

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CLÍNICA ODONTOLÓGICA**

LUCAS CAMPAGNARO MACIEL

**INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE NA RUGOSIDADE E NA  
ALTERAÇÃO DE COR DE DUAS CERÂMICAS ODONTOLÓGICAS**

VITÓRIA/ES  
2016

LUCAS CAMPAGNARO MACIEL

**INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE NA RUGOSIDADE E NA  
ALTERAÇÃO DE COR DE DUAS CERÂMICAS ODONTOLÓGICAS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Clínica Odontológica da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Clínica Odontológica.

**Orientador:** Prof. Dr. Anuar Antônio Xible

**Co-orientadora:** Profa. Dra Stefania Carvalho Kano

VITÓRIA/ES  
2016

**LUCAS CAMPAGNARO MACIEL**

**INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE NA RUGOSIDADE E NA  
ALTERAÇÃO DE COR DE DUAS CERÂMICAS ODONTOLÓGICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Clínica Odontológica do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Clínica Odontológica.

Aprovada em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2016

## **DEDICATÓRIA**

A Deus

A meu Pai Carlos Arantes Maciel (*in memorian*)

A minha mãe Magna Ignez Campagnaro

A minha esposa Paula Del Puppo

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por todas as bênçãos derramadas em minha vida. Por me guiar e me fortalecer sempre quando precisei. Sem ELE essa conquista não seria possível.

A minha mãe Magna Ignez Campagnaro, meu porto seguro, em quem me espelho diariamente. Pela criação, ensinamentos, apoio e amor incondicional. Abdicou dos objetivos da sua vida para que eu pudesse conquistar os meus. Meu eterno obrigado, mãe. Eu te amo.

Ao meu Pai Carlos Arantes Maciel (*in memorian*), pelo seu imenso amor e ensinamentos. Choramos derrotas e comemoramos muitas vitórias juntos. Aqui termina mais uma dívida moral. Falta apenas um degrau. Eu vou conseguir na certeza que um dia iremos nos encontrar, e com um abraço muito forte comemorarmos as conquistas que planejamos por toda vida.

Ao meu irmão Gabriel Campagnaro Maciel. Pelo seu amor, incentivo, amizade e torcida. Com quem posso contar para tudo. Meu melhor amigo. Estaremos sempre juntos, um pelo outro.

A minha esposa Paula Del Puppo, pelo respeito, carinho, companheirismo e amor, sempre me incentivando a conseguir concretizar mais esta etapa da minha formação profissional. Pela paciência em administrar minhas angustias e entender os momentos que estive ausente. Por sonhar os meus sonhos comigo. Obrigado, amor.

A todos meus amigos de mestrado pelos momentos que passamos juntos crescendo não só profissionalmente mas como pessoas

Aos amigos e professores Prof. Dr. Renato de Aguiar Ribeiro, Prof. Dr. Glauco Rangel Zanetti, Prof Dr. Luiz Gustavo Dias Da Roz e Prof. Dr. Marcelo Massaroni Peçanha, responsáveis direto pela minha formação acadêmica e profissional. Pelos ensinamentos e apoio. Por serem exímios profissionais e exemplos a serem seguidos.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Clínica Odontologia da UFES por toda paciência e conhecimento compartilhado.

Aos professores componentes da banca da qualificação Prof. Dr. Luiz Gustavo Dias Da Roz e Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Stefania Carvalho Kano, pela disponibilidade e correções deste trabalho

Em especial ao Prof. Dr. Anuar Antônio Xible, por aceitar o desafio de orientar este trabalho e pela habilidade em conduzir todo o processo de produção com serenidade e sabedoria. Por sempre me motivar a fazer o meu melhor. Pelas orientações precisas e pontuais.

Ao Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) na pessoa do Cláudio Patrocínio Junior, responsável pelo Laboratório de Pesquisa de Ensaios Mecânicos do IFES, pela disponibilização da estrutura e do rugosímetro além da boa vontade em ajudar na realização dos testes.

Ao Laboratório de Ultraestrutura Celular Carlos Alberto Redins (LUCCAR) da UFES na pessoa do Prof. Hélio Santos pela disponibilidade e auxílio para utilização do microscópio eletrônico de varredura

Ao José Antônio Scalzer por ceder a estrutura de seu laboratório para confecção dos espécimes do estudo piloto

Ao Fabiano José Pereira de Oliveira pela importantíssima ajuda na análise estatística.

## RESUMO

**Declaração do problema:** ajustes são comuns para adaptação clínica e correção estética da peça cerâmica, acarretando em perda de brilho e lisura superficial alcançados pelo glaze, podendo gerar alteração de cor e rugosidade destes materiais.

**Objetivo:** avaliar a influência do tratamento de superfície na rugosidade e na alteração de cor das cerâmicas vítreas prensada e de cobertura, após imersão em solução de café. **Material e métodos:** foram confeccionados 88 discos cerâmicos (1.0 mm x 10.0 mm) conforme as recomendações do fabricante. Destes, 44 de cerâmica vítreia de cobertura (Grupo C) e 44 de cerâmica vítreia prensada (Grupo P). Cada grupo cerâmico foi dividido em 4 subgrupos de acordo com o tratamento de superfície: (G) Glaze, (S) sistema de polimento Shofu Inc, (E) sistema de polimento Edenta AG, (KG) ponta diamantada de granulação de 30 µm. Foram realizadas medições de rugosidade superficial (Ra) após tratamento de superfície e de alteração de cor ( $\Delta E$ ) antes e após 12 dias de imersão em solução de café. Uma análise qualitativa da superfície dos espécimes foi feita com microscopia eletrônica de varredura. Os dados foram tratados estatisticamente com os testes ANOVA a 1 fator e Duncan, além do teste t pareado e correlação de Pearson ( $\alpha=5\%$ ). **Resultados:** a ordem decrescente tanto de rugosidade de superfície (Ra) quanto de  $\Delta E$  para ambas cerâmicas, foi: KG > E > S > G. Com exceção dos subgrupos PG e CG que não apresentaram diferença estatística significante entre si, todos outros subgrupos da cerâmica prensada apresentaram menores valores de Ra e maiores valores de  $\Delta E$  do que as cerâmicas de cobertura. **Conclusão:** O tratamento superficial com glaze é o que produz uma rugosidade superficial que permite menor alteração de cor das cerâmicas, apesar de os sistemas de polimento mecânico oferecerem rugosidade superficial relacionadas a alteração de cor clinicamente aceitáveis. Existe forte correlação entre rugosidade de superfície e alteração de cor das cerâmicas testadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cerâmica, Pigmentação em Prótese, Cor, Espectrofotometria

**IMPLICAÇÕES CLÍNICAS –** A alteração de cor das cerâmicas pode estar associada a sua rugosidade de superfície e sistemas de polimento podem atuar em benefício das restaurações cerâmicas.

