

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
ODONTOLÓGICAS**

Rafaelo Fagundes Dalforno

**ESTABILIDADE DE COR E TRANSLUCIDEZ DE MATERIAIS  
ESTÉTICOS PARA CAD-CAM**

Santa Maria, RS  
2019

**Rafaelo Fagundes Dalforno**

**ESTABILIDADE DE COR E TRANSLUCIDEZ DE MATERIAIS ESTÉTICOS  
PARA CAD-CAM**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, Área de Concentração em Odontologia, ênfase em Prótese Dentária, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Ciências Odontológicas**.

Orientadora: Prof. Dra. Liliana Gressler May

Santa Maria, RS  
2019

**Rafaelo Fagundes Dalforno**

**ESTABILIDADE DE COR E TRANSLUCIDEZ DE MATERIAIS ESTÉTICOS  
PARA CAD-CAM**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, Área de Concentração em Odontologia, ênfase em Prótese Dentária, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Ciências Odontológicas**.

**Aprovado em 05 de agosto de 2019:**

---

**Liliana Gressler May, Dr<sup>a</sup> (UFSM-RS)**  
(Presidente/Orientador)

---

**Vinícius Wandsher, Dr. (UFN-RS)**

---

**Oswaldo Kaizer, Dr. (UFSM-RS)**

Santa Maria, RS  
**2019**

## RESUMO

### ESTABILIDADE DE COR E TRANSLUCIDEZ DE MATERIAIS ESTÉTICOS PARA CAD-CAM

AUTOR: Rafaelo Fagundes Dalforno  
ORIENTADORA: Liliana Gressler May

Cerâmica feldspática e resina composta estão entre os materiais restauradores estéticos mais utilizados na odontologia. Há poucos anos, foi lançada no mercado a chamada cerâmica híbrida ou PICN (Polymer Infiltrated Ceramic Network) que segundo seu fabricante, apresenta componentes cerâmicos e poliméricos. O objetivo desse estudo é investigar comparativamente o efeito da imersão em corante na alteração de cor e translucidez de três materiais restauradores estéticos: PICN, cerâmica feldpática (CF) e resina composta (RC). Foram produzidos 12 discos de cada material com 1,2 mm de espessura e 10 mm de diâmetro. Os espécimes foram imersos em vinho tinto duas vezes ao dia por 30 minutos em cada imersão. Foram mensuradas as coordenadas de cor  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  antes da imersão e após 15 e 30 dias, para calcular a alteração de cor ( $\Delta E_{00}$ , segundo a fórmula CIEDE 2000) e translucidez (através da razão de contraste) durante o período de imersão. Os dados de alteração de cor e translucidez apresentaram distribuição normal sendo realizada análise de variância One Way ANOVA e post-hoc de Tukey. Todos os testes foram realizados ao nível de significância de 5%. Após 15 dias de imersão a alteração de cor da RC foi significativamente maior que a do grupo CF e a PICN apresentou valor intermediário, estatisticamente semelhante aos dois. Após 30 dias a alteração de cor dos três materiais foi estatisticamente semelhante. Todas as alterações de cor foram perceptíveis e inaceitáveis clinicamente. Não foram observadas alterações significativas da razão de contraste dos três materiais nas medições de 15 e 30 dias. Os achados desse estudo indicam que restaurações de PICN apresentam níveis de alteração de cor e translucidez semelhantes aos encontrados em restaurações de cerâmica feldspática e de resina composta.

Palavras-chave: Alteração de cor, Razão de constraste, Propriedades ópticas, Cerâmica híbrida, Cerâmica feldspática, Resina composta.

**ABSTRACT****COLOR STABILITY AND TRANSLUCENCY OF AESTHETIC MATERIALS FOR CAD-CAM**

AUTHOR: Rafaelo Fagundes Dalforno

ADVISOR: Liliana Gressler May

Feldspathic ceramics and composite resin are among the most used aesthetic restorative materials in dentistry. A few years ago, the so-called Polymer Infiltrated Ceramic Network (PICN) was released on the dental market. According to its manufacturer, PICN featured ceramic and polymeric components. The objective of this study was to investigate the effect of dye immersion on color change and translucency of these three aesthetic restorative materials: PICN, feldspathic ceramic (CF) and resin composite (RC). Twelve 1.2 mm-thick 10 mm-diameter disks of each material were produced, finished and immersed in red wine twice a day for 30 minutes each immersion. Color coordinates, L\*, a\* and b\*, were measured before, 15 and 30 days after immersion, for calculation of color change ( $\Delta E_{00}$ , according to CIEDE 2000 formula) and translucency (contrast ratio), during the immersion time. Color change and translucency data presented a normal distribution and were submitted to one-way ANOVA and Tukey's test. All tests were performed at a significance level of 5%. After 15 days of immersion, color change of RC was significantly greater than that of CF. PICN presented intermediate value, statistically similar to the other materials. After 30 days, color changes of the three materials were statistically similar. All color changes were perceptible and clinically unacceptable. None significant variation was observed in the contrast ratio of the three materials at 15 and 30 days. Findings indicate that PICN restorations would have levels of color change and translucency similar to those found in restorations of feldspathic ceramics and composite resin.

Keywords: Color change, contrast ratio, optical properties, hybrid ceramics, feldspathic ceramics, composite resin.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que sempre me acompanhou em todos os momentos fazendo com que meu caminho fosse sempre repleto de coisas boas.

Aos meus pais, Clênio e Lucilamar, e a minha irmã, Laura, que são a base de tudo, meu porto seguro e a fonte de amor e apoio incondicional, por sempre me apoiarem e acreditarem em mim e nos meus sonhos.

A todos os meus familiares, avós, tios e primos que também formam minha base e sempre tiveram influência positiva na minha formação, em especial as orações da Vó Elsa e da Dada.

À minha orientadora, Prof. Dr<sup>a</sup> Liliana Gressler May, por ter me orientado na execução desse trabalho e principalmente por ter aceitado esse desafio e ter confiado em mim nessa jornada.

Às minhas colegas de Laboratório, Maria Luiza Auzini e Camila Zucuni, por terem me ajudado constantemente na execução desse trabalho, sem vocês não teria sido possível.

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, por todo o suporte e conhecimentos adquiridos ao longo do curso.

A cada amigo que esteve comigo durante a minha vida, desde a minha infância em Dona Francisca e também aos que fizeram parte da formação acadêmica em Santa Maria, meu muito obrigado. Todos vocês contribuíram pra minha formação pessoal e profissional, tendo influência direta nesse trabalho.

**SUMÁRIO**

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2. ARTIGO.....</b>	<b>12</b>
<b>3. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>29</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>30</b>
<b>ANEXO A.....</b>	<b>33</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Cerâmicas feldspáticas e resinas compostas estão entre os materiais restauradores estéticos mais utilizados na Odontologia, e vem sendo disponibilizados para confecção de restaurações indiretas através do processo CAD/CAM. Em 2012, foi lançada no mercado a chamada cerâmica híbrida ou PICN (do inglês, *polymer infiltrated ceramic network*) - VITA ENAMIC® - um material estético também para CAD/CAM, o qual segundo seu fabricante (VITAZHANFABRIK, 2016), apresenta componentes cerâmicos e poliméricos. Como trata-se de um material que reuniria características das cerâmicas e dos compósitos, vários estudos têm sido realizados para avaliar comparativamente as propriedades mecânicas e ópticas dos mesmos.

As cerâmicas feldspáticas (CF) são cerâmicas predominantemente vítreas, compostas por aluminossilicatos, em redes atômicas tridimensionais amorfas (sem padrões regulares de distâncias e ângulos entre si) (GRACIS et al., 2016). São biocompatíveis, possuem excelentes propriedades estéticas, com altos índices de translucidez (GRACIS et al., 2016), e potencial para mimetizar a estrutura dental (KELLY, 2011). Porém, suas propriedades mecânicas, como baixa tenacidade à fratura (QUINN et al., 2003) e baixa resistência flexural (KELLY, 2016; SONMEZ et al., 2018), limitam suas indicações para restaurações que recebem menores tensões, como coroas anteriores, inlays, onlays, laminados e recobrimento de infra-estruturas metálicas ou cerâmicas (KELLY, 2004; ISO 6872:2008; AMOROSO et al., 2013; VITA ZAHNFABRIK, 2016).

