ensaios ópticos e superficiais foram realizados por um único operador treinado. Os ensaios ópticos foram realizados em dois momentos diferentes: após a cristalização e após o glazeamento com ou sem pigmentação extrínseca.

### **2.5 Alteração de cor ( $\Delta E_{00}$ )**

As propriedades ópticas das amostras foram avaliadas usando um espectrofotômetro de reflexão de ultravioleta visível (UV-2450; Shimadzu, Kyoto, Japão). As medições foram realizadas utilizando a escala de cor CIE L\*a\*b\* (21), usando um iluminante D65 em um ângulo de 2° de observação com uma faixa de comprimento de onda de 380 a 780 nm e uma abertura de 10 mm de diâmetro. A diferença cromática foi calculada por meio o sistema CIEDE 2000 ( $\Delta E_{00}$ ). Quanto maior o valor do  $\Delta E_{00}$ , maior a alteração de cor do material. Uma diferença de cor

perceptível foi definida como  $\Delta E_{00} = 0,81$  (limiar de perceptibilidade) e uma diferença de cor aceitável de  $\Delta E_{00} = 1,77$  (limiar de aceitabilidade) (13).

## **2.6 Translucidez (TP) e Grau de Contraste (CR)**

Os valores das coordenadas CIELab das amostras posicionadas em fundos preto e branco foram utilizados para calcular o parâmetro de translucidez (TP) e a taxa de contraste (CR). Um valor elevado de TP indica maior translucidez. Os limiares de  $\Delta TP_{00}$  são 0,62 para perceptibilidade e 2,62 para aceitabilidade. Além disso, um valor elevado de CR indica uma maior intensidade da cor, maior opacidade.

## **2.7 Análise Estatística**

A análise estatística foi realizada com o software JAMOV (The Jamovi Project. JAMOV. (Version 2.3) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>). Inicialmente, foram realizados os testes de Shapiro-Wilk e Levene para verificar a normalidade das distribuições e a homocedasticidade das variâncias. Comprovada a normalidade dos dados e a homocedasticidade das variâncias, foi aplicado o teste ANOVA (one ou two-way), seguido pelo teste de Tukey, considerando um nível de significância de  $\alpha = 0,05$ .

### 3 RESULTADOS

Para os valores de alteração de cor ( $\Delta E_{00}$ ) o one-way-ANOVA indicou diferença estatística significativa no tratamento térmico das amostras glazeadas, tanto sem pigmento extrínseco ( $p=0,001$ ) quanto com pigmento extrínseco ( $p=0,005$ ), sendo as amostras cristalizadas à temperatura de 770 °C as que apresentaram menores valores de alteração de cor (tabela 1).

**Tabela 1.** Valores médios e  $\pm$ desvio padrão de alteração de cor das amostras em diferentes temperaturas de cristalização.

| TRATAMENTOS      | $\Delta E$ / TEMPERATURA |                   |                    |
|------------------|--------------------------|-------------------|--------------------|
|                  | 710 °C                   | 770 °C            | 820 °C             |
| GLAZE            | 1.06 $\pm$ 0.45 a        | 0.59 $\pm$ 0.26 b | 0.95 $\pm$ 0.92 ab |
| GLAZE / PIGMENTO | 4.33 $\pm$ 0.83 ab       | 3.95 $\pm$ 0.58 b | 4.69 $\pm$ 0.72 a  |

Para os valores de translucidez (TP) o two-way-ANOVA indicou diferença estatística significativa na interação dos fatores tratamento térmico e tempo para as amostras glazeadas sem ( $p=0,026$ ) e com pigmento extrínseco ( $p=0,011$ ), sendo as amostras tratadas termicamente à temperatura de 820 °C as que apresentaram maiores valores de translucidez, após o processo de cristalização (tabela 2).

**Tabela 2.** Valores médios e  $\pm$ desvio padrão de translucidez das amostras antes e após as diferentes temperaturas de cristalização.

| TEMPO | TP / TEMPERATURA   |                    |                    |                     |                    |                     |
|-------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
|       | 710 °C             |                    | 770 °C             |                     | 820 °C             |                     |
|       | Glaze              | Glaze/<br>Pigmento | Glaze              | Glaze /<br>Pigmento | Glaze              | Glaze /<br>Pigmento |
| ANTES | 17.9 $\pm$ 1.42 Aa | 17.1 $\pm$ 1.40 Aa | 16.6 $\pm$ 3.75 Aa | 17.5 $\pm$ 1.38 Aa  | 17.0 $\pm$ 0.85 Aa | 17.2 $\pm$ 1.05 Aa  |
| APÓS  | 15.9 $\pm$ 1.33 Ba | 14.6 $\pm$ 1.39 Ba | 16.0 $\pm$ 1.14 Aa | 15.6 $\pm$ 1.14 Bb  | 16.9 $\pm$ 0.90 Ab | 15.8 $\pm$ 1.34 Ba  |

Letras maiúsculas indicam diferença estatisticamente significativa em coluna e letras minúsculas em linha, (azul com azul; cinza com cinza, Tukey  $p < 0,05$ ).