## ABSTRACT

**Statement of the Problem:** Corrections are common step to adapt clinically and aesthetically ceramic piece, resulting in loss of gloss and surface smoothness achieved by the glaze, which may cause discoloration of these materials. **Purpose:** To evaluate the effect of superficial treatment on the surface roughness and the color change of the glass-ceramics pressed and veneered after immersed in coffee solution. **Material and Methods:** 88 ceramic discs were made (1.0 mm x 10.0 mm) according to the manufacturer's recommendations. Where, 44 were pressed glass-ceramic (Group P) and 44 glass-ceramic veneered (Group C). Groups were divided into four subgroups according to the surface treatment: (G) Glaze, (S) polishing kit Shofu Inc, (E) polishing kit Edenta AG, (KG) diamond rotatory instrument 30 µm. Surface roughness (Ra) tests were performed after surface treatment and color change ( $\Delta E$ ) before and after 12 days after immersion in coffee solution. A qualitative analysis of the surface of the specimens was made with scanning electron microscopy. Data were statistically analyzed with ANOVA 1 factor and Duncan, further the paired t-test and Pearson correlation ( $\alpha = 5\%$ ). **Results:** The ascending order for both surface roughness (Ra) and  $\Delta E$  for both ceramics were: G < S < E < KG. Except subgroups PG and VG that showed no statistically significant difference each other, all other subgroups of pressed ceramic showed lower values of Ra and higher  $\Delta E$  values than the veneering porcelain. **Conclusion:** The change of color of dental ceramics can be influenced by the surface roughness, and there is a strong correlation between surface roughness and color change of the tested ceramics.

**KEYWORDS:** Prosthesis Coloring, Color, Spectrophotometry

**CLINICAL IMPLICATIONS** - The color change of the ceramic may be associated with their surface roughness and polishing systems can act on behalf of aesthetic ceramic restorations.

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

CAD - computer aided design

CAM - computer aided machine

CG – grupo Cerâmica de cobertura + subgrupo Glaze

CS - grupo Cerâmica de cobertura + subgrupo Shofu Inc

CE - grupo Cerâmica de cobertura + subgrupo Edenta AG

CKG - grupo Cerâmica de cobertura + subgrupo Ponta diamantada 30 µm

PG – grupo Cerâmica prensada + subgrupo Glaze

PS - grupo Cerâmica prensada+ subgrupo Shofu Inc

PE - grupo Cerâmica prensada + subgrupo Edenta AG

PKG - grupo Cerâmica prensada + subgrupo Ponta diamantada 30 µm

$\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$  – Dissilicato de Lítio

CIE - Commission Internationale de l'Eclairage

MEV – microscopia eletrônica de varredura

HT- High Translucency

LT- Low Translucency

MO - Medium Opacity

HO - High Opacity

s - Segundos

## **LISTA DE SÍMBOLOS**

% - porcento

Mpa – mega Pascal

°C – grau Celsius

mm – milímetro

$\mu\text{m}$  – micrômetro

nm – nanômetro

> - maior

< - menor

= - igual

+ - mais

X - vezes

rpm – rotações por minuto

Ra – rugosidade de superfície

n° - número

ml – mililitro

$\Delta E$  – variação de cor

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Informações sobre os sistemas cerâmicos utilizados no estudo .....	<b>23</b>
Tabela 2 – Médias e desvios padrões das Rugosidades de superfícies (Ra) expressos em µm na comparação entre os diferentes tipos de tratamento de superfície .....	<b>30</b>
Tabela 3 – Médias e desvios padrões das rugosidades de superfícies (Ra) expressos em µm na comparação entre as duas cerâmicas submetidas aos mesmos tratamentos de superfícies .....	<b>31</b>
Tabela 4 – Médias e desvios padrões da alteração de cor ( $\Delta E$ ).....	<b>33</b>
Tabela 5 – Médias e desvios padrões da alteração de cor ( $\Delta E$ ) na comparação entre as duas cerâmicas submetidas aos mesmos tratamentos de superfícies .....	<b>34</b>

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 – Cerâmicas e tratamentos de superfícies usados no estudo .....	24
Figura 2 – Etapas de produção dos espécimes de cerâmica de cobertura .....	25
Figura 3 – Etapas de produção dos espécimes de cerâmica prensada .....	26
Figura 4 – Microscopia eletrônica de varredura (x 1.000) das superfícies dos espécimes .....	32
Figura 5 – Correlação de Pearson. Gráfico de dispersão entre Rugosidade inicial e $\Delta E$ no Grupo C .....	35
Figura 6 – Correlação de Pearson. Gráfico de dispersão entre Rugosidade inicial e $\Delta E$ no Grupo P .....	35

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>14</b>
<b>2. ARTIGO (VERSÃO EM PORTUGUÊS) .....</b>	<b>20</b>
2.1 INTRODUÇÃO .....	21
2.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	23
2.3 RESULTADOS .....	30
2.4 DISCUSSÃO .....	36
2.5 CONCLUSÕES .....	42
2.6 REFERÊNCIAS .....	43
<b>3. REFERÊNCIAS GERAIS .....</b>	<b>47</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>52</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>53</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>80</b>
<b>ANEXO A .....</b>	<b>81</b>

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

As cerâmicas odontológicas tem sido objeto de variadas linhas de pesquisas devido a constante evolução deste material e ao aumento de sua aplicação clínica (HÖLAND *et al.*, 2009). Características e limitações dos diferentes sistemas cerâmicos disponíveis no mercado indicam seu uso dependente da necessidade clínica. Assim, diversos fatores que norteiam a utilização das cerâmicas, entre eles, os tipos de cerâmicas, a rugosidade de superfície e sua estabilidade de cor, devem ser conhecidos.

O aumento da demanda por estética dentária e soluções protéticas práticas têm motivado inúmeros esforços acerca do aprimoramento tecnológico, biológico e mecânico dos materiais restauradores (SOUZA *et al.*, 2007; RASHID, 2014). Por apresentarem características como cor, translucidez e textura semelhante ao elemento dental, resistência à compressão, condutibilidade térmica, estabilidade química, radiopacidade, integridade marginal e biocompatibilidade, as cerâmicas se tornaram o principal material na odontologia estética restauradora (WRIGHT *et al.*, 2004; DALKIZ; SIPAHI; BEYDEMIR, 2009; KELLY; BENETTI, 2011).

Um conceito que auxilia na desmistificação das cerâmicas odontológicas, fornecendo subsídio para melhor entendimento, é o de que existem três principais classes de cerâmicas odontológicas: as predominantemente de material vítreo, as de vidro reforçado por partículas cristalinas (vitro-cerâmicas) e as policristalinas (KELLY, 1997). Basicamente, cerâmicas altamente estéticas são predominantemente vítreas e cerâmicas estruturalmente resistentes são geralmente policristalinas (KELLY; BENETTI, 2011). É importante ressaltar que as fabricantes de materiais odontológicos têm concentrado esforços no desenvolvimento de sistemas cerâmicos capazes de atender as necessidades funcionais e estéticas concomitantemente, afim de tornar possível a indicação de um único sistema para diferentes casos (CONRAD; SEONG; PESUN, 2007).

Vários sistemas cerâmicos tem sido desenvolvidos nas últimas décadas e podem ser classificados de diferentes formas. Outras duas classificações comumente encontradas

na literatura são: quanto à sensibilidade ao ácido fluorídrico, sendo, ácido-sensíveis – quando a matriz vítreia da cerâmica se degrada na presença do ácido fluorídrico (Ex: feldspática, feldspática com leucita, fluorapatita, dissilicato de lítio com leucita, dissilicato de lítio) e ácido resistentes – quando as cerâmicas sofrem pouca ou nenhuma degradação superficial na presença do ácido fluorídrico (Ex: alumina densamente sinterizada, zirconia densamente sinterizada e zirconia estabilizada por ítrio) (PARREIRA; SANTOS, 2006) e quanto ao método de processamento podendo ser estratificada, prensada/injetada e CAD/CAM (*computer aided design/computer aided manufacturing*) (ROLIM *et al.*, 2013).