As resinas compostas (RC) são basicamente constituídas por uma matriz orgânica reforçada com partículas de cargas inorgânicas (FERRACANE, 1995; RODRIGUES et al., 2009). As mesmas têm boas propriedades estéticas, adesividade, capacidade de resiliência, facilidade de manuseio e custo acessível. Porém, comparadas com cerâmicas vítreas, sofrem maior manchamento (ACAR et al., 2016) e apresentam menor resistência ao desgaste (ZHI, 2016). Resinas disponíveis em blocos para confecção de restaurações com a técnica CAD/CAM apresentam indicações para *inlays*, *onlays*, facetas e coroas unitárias. Segundo Teshigawara et al. (2019) e Trindade et al. (2016), resinas compostas apresentam menor módulo de elasticidade (16,6 GPa) do que cerâmicas feldspáticas (70,6 GPa). Tendo em vista que quanto mais baixo for o valor de deformação para uma determinada tensão, maior



é o valor do módulo de elasticidade (Sabbagh, 2002), resinas compostas se deformam mais, absorvendo melhor as tensões do que as cerâmicas.

Na tentativa de reunir as propriedades elásticas da resina composta, cujo módulo elástico é similar ao da dentina (18,6 GPa) (TESHIGAWARA et al., 2019), com a estabilidade óptica das cerâmicas (FACENDA et al., 2018), foi lançada no mercado, em 2012 (SWAIN et al., 2016), a cerâmica “híbrida” Vita Enamic®. Microestruturalmente, este material é formado por uma rede cerâmica de estrutura fina dominante (86% em peso), reforçada por uma rede de polímero acrilato (14% em peso), sendo que ambas as redes se cruzam totalmente. Daí o material ser definido como uma PICN – “Polymer Infiltrated Ceramic Network” (VITA ZAHNFABRIK, 2016).

Segundo Awada et al. (2015), a PICN tem vantagens sobre as cerâmicas feldspáticas usináveis, tais como maior resistência à fratura, maior tolerância aos danos da usinagem, possibilidade de ser facilmente ajustada e polida no consultório odontológico e melhor absorção das forças da mastigação. Swain et al. (2016) observaram que os valores de módulo de elasticidade dos materiais híbridos (Vita Enamic: 31.7 GPa) são consideravelmente mais baixos que a maioria dos materiais cerâmicos típicos - cerâmica feldspática (Vitablocks Mark II®: 57,2GPa), dissilicato de lítio (IPS Emax CAD®: 79.7GPa), zircônia parcialmente estabilizada por ítria (YTZP: 184,2 GPa).

Outras propriedades físicas e mecânicas foram avaliadas comparativamente nos materiais PICN, CF e RC. Quanto à dureza superficial, Albero et al. (2015) encontraram resultados maiores para a cerâmica feldspática (3,46 GPa) em relação a PICN (1,70 GPa) e a resina nanocerâmica (1,15 GPa). Stawarczyk et al. (2016) quantificaram em 480,8 µm o desgaste da resina nanocerâmica (Lava Ultimate®) e em 29,6 µm o da PICN (Vita Enamic®), após simulação de 1.200.000 ciclos de mastigação, com dentes humanos como antagonistas. Estudo recente reportou maiores valores de resistência flexural para PICN (ALBERO et al., 2015), no entanto outros autores (ARGYROU et al. 2016, AWADA et al. 2015, SEN et al. 2017) observaram que a resina composta nanocerâmica foi a que apresentou maior resistência. Parece ser consenso (ALBERO et al., 2015, ARGYROU et al., 2016, AWADA et al., 2015, SEN et al., 2017), que a CF apresenta a menor resistência flexural entre os três materiais.

Estudos das propriedades ópticas de materiais odontológicos, entre elas, cor e translucidez, tem utilizado o sistema CIELab, definido pela Comissão Internacional de

Iluminação (Comissão Internationale de L'Eclairage – CIE) onde são utilizadas as coordenadas  $L^*$ , que representa a escala do preto ao branco, também interpretada como escala de luminosidade, a coordenada  $a^*$ , que representa a escala entre o verde (negativo) e o vermelho (positivo) e a coordenada  $b^*$  que representa a escala entre o azul (negativo) e o amarelo (positivo). As coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  são aferidas e utilizadas em cálculo de alteração de cor ( $\Delta E_{00}$ ), cuja fórmula atualmente recomendada pela CIE é denominada CIEDE 2000 (SHARMA et al., 2005).

Paravina, et al. (2015) desenvolveram parâmetros de aceitabilidade e perceptibilidade de alteração de cor ( $\Delta E_{00}$ ) para materiais restauradores odontológicos, quando usada a fórmula CIEDE2000. Segundo esse estudo,  $\Delta E_{00}$  maior que 0,81 define o limite a partir do qual a mudança de cor é perceptível ao olho humano e  $\Delta E_{00}$  maior que 1,77 indica que a alteração é inaceitável clinicamente.

Alharbi et al. (2016) avaliaram a alteração de cor ( $\Delta E^*$ ) de vários materiais pela fórmula CIELab, anterior à CIEDE2000. Dentre os materiais testados, cerâmica feldspática, PICN e resina composta foram colocados sob regime de imersão em vinho tinto em uma estufa por 120 dias a 37° C. Os resultados apontam que a cerâmica feldspática apresentou maior alteração de cor (Vita Mark II,  $\Delta E^*=23,35$ ) que a PICN (Vita Enamic -  $\Delta E^*=14,27$ ) e que as resinas compostas (Paradigm MZ100-  $\Delta E^*=18,56$  e Lava Ultimate -  $\Delta E^*=15,26$ ).

Stawarczyk et al. (2016) colocaram espécimes de materiais restauradores em imersão no vinho tinto por 14 dias. A alteração de cor foi similar na resina composta nanocerâmica Lava Ultimate® ( $\Delta E^*=15,1$ ) e na PICN Vita Enamic® ( $\Delta E^*=13,6$ ).

No estudo de Acar et al. (2016), diferentes materiais sofreram imersão e ciclagem térmica em café (500 ciclos entre 5°C e 55°C; 30 segundos por banho e 10 segundos de transferência entre cada banho). A alteração de cor foi calculada através da fórmula CIEDE 2000 e relacionada à espessura do espécime (0,5 mm a 1,2 mm). Para a PICN Vita Enamic®, os valores de  $\Delta E_{00}$  nas diferentes espessuras foram maiores que 1,28 (perceptíveis), mas menores que 2,24 (aceitáveis). Já os valores de  $\Delta E_{00}$  das duas resinas compostas (Lava Ultimate® e Filtek Supreme Plus®) foram todos maiores que 2,24, sendo considerados clinicamente inaceitáveis. Os limiares de aceitabilidade e perceptibilidade utilizados nesse estudo foram estabelecidos por Ghinea et al. (2010).

Lawson e Burgess (2015) colocaram materiais restauradores CAD/CAM sob imersão em uma solução de suco de Cranberry, chá preto e café (a 37°C, por 12 dias).

Relataram que a alteração de cor (fórmula CIEDE 2000) de espécimes polidos, é maior na resina composta nanocerâmica Lava Ultimate® ( $\Delta E_{00}=1,51$ ) que na resina composta Paradigm MZ100 ( $\Delta E_{00}=1,34$ ) e que na PICN Vita Enamic® ( $\Delta E_{00}=0,83$ ).

Em estudo para verificar o efeito do envelhecimento artificial acelerado sobre a estabilidade de cor de materiais CAD/CAM, Karaokutan et al. (2015) observaram que a resina composta nanocerâmica Lava Ultimate® apresentou maior alteração de cor ( $\Delta E^*=9,29$ ) que a cerâmica feldspática CerecBlocs® ( $\Delta E^*=2,1$ ). Nesse estudo foi utilizada a fórmula CIELab e alterações de cor menores que 2,6 foram consideradas imperceptíveis e maiores que 5,5 foram consideradas inaceitáveis.

Além do tipo, da composição e da espessura, o método de acabamento e polimento (rugosidade) dos materiais influencia na alteração de cor do material quando exposto a agentes pigmentantes (EGILMEZ et al., 2013). Algumas resinas compostas CAD-CAM foram estudadas por Flury et al. (2016) e apresentaram uma lisura superficial superior às cerâmicas feldspáticas e às PICNs.

Além da estabilidade de cor, a constância de translucidez dos materiais também é bastante importante para o sucesso clínico das restaurações estéticas. Liu et al., (2010) estabeleceram limiares de perceptibilidade para as diferenças na razão de contraste (medida de translucidez). Variações maiores que 0,06 entre restaurações cerâmicas ou de outros materiais e dentes naturais podem ser percebidas por 50% da população.