Para os valores de grau de contraste (CR) o two-way-ANOVA indicou diferença estatística significativa na interação dos fatores tratamento térmico e tempo para as amostras glazeadas sem pigmento ( $p < 0,001$ ); e diferença estatística significativa no fator tempo para as amostras glazeadas com pigmento ( $p < 0,001$ ). Com exceção das amostras tratadas termicamente à temperatura de 820 °C, todas as demais amostras apresentaram diferença estatística significativa nos valores de grau de contraste antes e após o processo de cristalização (tabela 3).

**Tabela 3.** Valores médios e  $\pm$ desvio padrão do grau de contraste (CR) das amostras antes e após as diferentes temperaturas de cristalização.

| TEMPO | CR / TEMPERATURA   |                    |                    |                    |                    |                    |
|-------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|       | 710 °C             |                    | 770 °C             |                    | 820 °C             |                    |
|       | Glaze              | Glaze / Pigmento   | Glaze              | Glaze / Pigmento   | Glaze              | Glaze / Pigmento   |
| ANTES | 0.60 $\pm$ 0.03 Aa | 0.62 $\pm$ 0.03 Aa | 0.61 $\pm$ 0.03 Aa | 0.61 $\pm$ 0.03 Aa | 0.61 $\pm$ 0.02 Aa | 0.62 $\pm$ 0.02 Aa |
| APÓS  | 0.65 $\pm$ 0.03 Ba | 0.68 $\pm$ 0.04 Ba | 0.65 $\pm$ 0.03 Ba | 0.66 $\pm$ 0.03 Ba | 0.62 $\pm$ 0.02 Aa | 0.67 $\pm$ 0.13 Ba |

Letras maiúsculas indicam diferença estatisticamente significativa em coluna e letras minúsculas em linha, (azul com azul; cinza com cinza, Tukey  $p < 0,05$ ).

## 4 DISCUSSÃO

Os resultados da presente pesquisa indicaram que as diferentes temperaturas testadas influenciam nas propriedades ópticas da superfície das cerâmicas de dissilicato de lítio glazeadas, pigmentadas extrinsecamente ou não.

Embora vários estudos tenham usado o  $\Delta E$  como parâmetro para estabelecer limites aceitáveis para alterações de cor em cerâmicas, não há consenso na literatura sobre a variação mínima aceitável de  $\Delta E$  percebida pelo olho humano, que poderia ser considerada clinicamente relevante.<sup>3</sup> As variações de cor ( $\Delta E$ ) foram classificadas como visualmente perceptíveis quando  $\Delta E < 1,0$  [Samra AP, Pereira SK, Delgado LC, Borges CP. Color stability evaluation of aesthetic restorative materials. Braz Oral Res. 2008 Jul-Sep;22(3):205-10.]; visualmente perceptíveis, mas ainda clinicamente aceitáveis, quando  $\Delta E > 1,0$  [Ristic I, Stankovic S, Paravina RD. Influence of Color Education and Training on Shade Matching Skills. J Esthet Restor Dent. 2016 Sep;28(5):287-294.]; e clinicamente inaceitáveis quando  $\Delta E > 3,5$  [Nicolaisen MH, Bahrami G, Schropp L, Isidor F. Functional and Esthetic Comparison of Metal-Ceramic and All-Ceramic Posterior Three-Unit Fixed Dental Prostheses. Int J Prosthodont. 2016 Sep-Oct;29(5):473-81]. Outros autores consideram a variação de cor de uma restauração anterior como satisfatória e clinicamente imperceptível quando a cor ( $\Delta E$ ) varia menos de 2.62 [Turgut S, Bağış B, Korkmaz FM, Tamam E. Do surface treatments affect the optical properties of ceramic veneers? J Prosthet Dent. 2014 Sep;112(3):618-24].