De maneira geral, por serem translúcidas, as cerâmicas vítreas apresentam excelente qualidade ótica, proporcionando reflexão de luz próxima à estrutura dental (CHITMONGKOLSUK *et al.*, 2011). Caracterizam-se também por serem passíveis ao condicionamento pelo ácido fluorídrico (ácido-sensíveis), e em associação ao silano e cimentos resinosos, demonstram altos valores de adesividade ao substrato dental (POSPIECH, 2002). Esta combinação, favorece a indicação dos sistemas vitro-cerâmicos para resolução estética de casos envolvendo coroas totais, laminados cerâmicos e fragmentos cerâmicos. (POSPIECH, 2002; TOMAN; TOKSAVUL; AKIN, 2008; MADINA; OZCAN; BADAWI, 2010; CHITMONGKOLSUK *et al.*, 2011; )

Dentre as cerâmicas vítreas utilizadas para resoluções estéticas destacam-se a cerâmica prensada/injetada de dissilicato de lítio (IPS e.max Press, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) e a cerâmica estratificada de nanofluorapatita (IPS e.max Ceram, Ivoclar Vivadent AG), ambas objetos desta pesquisa.

O sistema IPS e.max Press consiste basicamente em uma estrutura vitro-cerâmica composta por duas fases cristalinas com 70% de dissilicato de lítio ( $\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ ) e uma fase vítreia, rica em sílica (HÖLAND *et al.*, 2006). Estes cristais de dissilicato de lítio medem aproximadamente de 3  $\mu\text{m}$  a 6  $\mu\text{m}$  de comprimento que garantem uma resistência flexural à cerâmica de cerca de 400 MPa. Apresentam-se comercialmente em forma de pastilhas com quatro níveis de translucidez (HT- High Translucency, LT- Low Translucency, MO- Medium Opacity, HO- High Opacity) e diversas cores que são

indicadas em função da aplicação clínica. Após aquecidas em forno do próprio sistema (915-920°C) são injetadas em um cilindro de revestimento obtido através da técnica da cera perdida (IVOCLAR VIVADENT, 2009). São indicadas para confecção de facetas, onlays/inlays, coroas unitárias e próteses parciais fixas de 3 elementos (CONRAD; SEONG; PESUN, 2007; DELLA BONA; KELLY, 2008). Estas restaurações prensadas, cromatizadas e altamente estéticas podem ser pigmentadas e/ou estratificadas com o IPS e.max Ceram, e como tratamento superficial final receberem o glaze (IVOCLAR VIVADENT, 2009).

O IPS e.max Ceram é uma cerâmica vítreia de cobertura de baixa fusão (740-750°C) que contém cristais de nanofluorapatita, exibindo uma estrutura cristalina similar à do dente vital. É uma cerâmica com alto potencial estético e baixa resistência flexural (90 MPa). As propriedades ópticas são controladas pelos cristais de nanofluorapatita de comprimento que variam de 100 nm a 300 nm e cristais de microfluorapatita de 1 a 2 µm que em diferentes concentrações tornam possível a combinação de diferentes graus de translucidez, luminosidade e opalescência. Apresentam-se comercialmente em forma de pó com variadas opções de materiais de estratificação, que com auxílio do líquido específico (Build-Up Liquid, Ivoclar Vivadent AG), permitem ao técnico de laboratório a personalização da forma e estética das restaurações. Podem ser indicadas tanto para estratificação e caracterização de restaurações do sistema IPS e.max (IPS e.max Press, IPS e.max ZirPress, IPS e.max CAD, IPS e.max ZirCAD) quanto para confecção de facetas estratificadas diretamente sobre revestimentos refratários (IVOCLAR VIVADENT, 2009).

A fim de adequar a rugosidade de superfície e melhorar as propriedades físicas e mecânicas da cerâmica, são realizados procedimentos de acabamento através do polimento e/ou glaze, proporcionando superfícies mais lisas e esteticamente favoráveis (DA SILVA *et al.*, 2014). Tais procedimentos minimizam o risco de degradação e desgaste da própria cerâmica, desgaste dos dentes antagonistas, acúmulo de biofilme, irritação gengival e manchas/alteração de cor da cerâmica, contribuindo dessa forma para o sucesso clínico e conforto do paciente (YILMAZ *et al.*, 2008; YUZUGULLU *et al.*, 2008; SARIKAYA; GULER, 2010).

Alguns autores (KIM *et al.*, 2003) consideram que devido ao maior controle durante o acabamento final da restauração cerâmica, o processo de polimento pode proporcionar uma superfície com características mais semelhantes ao dente natural. Em contrapartida, diversos outros estudos (BOTTINO *et al.*, 2006; SAMRA *et al.*, 2008; MOTRO; KURSOGLU; KAZAZOGLU, 2012; KURSOGLU; MOTRO; KAZAZOGLU, 2014; STEINER *et al.*, 2015) demonstram que o glaze é mais efetivo do que o polimento, alcançando melhores resultados quanto a lisura e brilho de superfície e contra propagação de trincas, sendo em geral, preconizado para finalização da superfície da peça cerâmica.

Para se obter o glaze, uma fina camada de cerâmica específica, de baixa fusão, é colocada na superfície da peça cerâmica e levada ao forno para ser queimada em uma temperatura inferior, recomendada pelo fabricante, à da queima que originou a peça restauradora (AKSOY *et al.*, 2006; PEREIRA *et al.*, 2008). Esta camada é responsável pelo preenchimento dos poros e irregularidades superficiais existentes na cerâmica. Dessa forma, o glaze, além de proporcionar brilho e lisura à peça cerâmica, também é efetivo contra propagação de trincas na superfície externa, diminuindo o risco de fratura da cerâmica (ANUSAVICE, 2005; AKSOY *et al.* 2006).

Durante o processo de adaptação clínica e cimentação da peça cerâmica é comum que haja necessidade, de pequenos ajustes funcionais e estéticos através de desgastes com pontas diamantadas, acarretando em perda da camada de glaze e consequentemente em alteração da rugosidade e brilho superficial da cerâmica (AL-WAHADNI; MARTIN, 1998, CHANG *et al.*, 2011; RASHID, 2014). Tanto a aplicação de uma nova camada de glaze quanto a utilização de sistemas de acabamento e polimento são opções para retomada da lisura perdida na pequena área ajustada. Entretanto, diante das desvantagens apresentadas pela realização de um novo glaze tais como: demanda de tempo, risco de alteração de cor e fragilização da cerâmica (RAIMONDO; RICHARDSON; WIEDNER, 1990; PATTERSON *et al.*, 1992; WRIGHT *et al.*, 2004), diversos autores têm pesquisado acerca da efetividade da utilização de diferentes sistemas de acabamento e polimento extra oral, ou seja, aqueles polimentos realizados antes da peça ser cimentada.

É importante ressaltar que a eficácia dos sistemas de polimento é determinada por vários fatores, dentre os quais a estrutura e as propriedades mecânicas das partículas cristalinas e da matriz vítreia das cerâmicas, a diferença de dureza entre os dispositivos de polimento e as cerâmicas, a composição dos dispositivos, o tamanho e forma das partículas abrasivas dos dispositivos, a velocidade e a pressão que os dispositivos são aplicados sobre as cerâmicas, o emprego dos dispositivos de polimento com ou sem uso de refrigeração e/ou lubrificação (glicerina, vaselina) (KELLY, 1997; ANUSAVICE, 2005). Apesar das informações sobre os protocolos de utilização serem detalhadas pelo fabricante de cada sistema de polimento, não existe um consenso na literatura quanto a reprodução destes protocolos.