Sen e Us (2017) analisaram o parâmetro de translucidez de cerâmica feldspática, PICN e resina composta nanocerâmica, com valores médios maiores para resina composta Lava Ultimate® (30,0) e cerâmica feldspática Vita Mark II® (29,0), do que para a PICN Vita Enamic® (16,0).

Awad et al. (2015) verificaram a translucidez absoluta (medida da transmissão total de luz) de espécimes polidos de 2 mm de espessura em cerâmica feldspática e em duas resinas compostas. A resina composta nanocerâmica Lava Ultimate® (28%) e a cerâmica feldspática Vita Mark II® (27,5%) apresentaram maior translucidez que a PICN Vita Enamic® (14%) e que a resina composta Filtek Supreme XTE (12%).

Em estudo no qual a translucidez foi calculada através do coeficiente de transmissão de luz, Stawarczyk et al. (2016) relataram que a PICN Vita Enamic® apresenta menor translucidez (cerca de 44%) que a resina composta Lava Ultimate® (aproximadamente 58%).

Algumas cerâmicas de conteúdo vítreo, resinas compostas indiretas e a PICN estão disponíveis em blocos para CAD/CAM. Segundo a literatura (MARTINEZ et al., 2007), a técnica de usinagem de restaurações a partir de blocos, tem como vantagem o controle na produção e a diminuição de falhas intrínsecas no material. Esses três materiais têm em comum a indicação de seus respectivos fabricantes para reestabelecer estética e função em dentes anteriores e posteriores através de restaurações do tipo *inlays*, *onlays*, facetas e coroas unitárias. Os fabricantes afirmam que a PICN tem características dos dois materiais, porém há informações controversas e insuficientes sobre a estabilidade das propriedades ópticas do material híbrido, em comparação às resinas compostas e cerâmicas feldspáticas, quando submetido a condições que simulem seu uso ao longo do tempo, em contato com alimentos e bebidas com potencial de manchamento (ALHARBI et al., 2016, STAWARCZYK et al., 2016, ACAR et al., 2016, LAWSON E BURGUESS, 2015).

Portanto, o objetivo desse estudo é investigar comparativamente o efeito da imersão em corante na alteração de cor e translucidez da PICN em comparação aos outros dois materiais restauradores estéticos de que é constituída (cerâmica feldspática e resina composta).

## **2. ARTIGO**

Esta dissertação está apresentada em formato de artigo científico, de acordo com as normas do periódico Brazilian Dental Journal, Qualis CAPES A2. As normas para publicação estão descritas no Anexo A.

## ALTERAÇÃO DE COR E TRANSLUCIDEZ DE MATERIAIS ESTÉTICOS CAD-CAM

### COLOR AND TRANSLUCENCY OF CAD-CAM MATERIALS

Dalforno, Rafaelo Fagundes<sup>a</sup>; Auzani, Maria Luíza<sup>b</sup>; Zucuni, Camila Pauleski<sup>c</sup>; May, Liliana Gressler<sup>d</sup>.

- (a) Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, Universidade Federal de Santa Maria
- (b) Graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Maria
- (c) Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, Universidade Federal de Santa Maria
- (d) Departamento de Odontologia Restauradora, Universidade Federal de Santa Maria

**Endereço do autor correspondente:**

*Liliana Gressler May*

Universidade Federal de Santa Maria – Campus Camobi

Curso de Odontologia - Departamento de Odontologia Restauradora

Avenida Roraima, 1000 – Prédio 26 F - Sala 2188

Santa Maria/RS, Brasil – CEP: 97.105-900

Phone: ++(55)3220-9271

E-mail: liligmay@gmail.com

ALTERAÇÃO DE COR E TRANSLUCIDEZ DE MATERIAIS ESTÉTICOS CAD-CAM

COLOR AND TRANSLUCENCY OF CAD-CAM MATERIALS

## RESUMO

O objetivo desse estudo é investigar comparativamente o efeito da imersão em corante na alteração de cor e translucidez de três materiais restauradores estéticos: cerâmica feldspática (CF), resina composta (RC) e rede cerâmica infiltrada por polímero (PICN). Foram produzidos 12 discos de cada material com 1,2 mm de espessura e 10 mm de diâmetro. A avaliação das coordenadas de cor  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  foi realizada antes e após 15 e 30 dias de imersão em vinho tinto (duas vezes ao dia, 30 minutos por imersão). A alteração de cor foi calculada utilizando-se a fórmula CIEDE2000 e a translucidez foi avaliada através da razão de contraste. Os dados de alteração de cor e translucidez apresentaram distribuição normal e foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey, ao nível de significância de 5%. Após 15 dias de imersão, a alteração de cor da RC foi maior que a da CF; a PICN apresentou valor intermediário e semelhante aos dois outros materiais. Após 30 dias, as alterações de cor dos três materiais foram similares, atingindo níveis considerados clinicamente inaceitáveis. Não foram observadas alterações significativas da razão de contraste dos três materiais durante as medições de 15 e 30 dias. Os achados desse estudo indicam que restaurações de PICN apresentam níveis de alteração de cor e translucidez semelhantes aos encontrados em restaurações de cerâmica feldspática e de resina composta.

Palavras-chave: Propriedades ópticas, Alteração de cor, razão de constraste, rugosidade, translucidez, cerâmica híbrida, cerâmica feldspática, resina composta.



## ABSTRACT

Feldspathic ceramics and composite resin are among the most used aesthetic restorative materials in dentistry. A few years ago, the so-called Polymer Infiltrated Ceramic Network (PICN) was released on the dental market. According to its manufacturer, PICN featured ceramic and polymeric components. The objective of this study was to investigate the effect of dye immersion on color change and translucency of these three aesthetic restorative materials: PICN, feldspathic ceramic (CF) and resin composite (RC). Twelve 1.2 mm-thick 10 mm-diameter disks of each material were produced, finished and immersed in red wine twice a day for 30 minutes each immersion. Color coordinates, L\*, a\* and b\*, were measured before, 15 and 30 days after immersion, for calculation of color change ( $\Delta E_{00}$ , according to CIEDE 2000 formula) and translucency (contrast ratio), during the immersion time. Color change and translucency data presented a normal distribution and were submitted to one-way ANOVA and Tukey's test. All tests were performed at a significance level of 5%. After 15 days of immersion, color change of RC was significantly greater than that of CF. PICN presented intermediate value, statistically similar to the other materials. After 30 days, color changes of the three materials were statistically similar. All color changes were perceptible and clinically unacceptable. None significant variation was observed in the contrast ratio of the three materials at 15 and 30 days. Findings indicate that PICN restorations would have levels of color change and translucency similar to those found in restorations of feldspathic ceramics and composite resin.

Keywords: Color change, contrast ratio, optical properties, hybrid ceramics, feldspathic ceramics, composite resin.

## 1. INTRODUCTION

Ceramics and composites are among the most used restorative materials in dentistry. The feldspathic ceramics have great esthetic properties, with high levels of translucency, reproducing the dental structure with naturalness.<sup>1</sup> However, its mechanical properties like low fracture toughness<sup>2</sup> and flexural strength<sup>3</sup> limit its indications to restorations that are subjected to lower loads, like anterior crowns, inlays, onlays, laminate veneers and as a coating ceramic for metallic or ceramic frameworks.<sup>4</sup> On the other hand, composite resins have good esthetic properties, easy handling, affordable cost and are adhesively bonded to the dental structure. Nevertheless, they have lower wear resistance and seem to be more susceptible to staining than the glass-ceramics.<sup>6</sup>

In 2012, a hybrid material was released (VITA Enamic, VITA Zahnfabrik) and classified as a polymer-infiltrated ceramic-network (PICN), aiming to gather the advantages of the elastic behavior of the composite resins (modulus of elasticity similar to dentin) with the esthetic longevity of ceramics.<sup>7</sup> According to the manufacturer, it is the unique hybrid dental ceramic with a dual ceramic-polymer network structure, fully integrated, where the prevailing sintered feldspathic ceramic scaffold (86%) are filled by a polymeric network (14%).<sup>8</sup> Awada *et al.*<sup>9</sup> reported that PICN have advantages over milled sintered feldspathic ceramics, like higher fracture toughness, flexural resistance, flexural modulus and modulus of resilience associated to higher absorption of the masticatory forces and greater plastic deformation before failing. In addition, they better tolerate the milling process damage and are easily adjusted and polished by the practitioner.