Diante desse fato podemos observar que todas as amostras glazeadas sem pigmento extrínseco estão dentro dos limites aceitáveis clinicamente, sendo as amostras glazeadas à temperatura de 770°C foram as que sofreram menor alteração de cor. Estudos mostraram que cerâmicas com glaze apresentaram menor alteração de cor ao longo do tempo [Maciel LC, Silva CFB, de Jesus RH, Concílio LRDS, Kano SC, Xible AA. Influence of polishing systems on roughness and color change of two dental ceramics. J Adv Prosthodont. 2019 Aug;11(4):215-222]. No entanto, o que ainda não foi discutido na literatura o porque uma temperatura maior que a proposta pelo fabricante para o processo de queima da camada de pigmento, especificamente 770°C, não altera a cor do mesmo modo que as demais temperaturas propostas.

Em relação as amostras pigmentadas extrinsecamente e depois glazeadas pode-se observar alteração de cor visível até mesmo por conta da camada de pigmento que foi acrescentada. Reproduzir a aparência dos dentes naturais tem sido um dos maiores desafios na confecção de restaurações monolíticas, pois muitas são formadas por uma única tonalidade. Portanto, para melhorar a aparência estética, o técnico de laboratório aplicada sobre a superfície cerâmica pigmentos coloridos na forma de óxido, como Fe, Co, Mn e até óxidos opacos, como Sn, Zn, Al, Zr e Ti.[ Milleding P, Karlsson S, Nyborg L. On the surface elemental composition of non- corroded and corroded dental ceramic materials in vitro. *J Mater Sci Mater Med*. 2003; **14**: 557-566.]. Esses pigmentos inorgânicos corantes devem ser incorporados à composição sem comprometer o alto coeficiente de refração e, ao mesmo tempo, serem insolúveis em água e solventes orgânicos para manter as características e propriedades de cor estáveis necessárias. [Habib AW, Aboushelib MN, Habib NA. Effect of chemical aging on color stability and surface properties of stained all-ceramic restorations. *J Esthet Restor Dent*. 2021 Jun;33(4):636-647.] Crispin et al. [Crispin B, Hewlett E, Seghi R. Relative color stability temperatures of ceramic stains subjected to glazing. *J Prosth Dent*. 1991; **66**(1): 20-23.] afirmaram que pigmentos marrons da maioria das marcas não são estáveis em relação à cor quando queimadas na temperatura do vidro. O interessante foi observar no nosso estudo que para as amostras pigmentadas e glazeadas na temperatura de 770°C essa alteração de cor foi menor comparadas as duas outras temperaturas testadas.

Além da alteração de cor, as diferentes temperaturas testadas diminuiram a translucidez das amostras, sendo esse resultado estatisticamente significativo para as amostras glazeadas sem pigmento cristalizadas à temperatura de 710°C e, para todas as amostras glazeadas com pigmento nas três diferentes temperaturas. Por definição, translucidez é a mudança entre os resultados de cor obtidos a partir da refletância de luz diferente de um material com espessura padrão quando colocado em dois fundos diferentes, preto e branco.[ Nogueira AD, Della Bona A. The effect of a coupling medium on color and translucency of CAD-CAM ceramics. *J Dent*. 2013; **41**: 18-23.] Como resultado, à medida que o valor de translucidez aumenta, mais translúcidas as amostras aparecerão.[ Dos Santos DM, da Silva EVF, Watanabe D, Bitencourt SB, Guiotti AM, Goiato MC. Effect of different acidic solutions on the optical behavior of lithium disilicate ceramics. *J Prosthet Dent*. 2017

Sep;118(3):430-436.] Com esses resultados, podemos inferir que a fase vítrea do material varia conforme a temperatura de cristalização, afetando a translucidez da cerâmica, mesmo quando ela estiver pigmentada.

## **5 CONCLUSÃO**

As diferentes temperaturas propostas alteraram as propriedades ópticas das amostras glazeadas com e sem pigmento.

## REFERÊNCIAS

1. Grivas E, Roudsari R, Satterthwaite J. Composite inlays: a systemic review. *Eur J Prosthodont Rest Dent*. 2014;22:1-8.
2. Habib AW, Aboushelib MN, Habib NA. Effect of chemical aging on color stability and surface properties of stained all-ceramic restorations. *J Esthet Restor Dent*. 2021 Jun;33(4):636-647.
3. Dal Piva AMO, Tribst JPM, Werner A, Anami LC, Bottino MA, Kleverlaan CJ. Three-body wear effect on different CAD/CAM ceramics staining durability. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2020 Mar;103:103579
4. Miranda JS, Barcellos ASP, MartinelliLobo CM, Caneppele TMF, Amaral M, Kimpara ET. Effect of staining and repeated firing on the surface and optical properties of lithium disilicate. *J Esthet Restor Dent*. 2020 Jan;32(1):113-118.
5. Souza LFB, Soares PM, Chiapinotto GF, Ribeiro VF, Daudt NF, Valandro LF, Pereira GKR. Effect of pigmentation techniques on the fatigue mechanical behavior of a translucent zirconia for monolithic restorations. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2022 Oct;134:105362.
6. Pozzobon, J.L., Pereira, G.K.R., Wandscher, V.F., Dorneles, L.S., Valandro, L.F., 2017. Mechanical behavior of yttria-stabilized tetragonal zirconia polycrystalline ceramic after different zirconia surface treatments. *Mater. Sci. Eng. C* 77, 828–835.
7. Kumchai, H., Juntavee, P., Sun, A.F., Nathanson, D., 2018. Effect of glazing on flexural strength of full-contour zirconia. *Int. J. Dent*. <https://doi.org/10.1155/2018/8793481>, 2018.