Atualmente, diversos sistemas de polimento para cerâmicas têm sido comercializados e, segundo os fabricantes, são capazes de promover uma lisura comparável àquela obtida com a aplicação do glaze em laboratório. Entre eles, destacam-se o sistema SHOFU (Shofu Inc, Japão) e o sistema EDENTA (Edenta AG, Suíça) ambos sistemas de polimento utilizados nesta pesquisa.

A manutenção da estética e a estabilidade de cor são fatores cruciais para o sucesso das restaurações cerâmicas (LEE *et al.*, 2011; TURGUT; BAGIS, 2011). Alguns autores (KELLY, 1997; ANUSAVICE, 2005; KELLY; BENETTI, 2011) defendem que a cerâmica é um material inerte com estabilidade química e que, consequentemente, possui estabilidade de cor. Em contrapartida, vários estudos (ERTAN; ŞAHIN, 2005; ATAY *et al.*, 2008; SAMRA *et al.*, 2008; YILMAZ *et al.*, 2008; TURGUT; BAGIS, 2011; MOTRO; KURSOGLU; KAZAZOGLU, 2012; AKAR *et al.*, 2014; KURSOGLU; MOTRO; KAZAZOGLU, 2014) demonstram que a cerâmica pode sofrer alteração de cor devido a fatores intrínsecos e, principalmente, a fatores extrínsecos. Fatores intrínsecos envolvem a alteração da matriz cerâmica e do glaze, ao passo que fatores extrínsecos estão relacionados à absorção de corantes, como resultado de contaminação de fontes exógenas. Vale ressaltar que a frequência de ingestão e o tipo de solução relacionada aos hábitos alimentares (café, refrigerante, vinho), a higiene oral, a absorção de água e a rugosidade de superfície da cerâmica, são fatores diretamente relacionadas ao grau de alteração de cor que o material restaurador pode sofrer (RAIMONDO;

RICHARDSON; WIEDNER, 1990; AL-WAHADNI; MARTIN, 1998; GULER; KURT; KULUNK, 2005).

A estabilidade de cor da cerâmica tem sido alvo de diferentes tipos de pesquisas. Diversos autores têm investigado a estabilidade de cor da cerâmica associada a diferentes fatores: repetidas queimas da cerâmica (YILMAZ; ÖZÇELIK; WEE, 2009), envelhecimento da cerâmica submetida a diferentes tratamentos de superfície (ATAY et al., 2007), espessura da cerâmica e cimento utilizado (NIU; AGUSTIN; DOUGLAS, 2014), substrato (AZER et al., 2011), tratamento de superfície (SARIKAYA; GULER, 2011). Entretanto, poucos estudos têm relacionado a alteração de cor da porcelana submetida a diferentes tratamentos de superfície após imersas em solução com potencial pigmentante (YLMAZ et al., 2008; ATAY et al., 2009; MOTRO; KURSOGLU; KAZAZOGLU, 2012; KURSOGLU; MOTRO; KAZAZOGLU, 2014).

Assim, existem vários fatores importantes inerentes a rugosidade de superfície e estabilidade de cor das cerâmicas. Diversas variáveis ainda podem ser associadas e muitas pesquisas podem ser realizadas buscando melhor entendimento acerca do assunto.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência do tratamento de superfície na rugosidade e na alteração de cor das cerâmicas prensada à base de dissilicato de lítio e estratificada de nanofluorapatita após imersão em solução de café.

Este trabalho foi redigido em formato de artigo científico, conforme o Regimento do Programa de Pós-Graduação em Clínica Odontológica da Universidade Federal do Espírito Santo, de acordo com as normas da revista *The Journal of Prosthetic Dentistry* (ANEXO A).

## **2. ARTIGO (VERSÃO EM PORTUGUÊS)\***

**TÍTULO: influência do tratamento de superfície na rugosidade e na alteração de cor de duas cerâmicas odontológicas**

Lucas Campagnaro Maciel<sup>a</sup> e Anuar Antônio Xible<sup>b</sup>

Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Vitória, Espírito Santo, Brasil

<sup>a</sup> Aluno, Mestrado em clínica Odontológica, Programa de Pós-Graduação em Clínica Odontológica, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Vitória, Espírito Santo, Brasil

<sup>b</sup> Professor Associado 1, Departamento de Prótese Dentária, Curso de Odontologia, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Vitória, Espírito Santo, Brasil

Endereço de correspondência:

Lucas Campagnaro Maciel

Rua Desembargador Eurípedes Queiroz do Vale, 550, apt 907 - Jardim Camburi, Vitória, Espírito Santo, Brasil.

Cep 29090-090

Tel: (27) 9.8826-1708.

Email: lucascmaciel@hotmail.com

## 2.1 INTRODUÇÃO

A busca pela aplicação clínica de materiais que possibilitem a reprodução das características ópticas mais próximas as do elemento dental, tem acarretado no aumento da demanda por restaurações cerâmicas.<sup>1</sup> Por apresentarem biocompatibilidade, longevidade clínica, cor, translucidez e textura superficial semelhantes ao esmalte dental as cerâmicas tornaram-se o material de eleição na odontologia restauradora estética.<sup>2-5</sup>

Idealmente, após finalizadas em laboratório, as restaurações cerâmicas não deveriam sofrer desgastes durante o processo de adaptação clínica da peça, evitando assim, a perda do brilho e lisura superficial fornecidos pela aplicação do glaze.<sup>6</sup> No entanto, é comum nesta etapa que pequenos ajustes estéticos e funcionais sejam realizados, e a camada de glaze restrita a região desgastada, seja perdida deixando exposta uma superfície rugosa.<sup>6-8</sup>

Para minimizar o risco de degradação e desgaste da própria cerâmica, desgaste dos dentes antagonistas, acúmulo de biofilme, irritação gengival, manchas e fratura da cerâmica, torna-se necessário a utilização de sistemas de polimento que adequem a rugosidade de superfície.<sup>9-11</sup> Tais sistemas devem ser capazes de devolver brilho e lisura semelhantes aos alcançados pelo glaze<sup>6,8,12</sup>, proporcionando melhora das propriedades físicas e mecânicas da cerâmica.

Outro aspecto importante para o sucesso clínico das restaurações cerâmicas é sua estabilidade de cor.<sup>13,14</sup> Apesar de apresentarem estabilidade química<sup>3,4,15</sup>, restaurações desgastadas por ajustes e/ou polidas também podem ser suscetíveis à alteração de cor, mas, o uso de materiais de polimentos adequados, compatíveis com a cerâmica, pode reduzir a possibilidade de manchas superficiais.<sup>16-18</sup>

Diversos estudos têm sido realizados acerca da rugosidade de superfície<sup>19-22</sup> e estabilidade de cor de diferentes cerâmicas.<sup>13,23-27</sup> Entretanto, poucos trabalhos correlacionam a alteração de cor da cerâmica com sua rugosidade após imersão em solução pigmentadora.<sup>9,17,18,28</sup> Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a

influência do tratamento de superfície na rugosidade e na alteração de cor das cerâmicas vítreas prensada e de cobertura, após imersão em solução de café. As hipóteses nulas do trabalho foram: (1) As cerâmicas prensada de dissilicato de lítio e de cobertura de nanofluorapatita não sofrem alteração de cor após imersão em solução de café, independente do tratamento de superfície que recebem e que (2) não existe correlação entre rugosidade de superfície e alteração de cor das diferentes cerâmicas do estudo.