In common, the feldspathic ceramics, indirect composite resins and PICN are available in CAD/CAM blocks, which, according to Martinez *et al.*<sup>10</sup> have the advantages of the controlled fabrication process and the reduction of intrinsic defects. These materials, according to the respective manufactures, are suitable for reestablishing esthetics and function in both anterior and posterior teeth through inlays, onlays, veneers and single crowns restorations.

Flury *et al.*<sup>11</sup> found that some CAD/CAM composite resins showed higher superficial smoothness than feldspathic ceramics and PICNs. It is well known that besides the type, the composition and the thickness, the finishing and polishing method (roughness) have a role in the color stability of the materials when exposed to staining agents.<sup>12</sup>

The information in the literature are controversial about the staining and color alterations of these materials when submitted to staining solutions and aging process.

Karaokutan *et al.*<sup>13</sup> calculated the color changes ( $\Delta E_{ab}$ ) with the CIE Lab equation, of 1976, of a CAD/CAM nanoceramic resin (LAVA Ultimate, 3M ESPE) ( $\Delta E_{ab} = 9.29$ ) and observed that it was higher than the one of a CAD/CAM feldspathic ceramic (CEREC Blocs, Dentsply Sirona) ( $\Delta E_{ab} = 2.1$ ). Stawarczyk *et al.*<sup>14</sup> observed similar color changes between the nanoceramic composite (LAVA Ultimate, 3M ESPE) ( $\Delta E_{ab} = 15.1$ ) and PICN (VITA Enamic, VITA Zahnfabrik) ( $\Delta E_{ab} = 13.6$ ). Alharbi *et al.*<sup>15</sup> in their findings, verified that the feldspathic ceramic VITA Mark II (VITA Zahnfabrik) showed higher color changes ( $\Delta E_{ab} = 23.35$ ) than the hybrid ceramic VITA Enamic (VITA Zahnfabrik) ( $\Delta E_{ab} = 14.27$ ) and the composite resins Paradigm MZ100 (3M ESPE) ( $\Delta E_{ab} = 18.56$ ) and LAVA Ultimate (3M ESPE) ( $\Delta E_{ab} = 15.26$ ).

Regarding the translucency, Sen and Us<sup>16</sup> reported that the translucency parameter (TP) of the nanoceramic resin (LAVA Ultimate, 3M ESPE) (TP = 30.0) was similar to the observed in the feldspathic ceramic VITA Mark II (VITA Zahnfabrik) (PT = 29.0), being both of them more translucent than PICN (VITA Enamic, VITA Zahnfabrik) (TP = 16.0). Corroborating these findings, Awada *et al.*<sup>9</sup> observed that the TP of the nanoceramic resin resin (LAVA Ultimate, 3M ESPE) (TP = 28.06) was similar to that observed in the feldspathic ceramic VITA Mark II (VITA Zahnfabrik) (PT = 27.53) and both showed higher TP than PICN (VITA Enamic, VITA Zahnfabrik) (TP = 13.98) and other composite resin (Filtek Supreme XTE, 3M ESPE) (TP = 11.91).

The manufacturer claims that PICN have characteristics of both materials, however, there are scarce and controversial information regarding the stability of the optical properties of this hybrid material, compared to composite resins and feldspathic ceramics, when submitted to conditions that simulate the contact with foods and beverages with staining potential over time.

Facing the lack of consensus in the results reported in the literature, this study was carried out to assess the color stability and translucency of PICN and compare it with a composite resin (CR) and a CAD/CAM feldspathic ceramic (FC) through a staining protocol with red wine. The hypotheses of the study were that in comparison of the two materials of its structure, PICN would show (I) intermediate color changes and (II) intermediate translucency alterations, after 30 days immersed in the staining solution.

## 2. MATERIALS AND METHODS

## 2.1. Evaluated Materials

The abbreviations adopted for the different materials and their characteristics, manufacturers, composition and clinical indications are described in Table 1.

## 2.2 Preparation of specimens

CAD/CAM blocks with initial dimensions of 12 mm x 14 mm x 18 mm were used to make 12 disk-shaped specimens of each evaluated material (10 mm diameter, 1.2 mm thick). The blocks were first ground into cylinders with 10 mm diameter and 18 mm length with 100-grit SiC paper using a polishing machine with water cooling (EcoMet/AutoMet 250, Buehler).

The cylinders were then sectioned in a precision cutting machine (ISOMET 1000, Buehler) with a diamond blade. Disk-shaped specimens with  $1.8 \pm 0.2$  mm were obtained. The PICN and CR were ground, in both sides, with 100-grit SiC paper until a thickness of 1.3 was achieved. The FC specimens were ground until they reached a thickness of 1.2 mm.

Following, the upper surface of the PICN and CR disks were polished with coarse (until 1.2 mm-thick), medium, fine and super fine (20 s each, rinsed with water after each disk) polishing disks (Sof-Lex, 3M ESPE). To finalize the polishing procedure, felt disks (Diamond Flex, FGM) and an aluminum-oxide polishing paste with extra fine grit (6  $\mu\text{m}$  to 8  $\mu\text{m}$ ) (Diamond R, FGM) were used.

A glaze material (Akzent Plus, VITA Zahnfabrik) layer was applied only in the upper surface of the FC specimens. The material was applied as the manufacturer recommend, the power was mixed with the powder fluid until a creamy consistency was obtained. Following, the glaze material was spread across the entire surface of the specimen with a brush and then the disks were placed on the furnace (Vacumat 600 MP, VITA Zahnfabrik). The program selected first raised the temperature to 500°C for 4 min to pre-dry the ceramic, the temperature was increased by 80°C, reaching 950°C, maintaining this final temperature for 1 min.

After the firing process, the thickness of all specimens was measured with a digital caliper (Mitutoyo Series 209 Caliper Gauge, Mitutoyo). The thickness ranged from 1.23 mm to 1.27 mm. To standardize the thickness, the bottom surface (not the glazed one) of the FC specimens was polished again with 100-grit SiC paper until 1.2 mm-thick disk were obtained.

When finished, all specimens were stored in distilled water for 24 h at 37°C. After this period, color and surface roughness baseline measures were performed.

### 2.3 Surface roughness measurement

All specimens undergone surface roughness analysis. For this purpose, a portable surface roughness measuring instrument was used (Mitutoyo SJ-410, Mitutoyo). The measures were carried out according to the ISO Standard 4287-1997 (Ra and Rz parameters were evaluated). Three readings were obtained from the polished/glazed side of each specimen in both X and Y axis. A cut-off ( $n = 5$ ) of  $\lambda_C$  0.8 mm and a ripple filter of  $\lambda_S$  2.5  $\mu\text{m}$  was used. The, the mean roughness values (Ra and Rz) were calculated.

### 2.4 Optical properties assessment

The color measurement was carried out with the aid of a spectrophotometer (SP60 X-Rite, Grand Rapids), which was calibrated before every measurement. Following the International Commission on Illumination (CIE) specifications, the readings were performed under a D65 light source (6500 K). The evaluated parameters were  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$ , representing the lightness [from black (0) to white (100)], green (–) to red/violet (+) and blue (–) to yellow (+) positions, respectively. All the measurements were performed against white, black and grey backgrounds. In addition, a drop of a couplant agent with a refractive index of 1.47 was used (glycerol ( $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ ), Vetec Quimica Fina Ltda) to avoid the light dispersion between the sample and the background.<sup>18</sup>

Three baseline measures of the  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  parameters were obtained from all specimens before the staining procedures. All the measures were performed with the polished/glazed face up.

### 2.5 Staining procedures

After the color and surface roughness baseline measurements, the specimens were immersed in red wine (Salton Classic Cabernet Sauvignon, Vinícola Salton), for 30 min, twice a day at 37°C with a dwell time of 12 h between the immersions. This procedure was carried out during 30 days, totaling 30 h of immersion. After each immersion period, the specimens were rinsed with water and stored in distilled water at 37°C until the next immersion. The wine

was replaced after every immersion. According to Palla *et al.*<sup>17</sup> an immersion period of 18 hours in red wine simulates one year of *in vivo* wine consumption. Therefore, in this study, the immersion period of 30 hours would correspond to 1 year and 8 months of exposition to wine.