8. Koksai T, Dikbas I. Color stability of different denture teeth materials against various staining agents. *Dent Mater J*. 2008;27:139–144. 21.
9. Souza LFB, Soares PM, Ribeiro VF, Scotti N, Kleverlaan CJ, Bacchi A, Pereira GKR. Influence of coloring techniques on the surface characteristics and color stability of a monolithic zirconia ceramic. *J Prosthet Dent*. 2023 Sep;130(3):392.e1-392.e9.
10. Palla ES, Kontonasaki E, Kantiranis N, et al. Color stability of lithium disilicate ceramics after aging and immersion in common beverages. *J Prosthet Dent*. 2018;119:632–642. 22.
11. Kanat-Ertürk B. Color stability of CAD/CAM ceramics prepared with different surface finishing procedures. *J Prosthodont*. 2020;29:166–172.
12. Yuan JC-C, Ricardo VA, Wee AG, Alfaro MF, Afshari FS, Sukotjo C (2018) Effect of brushing and thermocycling on the shade and surface roughness of CAD-CAM ceramic restorations. *J Prosthet Dent* 119:1000–1006
13. Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Bona AD, Igiel C, Linninger M, Sakai M, Takahashi H, Tashkandi E, Mar Perez Md (2015) Color difference thresholds in dentistry. *J Esthet Restor Dent* 27:S1–S9
14. International Organization for Standardization – ISO. ISO/TC 213–4287 dimensional and geometrical product specifications and verification. Geometrical product specifications (GPS) — surface texture: profile method — terms, definitions and surface texture parameters. Technical Specification. 1997; 1st ed. Geneva: ISO.
15. Eldwakhly E, Ahmed DRM, Soliman M, Abbas MM, Badrawy W. Color and translucency stability of novel restorative CAD/CAM materials. *Dent Med Probl*. 2019 Oct-Dec;56(4):349-356.

16. Ertuş E, Güler AU, Yücel AÇ, Köprülü H, Güler E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dent Mater J.* 2006;25:371–376.
34. Sarikaya I, Güler AU. Effects of different surface treatments on the color stability of various dental porcelains. *J Dent Sci.* 2011;6:65–71. 35.
17. Zajkani E, Tabrizi MA, Ghasemi A, Torabzade H, Kharazifard MJ. Effect of staining solutions and repolishing on composite resin color change. *J Iran Dent Assoc.* 2013;25:139–146. 36.
18. Silva VA, Silva SA, Pecho OE, Bacchi A. Influence of composite type and light irradiance on color stability after immersion in different beverages. *J Esthet Restor Dent.* 2018;30:390–396.
19. Darabi F, Seyed-Monir A, Mihandoust S, Maleki D. The effect of preheating of composite resin on its color stability after immersion in tea and coffee solutions: An in-vitro study. *J Clin Exp Dent.* 2019;11:1151–1156.
20. Zucuni CP, Pereira GKR, Valandro LF. Grinding, polishing and glazing of the occlusal surface do not affect the load-bearing capacity under fatigue and survival rates of bonded monolithic fully-stabilized zirconia simplified restorations. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2020;103:103528.
21. Commission Internationale de l'Eclairage) (Commission International de l'Eclairage. Technical report: colorimetry: CIE publication no. 153. Vienna: CIE Central Bureau; 2004.
22. Salas M, Lucena C, Herrera LJ, Yebra A, Della Bona A, Pérez MM. Translucency thresholds for dental materials. *Dent Mater.* 2018;34:1168–1174.
23. Pérez MDM, Ghinea R, Rivas MJ, Yebra A, Ionescu AM, Paravina RD. Development of a customized whiteness index for dentistry based on CIELAB color space. *Dent Mater.* 2016;32:461–467. /. Nogueira AD, Della, Bona A. The



effect of a coupling medium on color and translucency of CAD-CAM ceramics. J Dent. 2013;41:18–23.