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram confeccionados 88 discos cerâmicos com 1.0 mm de espessura e 10.0 mm de diâmetro sendo 44 de cerâmica vítreia de cobertura de nanofluorapatita – Grupo C (IPS e.max Ceram-A1 TI 1, Ivoclar Vivadent AG) e 44 de cerâmica vítreia prensada de dissilicato de lítio – Grupo P (IPS e.max Press- LT A1; Ivoclar Vivadent AG). Os espécimes de cada grupo foram divididos aleatoriamente em 04 subgrupos de acordo com o tratamento de superfície que receberam: (G) Glaze (Ivoclar Vivadent AG), (S) sistema de polimento Shofu (CeraMaster Coarse, CeraMaster, Dura-Polish Dia; Shofu Inc), (E) Sistema de polimento Edenta (Ceragloss; Edenta AG) e (KG) Ponta diamantada nº 3139FF (KG Sorensen). As cerâmicas e o desenho experimental do estudo estão apresentados na tabela 1 e figura 1, respectivamente.

**Tabela 1.** Dados sobre os sistemas cerâmicos utilizados no estudo.

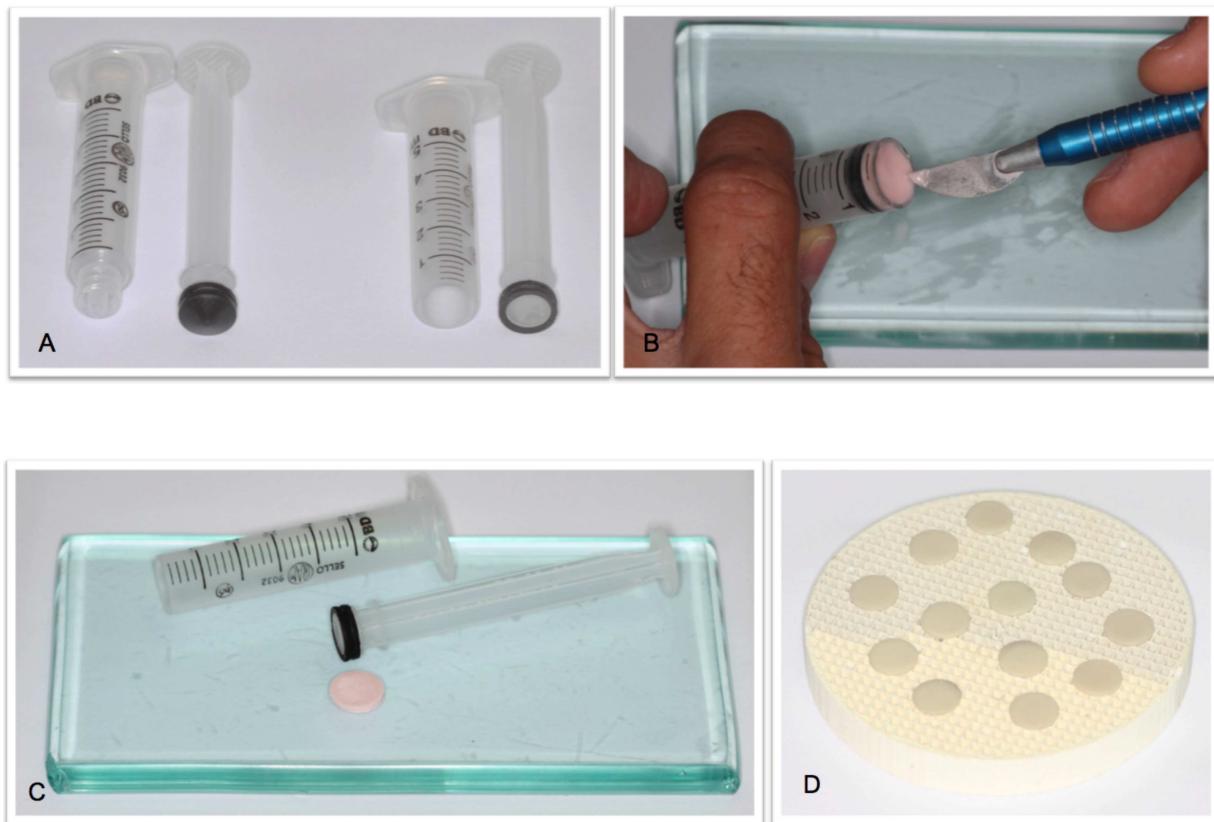
Cerâmica	Material	Fabricante	Lote
IPS e.max Ceram (Cerâmica de cobertura)	Nanofluorapatita	Ivoclar Vivadent AG	U11280 (Cerâmica) U04688 (Liquid allround)
IPS e.max Press (Cerâmica prensada)	Dissilicato de Lítio	Ivoclar Vivadent AG	U01738 (Pastilhas)

CERÂMICA (Grupo)	TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE (Subgrupo)	ABREVIATURA (Grupo + Subgrupo)
 Cerâmica de cobertura IPS e.max Ceram (Ivoclar Vivadent AG) <b>(Grupo C)</b>	+  <b>G</b> – Glaze (Ivoclar Vivadent AG) <b>S</b> – Sistema polimento Shofu (Shofu Inc) <b>E</b> – Sistema polimento Edenta (Edenta AG) <b>KG</b> – Ponta diamantada 3139FF (KG Sorensen)	 <b>CG</b> n = 10 + 1*  <b>CS</b> n = 10 + 1*  <b>CE</b> n = 10 + 1*  <b>CKG</b> n = 10 + 1*
 Cerâmica prensada IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent AG) <b>(Grupo P)</b>	+  <b>G</b> – Glaze (Ivoclar Vivadent AG) <b>S</b> – Sistema polimento Shofu (Shofu Inc) <b>E</b> – Sistema polimento Edenta (Edenta AG) <b>KG</b> – Ponta diamantada 3139FF (KG Sorensen)	 <b>PG</b> n = 10 + 1*  <b>PS</b> n = 10 + 1*  <b>PE</b> n = 10 + 1*  <b>PKG</b> n = 10 + 1*