## 2.6 Color changes assessment ( $\Delta E_{00}$ )

The mean color coordinates  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  from the measurements performed against the grey background were used to calculate de color changes of the specimens ( $\Delta E_{00}$ ), compared to the baseline measures, 15 days and 30 days after immersion in wine, with the CIEDE 2000 equation.

$$\Delta E_{00} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L^*}{K_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C^*}{K_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H^*}{K_H S_H}\right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C^*}{K_C S_C}\right) \left(\frac{\Delta H^*}{K_H S_H}\right)}$$

Where:

$\Delta L^*$ ,  $\Delta C^*$  e  $\Delta H^*$  are the lightness, chroma and hue differences, respectively.  $R_T$  is the hue rotation term, as a function of the interaction of the difference between chroma and hue in the blue region.  $S_L$  (compensation for lightness),  $S_C$  (compensation for chroma) and  $S_H$  (compensation for hue) adjust the total difference of color for the variation in the localization of the color difference on the  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  coordinates, and the parametric factors  $K_L$ ,  $K_C$  and  $K_H$  are the correction for the experimental conditions. In this study, these factors were adjusted for 1.0.

The color changes after 15 and 30 days of immersion were evaluated regarding perceivability and acceptability. The perceivability threshold was established as  $\Delta E_{00} = 0.81$  and the acceptability as  $\Delta E_{00} = 1.77$ .<sup>19</sup>

## 2.7 Translucency assessment (Contrast Ratio- CR)

The  $L^*$  coordinate measurements against black and white backgrounds were repeated three times for each specimen ( $n = 12$ ), before the staining process and after 15 days and 30 days of the staining process with red wine. The mean values of the three readings of each specimen, against both backgrounds, were calculated with the Contrast Ratio equation, as follows:

$$CR = Y_b/Y_w$$

$$Y = \left[ \frac{L^* + 16}{116} \right]^3 \cdot 100$$

Where:

$Y_b$  represents the reflectance against the black background and  $Y_w$  against the white one.  $CR = 0$  is considered the most translucent and  $CR = 1$  the opaquest.

The translucency changes were calculated after 15 days and 30 days of immersion, using the equation as follows:

$$\Delta CR_{15 \text{ days}} = CR_{15 \text{ days}} - CR_{\text{baseline}}$$

$$\Delta CR_{30 \text{ days}} = CR_{30 \text{ days}} - CR_{\text{baseline}}$$

## 2.8 Statistical Analysis

The results of  $\Delta E_{00}$  and CR were submitted to the Shapiro-Wilk normality test and Levene test to verify the homoscedasticity. Data showed normal distribution, thereby they were submitted to One-way ANOVA and Tukey's post-hoc test.

The surface roughness values also showed a normal distribution, and were submitted to the Kruskal-Wallis test. In addition, the Pearson correlation was calculated between the surface roughness and  $\Delta E_{00}$ .

The level of significance was set at 5% for all tests.

## 3. RESULTS

The mean values of the measurement of the coordinates  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  against the grey background for the three evaluated materials, before the staining process ( $T_0$ ), after 15 days ( $T_{15}$ ) and after 30 days ( $T_{30}$ ) of wine immersion are described and compared in Table 2. A tendency to decrease was observed in  $L^*$  (lightness), being more stable between 15 days and

30 days for the FC and PICN, for the CR a continuous alteration was observed until 30 days. The  $a^*$  values (green-red axis) tended to be more positives (redness) and  $b^*$  values (yellow-blue axis) did not suffer significative alterations.

Table 3 shows the mean values and standard deviation of color changes ( $\Delta E_{00}$ ) after 15 days and 30 days of immersion for the three materials (CR, PICN and FC).

After 15 days of immersion in wine, the color changes ( $\Delta E_{00}$ ) of the CR group were higher than FC. PICN showed intermediate  $\Delta E_{00}$  values and statistically similar to those observed at the other materials (CR and FC). After 30 days, the color changes of all evaluated materials were equivalent.

The contrast ratio (CR) values at the three evaluated periods are shown in Table 4. It was not observed significative alterations in the CR in any of the evaluated materials in the 15 days and 30 days measurements.

The baseline superficial roughness values,  $R_a$  and  $R_z$ , highlight that there was no statistically significative difference among the evaluated materials (Table 5). There was a weak and negative correlation ( $r = -0.197$ ) between roughness and  $\Delta E_{00}$ .

#### 4. DISCUSSION

The maintenance of the optical characteristics over time and the staining susceptibility have an important role when choosing a restorative material for esthetic restorations. The present study aimed to assess the color stability and translucency of a hybrid material (PICN) comparing to a composite resin (CR) and a CAD/CAM feldspathic ceramic (FC). The hypotheses of the study were that, compared to the two materials of its own composition, (I) PICN would undergo intermediary color changes and (II), that PICN would undergo intermediary translucency changes.

Different finishing approaches were carried out, the FC received a glaze layer and the materials with a polymeric content (CR and PICN) were polished with Sof-Lex disks. The different surface treatments accomplished may have influenced the results found. However, even at the risk of a bias, it was decided to reproduce *in vitro* the finishing procedures that are closer to the clinical conditions. Although different finishing approaches were accomplished, the surface roughness was similar between the evaluated materials, therefore contributing to the standardization of the specimens submitted to the staining process.



Red wine was chosen as the staining solution once it is alcoholic, acid and full of staining agents that may simulate the associated effects of erosion and pigment sorption.<sup>20</sup> Arocha *et al.*<sup>21</sup> reported that red wine was the solution with the higher staining potential, compared to coffee and black tea, and produced major color changes in both conventional and CAD/CAM composite resins.

After 15 days and 30 days immersed in wine, PICN showed color changes with no significative difference to those observed in FC and CR. Thus, the first hypothesis must be rejected. Stawarczyk *et al.*<sup>14</sup> also observed similar color changes in a CAD/CAM resin (LAVA Ultimate) and PICN VITA Enamic. On the other hand, Alharbi *et al.*<sup>15</sup> pointed out that the CAD/CAM feldspathic ceramic VITA Mark II showed more color changes than VITA Enamic, controverting the findings of the present study.

Concerning the contrast ratio values, there was no significative alterations during the evaluated period (until 30 days, simulating 1 year and 8 months of clinical use). Therefore, the second hypothesis must also be rejected. Within the exposure to the staining agent, all materials showed stable in regard to the contrast ratio values. After 30 days of immersion, the translucency alterations observed in this study were significantly lower than the perceptibility threshold of 0.06 settled by Liu *et al.*<sup>22</sup>

PICN showed as an opaquer material than the FC and the CR evaluated. Sen and Us<sup>16</sup> and Awada *et al.*<sup>9</sup> found translucency parameters (TP) for LAVA Ultimate resembling the ones of PICN VITA Enamic, endorsing the results of the present study.

The color changes values observed in all the evaluated materials were substantially higher than the levels reported in the literature as perceptible and clinically acceptable for ceramic materials ( $\Delta E_{00} > 0.81$  and  $\Delta E_{00} > 1.77$ , respectively).<sup>19</sup> We believe these values may be overvalued compared to what would be observed clinically in the corresponding period (10 months for 15 days and 1 year and 8 months for 30 days). Additionally, the fact that no mechanical cleansing was performed in the specimens to simulate oral hygiene must be considered. Probably if a cleansing protocol with *in vitro* toothbrushing had been implemented, the  $\Delta E_{00}$  values would be closer to the clinical situation. Future studies should consider cleansing protocols between the immersions, as well as whitening procedures. In fact, there is no well-established protocol in the literature for the simulation of the staining that is clinically observed in restorative materials.

Despite the high  $\Delta E_{00}$  values found in this study may not represent accurately the clinical situation, they serve as a reference to compare the behavior of the materials and to determine which one is more susceptible to staining. The composite resin and PICN could be expected to show more color changes, since polymers appear to be more susceptible to staining than glasses and other ceramic materials, due to the higher water sorption they are subjected to.<sup>5</sup> Nonetheless, all the evaluated materials showed equally susceptible to staining, 30 days after the staining protocol, despite the fact that they have different microstructure and different surface finishing. This finding could be explained by the similar surface roughness observed in the evaluated materials. According to Egilmez *et al.*,<sup>12</sup> surface polishing plays an important role in the staining resistance of the materials as well as in their color changes.