**\*1 espécime de cada subgrupo foi separado para microscopia eletrônica de varredura**

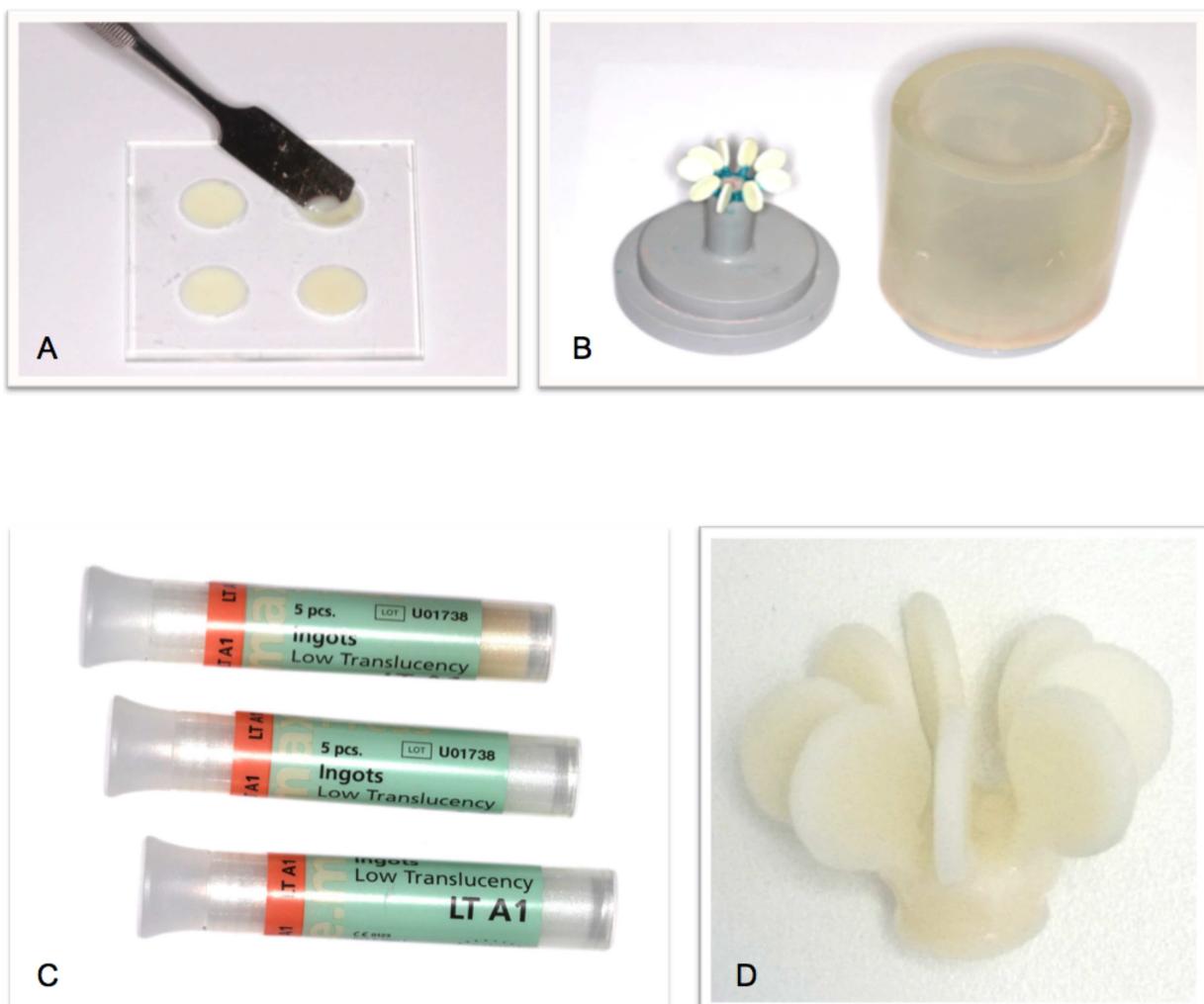
**Figura 1.** Desenho experimental. Cerâmicas e tratamentos de superfícies usados no estudo.

Para confecção dos espécimes de cerâmica de cobertura (Grupo C), uma seringa descartável modificada de 5 ml (Seringa descartável Luer Lock - BD) foi utilizada como matriz após adequação da sua ponta e da extremidade do êmbolo através de um disco diamantado dupla face (KG Sorensen) montado em peça de mão de micro motor elétrico (Strong 210/105L; KOTA) e lixa de carbeto de silício (Lixa D'Água T223 #220, NORTON). Para cada espécime foi acrescido 5 gotas do líquido (Build-Up Liquid; Ivoclar Vivadent AG) a 200 mg de pó cerâmico, que após homogeneizados em uma placa de vidro, foram introduzidos na seringa. Com pressão digital sobre o êmbolo e extremidade da seringa, a massa cerâmica foi compactada e o excesso de umidade removido com auxílio de papel absorvente (Snob; Santher). Em seguida, a massa cerâmica em formato de disco foi removida da seringa e levada ao forno EP3000 (Ivoclar Vivadent AG) para cocção com temperatura final de 770 °C, seguindo instruções do fabricante. Este processo foi repetido para confecção de cada espécime deste grupo (Figura 2A - D).



**Figura 2A-D.** Etapas de produção dos espécimes de cerâmica de cobertura. **A-** seringa descartável antes e após adequação da sua ponta e extremidade do êmbolo; **B-** introdução da massa cerâmica na seringa adaptada; **C-** massa cerâmica em formato de disco pronta para ser levada ao forno para cocção; e **D-** espécimes após cocção.

Os espécimes de cerâmica prensada (Grupo P) foram obtidos através da técnica da cera perdida, conforme instruções do fabricante. Com auxílio de uma matriz acrílica, discos de cera orgânica (Inowax; Formaden) foram confeccionados, incluídos em material de revestimento (IPS PressVest; Ivoclar Vivadent AG) e colocados no forno (A200; Oga) a 850 °C por 1 hora para evaporação da cera. Em seguida, o cilindro de revestimento foi levado ao forno do sistema IPS e.max para injeção das pastilhas de dissilicato de lítio (915 - 920°C). Após resfriamento o revestimento foi eliminado e a camada de reação, que é formada durante este procedimento, foi removida com imersão dos discos cerâmicos por 10 minutos em uma solução ácida (Invex Liquid; Ivoclar Vivadent AG) seguido de jateamento com óxido de alumínio de 50 µm (Monojato Gold Line; Essence dental VH) (Figura 3A - D).



**Figura 3A-D.** Etapas de produção dos espécimes de cerâmica prensada. **A-** Cera orgânica sendo vertida no interior da matriz acrílica; **B-** discos de cera em posição no cilindro prontos para receber o material de revestimento e ser levado ao forno para evaporação da cera; **C-** pastilhas da cerâmica IPS e.max Press, Ivoclar Vivadent; e **D-** espécimes prontos após remoção do material de revestimento, camada de reação e jateamento com óxido de alumínio 50 µm.

Os ajustes da espessura e superfícies de todos discos foram realizados com auxílio de lixas de papel impregnadas com carbeto de silício (#600, #800, #1000 e #1200; NORTON) montadas em politriz (APL-04D; Arotec Industria e Comércio) sob irrigação. Para controle da espessura, um paquímetro digital (502.150BL; King Tools) foi utilizado, garantindo uniformidade de 1.0 mm (+/- 0,1 mm) de espessura a todos espécimes. Terminada esta etapa, foi aplicado glaze (Glaze paste e stain liquid; Ivoclar

Vivadent AG) em todas as superfícies de todos espécimes, seguindo instruções do fabricante.

Os espécimes dos subgrupos Glaze (CG e PG) não foram submetidos a nenhum outro tipo de tratamento de superfície e formaram os grupos controle. Os espécimes restantes receberam ajuste superficial em uma das faces com a ponta diamantada 3139FF de 30 µm de granulação, montada em peça de mão elétrica (Neosurg Pro; NSK) a 20.000 rpm sob constante pressão digital e refrigeração com água durante 30 s, e a cada 5 espécimes ajustados uma nova ponta diamantada foi utilizada. Os subgrupos KG (CKG e PKG) foram formados pelos espécimes ajustados pela ponta diamantada e que não receberam qualquer polimento posterior a este ajuste. Nos subgrupos S (CS e PS), os espécimes tiveram suas superfícies polidas pelo sistema de polimento Shofu. Obedecendo uma ordem decrescente de abrasividade, as pontas CeraMaster Coarse e CeraMaster foram utilizadas sob constante pressão digital a 20.000 rpm por 10 s cada, seguidas pela pasta de polimento (Dura-Polish Dia) e filtro de algodão a 10.000 rpm por 10 s, totalizando o tempo de 30 s de utilização do sistema de polimento completo para cada espécime. De forma semelhante, nos subgrupos E (CE e PE), os espécimes tiveram sua superfície ajustada pelo sistema de polimento da Edenta AG (Ceragloss) onde, foram utilizadas as pontas verde e em seguida a azul sob constante pressão digital a 20.000 rpm por 10 s cada, seguidas pela ponta amarela a 10.000 rpm por 10 s, porém, sem a utilização da pasta de polimento, conforme especificação do fabricante. A confecção e tratamento de superfície dos espécimes foram realizados pelo mesmo investigador, calibrado previamente através do estudo piloto. Após o tratamento de superfície, os espécimes foram limpos em cuba ultrassônica (Lavadora Ultrassônica L100; Schuster) por 180 s, lavados em água corrente por 15 s e secos em papel absorvente (Snob; Santher).