In this study it was not possible to faithfully reproduce all the conditions to which the materials would be subjected in the oral environment, including the diversified dietary patterns (intake of food and beverages with dyes), thermic exchanges and oral hygiene habits of the individuals in which these restorations would be placed, these are limitations of the study that should be considered.

The findings of the present study, accomplished with CAD/CAM materials for indirect restorations, suggest that PICN restorations have color change and translucency alterations levels similar to those found in feldspathic ceramic and composite resin restorations. Therefore, regarding these characteristics, which should be taken into consideration for the selection of restorative materials, PICN, FC and CR seem to behavior similarly.

## ACKNOWLEDGMENTS

This article is part of the requirements to obtain a Master's degree (R.F.D.) in the Postgraduate Program in Dental Sciences of the Federal University of Santa Maria, RS, Brazil. This work was carried out with the support of the Higher Education Personnel Improvement Coordination - Brazil (CAPES) - Financing Code 001.

## REFERENCES

- (1) Kelly, JR, Benetti, P. Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice. *Aust Dent J* 2011; 1: 84-96.

- (2) Quinn, JB, Sundar, V, Lloyd, IK. Influence of microstructure and chemistry on the fracture toughness of dental ceramics. *Dent Mater* 2003; 19, 7: 603–611.
- (3) Sonmez, N et al. Evaluation of five CAD/CAM materials by microstructural characterization and mechanical tests: a comparative in vitro study. *BMC Oral Health* 2018; 18, 1:5.
- (4) Kelly, JR. Dental Ceramics: current thinking and trends. *Dent Clin North Am*, 2004; 48, 2: 513-530.
- (5) ACAR, O. et al. Color stainability of CAD/CAM and nano composite resin materials. *J Prosthet Dent* 2016, 115, 1: 71-75.
- (6) Zhi, L, Bortolotto, T, Krejei, I. Comparative in vitro wear resistance of CAD/CAM composite resin and ceramic materials. *J Prosthet Dent* 2016, 115, 2: 199 -202.
- (7) Della bona A, Corazza PH, Zhang Y. Characterization of a polymer- infiltrated ceramic-network material. *Dent Mater* 2014, 30, 5: 564–569.
- (8) Vita zahnfabrik. Vita enamic Documentação Técnica – Científica, 2016. Disponível em: <https://www.vita-zahnfabrik.com/en/VITA-ENAMIC-24970,27568.html>. Acesso em: 05 abr. 2018.
- (9) Awada, A, Nathanson D. Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials. *J Prosthet Dent* 2015, 114, 4: 587-593.
- (10) Martínez, FR et al. Cerámicas dentales: clasificación y criterios de selección. *Rev Ilustre Cons Cent Col Odontol Estomatol Esp* 2007, 12, 4: 253-263.
- (11) Flury S et al. Effect of artificial tooth brushing and water storage on the surface roughness and micromechanical properties of tooth-colored CAD-CAM materials. *J Prosthet Dent* 2016, 117, 6: 767-774.
- (12) Egilmez F et al. Short and long term effects of additional post curing and polishing systems on the color change of dental nano-composites. *Dent Mater* 2013, 32: 107–114.; Lawson, NC, Burgess, JO. Gloss and Stain Resistance of Ceramic-Polymer CAD/CAM Restorative Blocks. *J Esthet Restor Dent* 2015, 1: 40-45.
- (13) Karaokutan, I. Color Stability of CAD/CAM Fabricated Inlays after Accelerated Artificial Aging. *J Prosthodont* 2015, 25, 6: 472-477.
- (14) Stawarczyk, B et al. Evaluation of mechanical and optical behavior of current esthetic dental restorative CAD/CAM composites. *J Mech Behav Biomed Mater* 2016, 55: 1–11.
- (15) Alharbi, A et al. Stain susceptibility of composite and ceramic CAD/CAM blocks versus direct resin composites with different resinous matrices. *Odontology* 2017, 105, 2:162-169.
- (16) Sen, N, Us, YO. Mechanical and optical properties of monolithic CAD-CAM restorative materials. *J Prosthet Dent* 2018, 119, 4:593-599.

- (17) Palla, ES et al. Color stability of lithium disilicate ceramics after aging and immersion in common beverages. *J Prosthet Dent* 2018, 119, 4: 632-642.
- (18) 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.
- (19) Paravina, R et al. Color difference thresholds in dentistry. *J Esthet Restor Dent* 2015, 27, 51: 51-59.
- (20) Rodrigues, CS et al. Repolishing Resin Composites After Bleaching Treatments: Effects on Color Stability and Smoothness. *Oper Dent* 2019, 44, 1: 54-64.
- (21) Arocha, MA et al. Colour stainbility od indirect CAD-CAM processed composites vs. conventionally laboratory processed composites after immersion in staining solutions. *J Dent* 2014, 42, 7: 831-838.
- (22) Liu, MC et al. Human Perception of Dental Porcelain Translucency Correlated to Spectrophotometric Measurements. *J Prosthodont* 2010, 19, 3: 187-193.

Table 1. Abbreviations adopted for the different materials, manufacturers, composition and clinical indications of the evaluated materials.

Abreviation	Type of material	Comercial name	Color	Composition	Clinical indication
FC	Feldspathic Ceramic	Vita Mark II*	A2C	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - SiO <sub>2</sub> - Na <sub>2</sub> O- K <sub>2</sub> O	Inlays, onlays, single crowns
PICN	Hybrid Ceramic	Vita Enamic*	1M2 T	Ceramic portion: SiO <sub>2</sub> -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Na <sub>2</sub> O- K <sub>2</sub> O-Br <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -ZrO <sub>2</sub> - CaO Polymeric portion: UDMA - TEGDMA	Inlays, onlays, facetas, anterior and posterior single crowns over teeth or implant
CR	Composite Resin	Brava Block**	A2 HT	Methacrylate monomers, iniciator, co-iniciador, stabilizers and silane, Glass-ceramic particcles, silica and pigments.	Inlays, onlays, veneers and single crowns

\*Vita Zahnfabrik; \*\* FGM

Table 2. Mean values of the color coordinates L\*, a\* and b\* for the evaluated materials against the grey background at the three evaluated periods.

	L*			a*			b*		
	T <sub>0</sub>	T <sub>15</sub>	T <sub>30</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>15</sub>	T <sub>30</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>15</sub>	T <sub>30</sub>
PICN	73,26 A	68,99 B	67,99 B	-0,05 A	1,29 B	2,08 C	13,41 A	12,89 A	12,71 A
CF	69,83 A	66,52 B	66,08 B	-0,58 A	0,53 B	0,98 C	6,93 A	6,33 A	6,12 A
RC	68,49 A	64,50 B	63,13 C	-1,47 A	0,30 B	0,98 C	11,30 A	11,87 A	11,59 A

Comparison between reading times (Tukey's test, p<0.05)

Tabela 3. Mean values and standard deviation (SD) of the evaluated materials after 15 days and 30 of wine immersion.

	$\Delta E_{00}$ 15d (DP)	$\Delta E_{00}$ 30d (DP)
PICN	3,74 (0,35) AB	4,95 (0,80) A
CF	3,22 (1,08) A	3,82 (1,24) A
RC	4,22 (0,91) B	5,49 (0,75) A

Comparison between lines (Tukey's test,  $p < 0.05$ ).

Tabela 4. Mean values and standard deviation of the contrast ratio (CR) of the evaluated materials, before (T0) and after 15 days (T15), and 30 days (T30) of wine immersion and their respective CR changes at 15 days ( $\Delta CR_{15}$ ) and 30 days ( $\Delta CR_{30}$ ).

	T <sub>0</sub> Mean (SD)	T <sub>15</sub> Mean (SD)	T <sub>30</sub> Mean (SD)	$\Delta CR_{15}$	$\Delta CR_{30}$
PICN	0,62 (0,03) A	0,61 (0,03) A	0,62 (0,04) A	0,01	0
CF	0,41 (0,06) A	0,41 (0,03) A	0,43 (0,03) A	0	0,02
RC	0,40 (0,06) A	0,39 (0,02) A	0,43 (0,02) A	0,01	0,03

Comparison between the reading periods (Tukey's test,  $p < 0.05$ ).

Tabela 5. Mean values and standard deviation of the inicial surface parameters, Ra and Rz ( $\mu\text{m}$ ), of the three study materials.