Para auxiliar na identificação do lado que teve sua superfície tratada e que portanto, seria submetido aos testes de análise da rugosidade de superfície e alteração de cor, foram realizadas pequenas marcações com uma caneta preta de ponta fina (1.0 mm tinta permanente; PILOT) na extremidade distante do centro do espécime, no lado

não tratado. Nos subgrupos Glaze, a marcação foi realizada aleatoriamente em um dos lados e os testes foram realizados na superfície não marcada.

Todos os espécimes foram submetidos a medição dos padrões de rugosidade de superfície ( $R_a$ ) por um Rugosímetro (Surftest 301/178-928; Mitutoyo) previamente calibrado e tiveram seus dados registrados em micrômetros ( $\mu\text{m}$ ). Foram realizadas quatro leituras em diferentes direções e calculada a média aritmética destas leituras, obtendo assim a  $R_a$  de cada espécime. Em seguida, os dados iniciais da cor dos espécimes foram registrados de acordo com o sistema de cor CIE  $L^* a^* b^*$  (Commission Internationale de l'Eclairage). Através de um espectrofotômetro (Vita Easyshade Advance 4.0; Vita-zahnfabrik), foram realizadas 3 leituras em cada espécime e calculada a média aritmética de cada coordenada ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) obtidas por estas leituras. Antes da tomada de cor de cada espécime, o aparelho era calibrado, de acordo com as instruções do fabricante.

Os espécimes foram imersos em recipientes plásticos individualizados preenchidos pela solução de café. Para o preparo da bebida pigmentante, foram utilizados uma máquina de café expresso (Nespresso; Nestlé) e cápsulas de café de intensidade 4 (Volluto; Nestlé), produzindo 40 ml de solução de café por cápsula. Em seguida, os espécimes imersos em solução de café foram estocados em estufa (estufa incubadora; Quimis) a 37°C por 12 dias, simulando o consumo da bebida por um ano.<sup>29</sup> Para garantir homogeneidade, a cada 3 dias a solução foi agitada com auxílio de uma espátula metálica esterilizada (n° 24; Golgran). Passados 12 dias as amostras foram removidas da estufa, e com auxílio de uma pinça esterilizada (Pinça clínica 317; Golgran), lavadas em água corrente e secas em papel absorvente (Snob; Santher).

Utilizando o mesmo aparelho, sob as mesmas condições, os espécimes foram submetidos ao registro de cor final. Para análise da alteração da cor foi calculado o  $\Delta E$ , através da fórmula  $\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ . Uma amostra de cada subgrupo não submetida ao agente pigmentante foi selecionada aleatoriamente para análise qualitativa da sua superfície em microscópio eletrônico de varredura (JSM-6610LV; Jeol).

Para análise estatística, os dados foram submetidos ao teste ANOVA 1 fator seguido pelo teste de Duncan (comparação entre os tratamentos de superfície), ao teste t (comparação entre as cerâmicas) e à correlação de Pearson (correlação entre alteração de cor e rugosidade de superfície). O nível de significância adotado foi de 5%.

### 2.3 RESULTADOS

As médias e os desvios padrões da rugosidade de superfície (Ra) estão expressos em micrômetros na Tabela 2 segundo os testes ANOVA a 1 fator e Duncan ( $p<0,05$ ). Os tratamentos de superfície interferem no Ra de todos os grupos ( $p<0,05$ ). Tanto no grupo C quanto no grupo P os menores valores de Ra foram encontrados nos subgrupos G (Glaze) e os maiores nos subgrupos KG (Ponta diamantada). Os subgrupos S (Shofu) apresentaram menor Ra do que os subgrupos E (Edenta) (CS < CE e PS < PE).

**Tabela 2.** Médias e desvios padrões das Rugosidades de superfícies (Ra) expressos em  $\mu\text{m}$  na comparação entre os diferentes tipos de tratamento de superfície.

Grupos	Subgrupos (n=10)	Rugosidade de superfície ( $\mu\text{m}$ )	Desvio padrão ( $\mu\text{m}$ )
C - (IPS e.max Ceram)	G (Glaze)	0,082 <sup>A</sup>	0,008
	S (Shofu)	0,286 <sup>B</sup>	0,038
	E (Edenta)	0,522 <sup>C</sup>	0,044
	KG (Ponta diamantada)	1,003 <sup>D</sup>	0,009
P - (IPS e.max Press)	G (Glaze)	0,081 <sup>A</sup>	0,018
	S (Shofu)	0,195 <sup>B</sup>	0,011
	E (Edenta)	0,284 <sup>C</sup>	0,024
	KG (Ponta diamantada)	0,808 <sup>D</sup>	0,018

\* Testes ANOVA 1 fator e Duncan ( $p<0,05$ )

\*\* Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa entre os subgrupos.

Segundo o teste t ( $p<0,05$ ), com exceção dos espécimes dos subgrupos G que apresentaram lisura superficial estatisticamente semelhante em C e P, de maneira geral, os valores da Ra em C foram maiores do que em P, sendo CS > PS, CE > PE e CKG > PKG (Tabela 3).