	Mean Ra (SD) - $\mu\text{m}$	Mean Rz (SD) - $\mu\text{m}$
PICN	0,36 (0,08)	3,00 (1,10)
CF	0,36 (0,22)	2,49 (1,78)
RC	0,27 (0,18)	1,71 (1,06)

Comparison between lines (Tukey's test,  $p < 0.05$ ).

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nenhum dos materiais estéticos para CAD/CAM estudados (PICN, CF e RC) apresentou estabilidade de cor frente ao protocolo de manchamento utilizado neste estudo. Os três materiais foram suscetíveis a níveis de pigmentação clinicamente inaceitáveis, segundo os limiares estabelecidos pela literatura.

Os níveis de rugosidade superficial dos materiais avaliados, que poderiam ter influenciado na alteração das propriedades ópticas, foram similares, apesar de terem sido usados tratamentos de acabamento de superfície diferentes.

A translucidez permaneceu estável durante o período do estudo (30 dias, simulando uso clínico de 1 ano e 8 meses), nos três materiais avaliados, mostrando-se uma propriedade óptica mais estável que a cor.

Os achados deste estudo, realizado com materiais para restaurações indiretas usinadas (CAD-CAM), indicam que restaurações de PICN apresentam níveis de alteração de cor e de translucidez semelhantes aos encontrados em restaurações de cerâmica feldspática e de resina composta. Portanto, em relação a estas características, que devem ser levadas em consideração na seleção clínica dos materiais, parece haver equivalência entre PICN, CF e RC.

## REFERÊNCIAS

- ACAR, O. et al. Color stainability of CAD/CAM and nanocomposite resin materials. **JPD The Journal of Prosthetic Dentistry**, v.115, n.1, p.71 - 75, jan, 2016.
- ALBERO, A. et al. Comparative characterization of a novel cad-cam polymer-infiltrated-ceramic-network. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**. v.7, n.4, p. 495–500, 2015.
- ALHARBI, A et al. Stain susceptibility of composite and ceramic CAD/CAM blocks versus direct resin composites with different resinous matrices. **The Society of The Nippon Dental University**. 2016.
- AMOROSO, A. P. et al. Cerâmicas odontológicas: propriedades, indicações e considerações clínicas. **Revista Odontológica de Araçatuba**, v. 33, n. 2, p. 19-25, jul./dez. 2013.
- ARGYROU, R. et al. Edge chipping resistance and flexural strength of polymer infiltrated ceramic network and resin nanoceramic restorative materials. **The Journal of Prosthetic Dentistry**. v.116, n.3, p.397–403. 2016
- AROCHA, M. A. et al. Colour stainability od indirect CAD-CAM processed composites vs. conventionally laboratory processed composites after immersion in staining solutions. **Journal of Dentistry**. v. 42, n. 7, p. 831-838, 2014.
- AWAD, O. et al.  
Translucency of esthetic dental restorative CAD/CAM materials and composite resins with respect to thickness and surface roughness. **The Journal of Prosthetic Dentistry**. v. 113, n. 3, p. 534-540. 2015.
- AWADA, A., Nathanson D. Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 114, n. 4, p.587-593, 2015.
- DELLA BONA A, CORAZZA PH, ZHANG Y. Characterization of a polymer- infiltrated ceramic-network material. **Dental Materials**. v. 30, n. 5, p. 564–569. 2014
- EGILMEZ F. et al. Short and long term effects of additional post curing and polishing systems on the color change of dental nano-composites. **Dental Materials**. v. 32, p. 107–114. 2013.
- FACENDA J.C. et al. A literature review on the new polymer-infiltrated ceramic-network material (PICN). **Journal of Esthetic and restorative Dentistry**. 2018.
- FERRACANE, JL. Current trends in dental composites. **Critical Reviews in Oral Biology and Medicine**. v. 6, n. 4, p. 302–318. 1995
- FGM PRODUTOS ODONTOLÓGICOS. **Brava Block Manual de Instrução**, 2016. Disponível em: <<<http://www.fgm.ind.br/site/produtos/dentistica-estetica/brava-block/>>>. Acesso em: 05 abr. 2018.



FLURY S. et al. Effect of artificial toothbrushing and water storage on the surface roughness and micromechanical properties of tooth-colored CAD-CAM materials. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 117, n. 6, p. 767-774, 2016.

GHINEA R. et al. Color difference threshold in dental ceramics. **Journal of Dentistry**, v. 38, p. 57 – 64, 2010.

GRACIS, S. et al., A new classifications system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. **The International Journal of Prosthodontics**. v.28, n.3, p. 227-235. 2015.

International Organization for Standardization. ISO 6872: **Dental Ceramics**, Geneva: The Organization, 3. Ed., 2008.

KARAOKUTAN, I. Color Stability of CAD/CAM Fabricated Inlays after Accelerated Artificial Aging. **Journal of Prosthodontics**, v. 25, n. 6, p. 472-477, 2015.

KELLY, J.R. Dental Ceramics: current thinking and trends. **Dental Clinics of North America**. v. 48, n. 2, p. 513-530, 2004.

KELLY, J. R.; BENETTI, P. Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice. **Australian Dental Journal**, v. 56, n. 1, p. 84-96, 2011.

LAWSON, NC., BURGUESS, JO. Gloss and Stain Resistance of Ceramic-Polymer CAD/CAM Restorative Blocks. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**. v. 1, p. 40-45. 2015

LIU, M. C., et al. Human Perception of Dental Porcelain Translucency Correlated to Spectrophotometric Measurements. **Journal of Prosthodontics**, v. 19, n. 3, p. 187-193. 2010.

MARTÍNEZ, F. R. et al. Cerámicas dentales: clasificación y criterios de selección. **Revista del Ilustre Consejo Central de Colegios de Odontólogos y Estomatólogos de España**. v. 12, n. 4, p. 253-263, 2007.

NOGUEIRA, A.D., DELLA BONA, A. The effect of a coupling medium on color and translucency of CAD-CAM ceramics. **Journal of Dentistry**, v.41, p. e18-23. 2013.

PALLA, E.S., et al. Color stability of lithium disilicate ceramics after aging and immersion in common beverages. **The Journal of Prosthetic Dentistry**. v. 119, n. 4, p. 632-642. 2018.

PARAVINA, R. et al., Color difference thresholds in dentistry. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**. v. 27, n.51, p. 51-59. 2015.

RODRIGUES, S. A. et al. Microstructural characterization and fracture behavior of a microhybrid and a nanofill composite. **Dental Materials**. v. 4, p. 1281–1288. 2009

RODRIGUES, C.S. et al. Repolishing Resin Composites After Bleaching Treatments: Effects on Color Stability and Smoothness. **Operative Dentistry**. v. 44, n. 1, p. 54-64. 2019.

Quinn, J. B., Sundar, V., & Lloyd, I. K. Influence of microstructure and chemistry on the fracture toughness of dental ceramics. **Dental Materials**, v. 19, n. 7, p. 603–611. 2003

SABBAGH, J., et al., Dynamic and static moduli of elasticity of resin-based materials. **Dental Materials**. v. 18, p. 64-71. 2002.

SEN, N e US, Y.O. Mechanical and optical properties of monolithic CAD-CAMrestorative materials. **The Journal of Prosthetic Dentistry**. 2017.

SHARMA, G., WU, W., DALAL, E.N. The CIEDE2000 Color-Difference Formula: Implementation Notes, Supplementary Test Data, and Mathematical Observations. *Col Res Appl*, v.30, p. 21–30, 2005.

Sonmez, N., et al. Evaluation of five CAD/CAM materials by microstructural characterization and mechanical tests: a comparative in vitro study. **BMC Oral Health**, v. 18, n. 1, 2018.

STAWARCZYK, B. et al. Evaluation of mechanical and optical behavior of current esthetic dental restorative CAD/CAM composites. **Journal of the Mechanical Behavior Biomedical Materials**. v. 55, p.1–11. 2016

SWAIN, MV, et al. Interpenetrating network ceramic-resin composite dental restorative materials. **Dental Materials**. v. 32, n. 1, p. 34–42. 2016

TESHIGAWARA, D. et al., Influence of elastic modulus mismatch between dentin and post-and-core on sequential bonding failure. **Journal of Prosthodontic Research**. 2019.

TRINDADE, FZ. et al., Elastic properties of Lithium Dissilicate versus Feldspathic Inlays: Effect on the bonding by 3D finite analysis. **Journal of Prosthodontics**. p. 1-7. 2016.

VITA ZAHNFABRIK. **VITA ENAMIC Documentação Técnica – Científica**, 2016. Disponível em:<<<https://www.vita-zahnfabrik.com/en/VITA-ENAMIC-24970,27568.html>>> Acesso em: 05 abr. 2018.

ZHI, L., BORTOLOTTI, T e KREJCI, I. Comparative in vitro wear resistance of CAD/CAM composite resin and ceramic materials.**The Journal of Prosthetic Dentistry**. v. 115, n. 2, p. 199 -202, 2016.

## ANEXO A

### NORMAS BRAZILIAN DENTAL JORNAL

#### AS SEGUINTES DIRETRIZES DEVEM SER SEGUIDAS CUIDADOSAMENTE.

##### Geral

- Os autores devem submeter o manuscrito em Word e em PDF, compreendendo a página de título, texto, tabelas, legendas de figuras e figuras (fotografias, micrografias, radiografias, desenhos esquemáticos, gráficos, imagens geradas por computador, etc).
- O manuscrito deve ser digitado em fonte Times New Roman 12, com espaçamento de 1,5, margens de 2,5 cm em cada lado. **NÃO USE** letras em negrito, marcas d'água ou outros recursos para tornar o texto visualmente atraente.
- As páginas devem ser numeradas consecutivamente, começando pelo resumo.
- Manuscritos completos são reunidos nas seguintes seções:
  - 1) Página de título
  - 2) Resumo e palavras-chave
  - 3) Introdução; Material e métodos; Resultados; Discussão
  - 4) Resumo em Português (um item necessário para os Serviços de Indexação Latino-Americanos que serão fornecidos para autores não brasileiros pela Revista)
  - 5) Agradecimentos (se houver)
  - 6) Referências
  - 7) Tabelas
  - 8) Legendas das Figuras
  - 9) Figuras
- Todos os títulos das seções (Introdução, Material e Métodos, etc) devem ser capitalizados em tipo de fonte regular (não em negrito).
- Resultados e discussão **não devem** ser unidos em uma única seção.
- Comunicações breves e relatos de caso devem ser divididos em seções apropriadas.
- Produtos, equipamentos e materiais: o nome comercial deve ser seguido pelo nome do fabricante, cidade, estado e país, entre parênteses na primeira menção. Para outras menções, apenas o nome do fabricante é necessário.
- Todas as abreviaturas devem ser explicadas na primeira menção.

##### Folha de rosto

- A primeira página deve conter o título do manuscrito, um título curto (máximo de 40 caracteres, para ser usado como cabeçalho), nome (s) do (s) autor (es) (não mais que 6) e seu (s) Departamento (s), Escola (s) e / ou Universidade (s). **NÃO INCLUIR** os títulos do autor (DDS, MSc, PhD, etc.) ou cargo (Professor, Estudante de Graduação, etc.).

- Forneça o nome e o endereço **completo** do autor correspondente (informe os números de e-mail, telefone e fax).
- A página de título deve ser carregada no site como um arquivo separado (não incluído no corpo do manuscrito).

### Manuscrito

- A primeira página do manuscrito deve conter: título do manuscrito, bloco curto com no máximo 40 caracteres e NENHUM nome ou identificação dos autores.

### Resumo

- A segunda página deve conter um resumo de no máximo 250 palavras, indicando os objetivos, métodos, resultados e quaisquer conclusões extraídas do estudo. Não use tópicos e parágrafos e não cite referências no Resumo.
- Uma lista de palavras-chave (não mais que 5) deve ser incluída abaixo do resumo em letras minúsculas, separadas por vírgulas.

### Introdução

- Resuma o propósito do estudo, fornecendo apenas referências pertinentes. Não revise a literatura existente extensivamente. Declare claramente a hipótese de trabalho.

### Material e métodos

- Material e métodos devem ser apresentados em detalhes suficientes para permitir a confirmação das observações. **Indique os métodos estatísticos utilizados, se aplicável.**

### Resultados

- Apresentar os resultados em uma seqüência lógica no texto, tabelas e figuras, enfatizando as informações importantes.
- Não repita no texto os dados contidos nas tabelas e ilustrações. As observações importantes devem ser enfatizadas.
- Não repita os mesmos dados em tabelas e figuras.
- Descreva os dados estatísticos nesta seção.

### Discussão

- Resuma os achados sem repetir em detalhes os dados fornecidos na seção Resultados.
- Relacione suas observações com outros estudos relevantes e aponte as implicações dos resultados e suas limitações. Cite estudos pertinentes.
- Apresente suas conclusões ao final da Discussão, indicando como seu estudo é pertinente e / ou suas implicações clínicas. A apresentação das conclusões nos tópicos deve ser evitada.

## Resumo em Português (apenas para autores brasileiros)

- O resumo em português deve ser **IDÊNTICO** para a versão em inglês (Summary). **NÃO INCLUIR** título e palavras-chave em português.

## Agradecimentos

- O apoio financeiro de agências governamentais deve ser reconhecido. Se apropriado, assistência técnica ou assistência de colegas pode ser reconhecida.

## Referências

- As referências devem seguir o estilo do periódico. Os autores devem consultar uma edição atual do BDJ para orientação sobre citação de referência e apresentação da lista de referência.
- As referências devem ser numeradas consecutivamente no texto por ordem de citação, entre parênteses, sem espaço entre os números: (1), (3,5,8), (10-15). **NÃO USE** números sobrescritos.
- Para artigos com dois autores, cite os dois autores no texto, como segue: Ex: "Segundo Santos e Silva (1) ...". Se houver mais de 3 autores, cite apenas o primeiro autor e adicione "et al.". Ex: "Pécora et al. (2) relataram que ..."
- Todos os autores de cada artigo devem ser incluídos na Lista de Referência, a menos que haja 7 ou mais. Neste caso, os primeiros 6 autores devem ser dados, seguidos de "et al.".
- A lista de referências deve ser digitada no final do manuscrito em seqüência numérica. **Não mais do que 25 referências podem ser citadas.**
- Citação de resumos e livros, bem como artigos publicados em periódicos não indexados, devem ser evitados, a menos que seja absolutamente necessário. **Não cite referências em português.**
- Abreviaturas de títulos de periódicos devem estar de acordo com aquelas usadas no Dental Index. O estilo e a pontuação das referências devem seguir o formato ilustrado abaixo:

### *Artigos de revistas*

1. Lea SC, Landini G, Walmsley AD. Um novo método para a avaliação das características de oscilação da escova de dentes elétrica. Am J Dent 2004; 17: 307-309.

### *Livro*

2. Shafer WG, Hine MK, Levy BM. Um livro de patologia oral. 4 ed. Filadélfia: WB Saunders; 1983.

### *Capítulo de um livro*

3. Walton RE, Rotstein I. Branqueamento dentes descoloridos: internos e externos. In: Princípios e Prática da Endodontia. Walton RE (Editor). 2ª ed. Filadélfia: WB Saunders; 1996. p 385-400.

## Tabelas

- Cada tabela com seu título deve ser digitada após o texto. As tabelas devem ser numeradas com algarismos arábicos. **NÃO USE** linhas verticais, negrito e maiúsculas (exceto as iniciais).
- O título correspondente deve aparecer no topo de cada tabela.
- As tabelas devem conter todas as informações necessárias e ser compreensíveis sem alusões ao texto.

## Figuras

- **O BDJ NÃO ACEITARÁ AS FIGURAS ENCAIXADAS EM ARQUIVOS ORIGINADOS EM SOFTWARE DE TEXTO EDITORIAL (PALAVRA OU SEMELHANTE) OU FIGURAS ORIGINADAS EM PONTO DE ENERGIA.**
- Os arquivos digitais das imagens devem ser gerados no Photoshop, Corel ou qualquer outro software de edição de imagens e salvos no CD-ROM. Os arquivos de imagem devem ter extensão TIFF e resolução mínima de 300 dpi. Apenas figuras em preto e branco são aceitas. Salve as figuras no CD-ROM.
- Letras e marcas de identificação devem ser claras e nítidas, e as áreas críticas de raios-x e fotomicrografias devem ser demarcadas e / ou isoladas.
- Partes separadas de figuras compostas devem ser rotuladas com letras maiúsculas (A, B, C, etc). Figuras simples e figuras compostas devem ter largura mínima de 8 cm e 16 cm, respectivamente.
- As legendas das figuras devem ser numeradas com algarismos arábicos e digitadas em uma página separada, após as listas de referências ou após as tabelas (se houver)