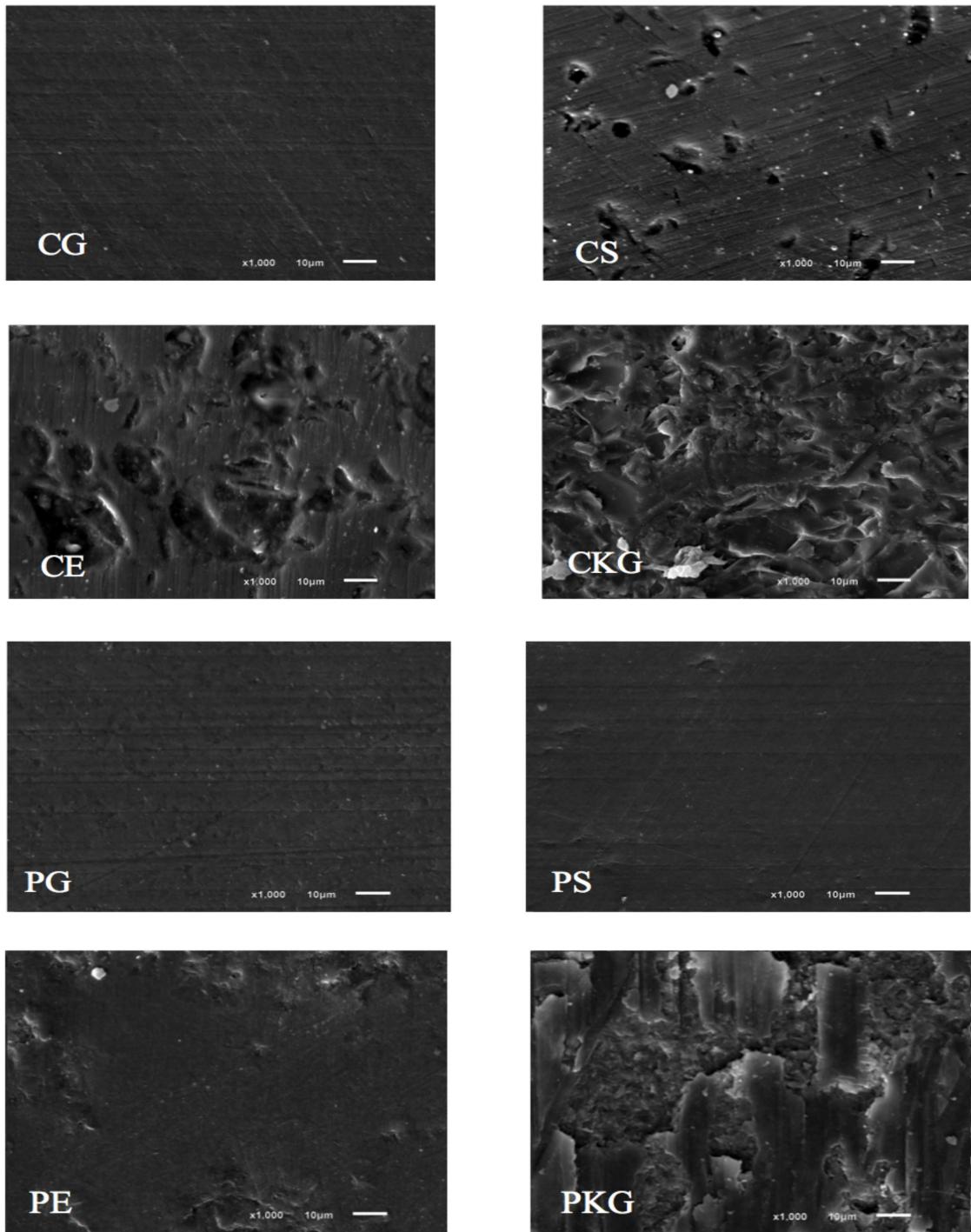
**Tabela 3.** Médias e desvios padrões das rugosidades de superfícies (Ra) expressos em  $\mu\text{m}$  na comparação entre as duas cerâmicas submetidas aos mesmos tratamentos de superfícies.

Grupo + Subgrupo	Rugosidade de superfície ( $\mu\text{m}$ )	Desvio padrão ( $\mu\text{m}$ )
CG	0,082 <sup>A</sup>	0,008
PG	0,081 <sup>A</sup>	0,018
CS	0,286 <sup>A</sup>	0,038
PS	0,195 <sup>B</sup>	0,011
CE	0,522 <sup>A</sup>	0,044
PE	0,284 <sup>B</sup>	0,024
CKG	1,003 <sup>A</sup>	0,009
PKG	0,808 <sup>B</sup>	0,018

\* Teste t ( $p<0,05$ )

\*\* Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa entre os subgrupos.

As imagens da microscopia eletrônica de varredura (MEV) ilustram qualitativamente os resultados encontrados pelos testes realizados com o rugosímetro. Observa-se, em ambas cerâmicas, a seguinte ordem crescente de rugosidade nos subgrupos: G < S < E < KG (Figura 4).



**Figura 4.** Microscopia eletrônica de varredura (x 1.000) das cerâmicas de cobertura (Grupo C) e das cerâmicas prensada (Grupo P) após diferentes tratamentos de superfície: G (Glaze), S (Sistema de polimento da Shofu Inc), E (sistema de polimento da Edenta AG) e KG (Ponta diamantada 30 µm).

Os resultados de ANOVA a 1 fator e Duncan para os valores médios e desvios padrões da alteração de cor ( $\Delta E$ ) estão descritos na tabela 4 ( $p<0,05$ ). Tanto em C quanto em P a ordem crescente de  $\Delta E$  para os diferentes tipos de tratamento de superfície foi: G < S < E < KG.

**Tabela 4.** Médias e desvios padrões da alteração de cor ( $\Delta E$ ).

<b>Grupos</b>	<b>Subgrupos (n=10)</b>	<b><math>\Delta E</math></b>	<b>Desvio padrão</b>
C - (IPS e.max Ceram)	G (Glaze)	0,564 <sup>A</sup>	0,065
	S (Shofu)	0,848 <sup>B</sup>	0,118
	E (Edenta)	1,225 <sup>C</sup>	0,259
	KG (Ponta diamantada)	2,009 <sup>D</sup>	0,165
P - (IPS e.max Press)	G (Glaze)	0,594 <sup>A</sup>	0,095
	S (Shofu)	2,821 <sup>B</sup>	0,351
	E (Edenta)	3,348 <sup>C</sup>	0,245
	KG (Ponta diamantada)	3,943 <sup>D</sup>	0,122

\* Testes ANOVA 1 fator e Duncan ( $p<0,05$ )

\*\* Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa entre os subgrupos

O teste t ( $p<0,05$ ) demonstra que exceto nos subgrupos G, onde não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes, os valores de  $\Delta E$  foram maiores em P do que em C, sendo PS > CS, PE > CE e PKG > CKG (Tabela 5).

**Tabela 5.** Médias e desvios padrões da alteração de cor ( $\Delta E$ ) na comparação entre as duas cerâmicas submetidas aos tratamentos de superfícies.

Grupo + Subgrupo	$\Delta E$	Desvio padrão
CG	0,564 <sup>A</sup>	0,065
PG	0,594 <sup>A</sup>	0,095
CS	0,848 <sup>A</sup>	0,118
PS	2,821 <sup>B</sup>	0,351
CE	1,225 <sup>A</sup>	0,259
PE	3,348 <sup>B</sup>	0,245
CKG	2,009 <sup>A</sup>	0,165
PKG	3,943 <sup>B</sup>	0,122

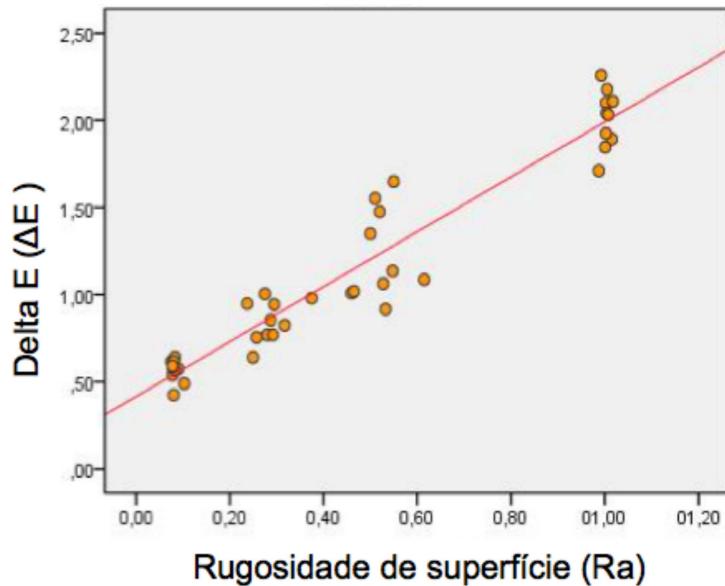
\* Teste t ( $p<0,05$ )

\*\* Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa entre os subgrupos.

Numa análise geral, não houve diferença estatística significante entre CG e PG (grupos controles) para nenhuma das análises (rugosidade e  $\Delta E$ ) e os menores valores foram encontrados nestes grupos.

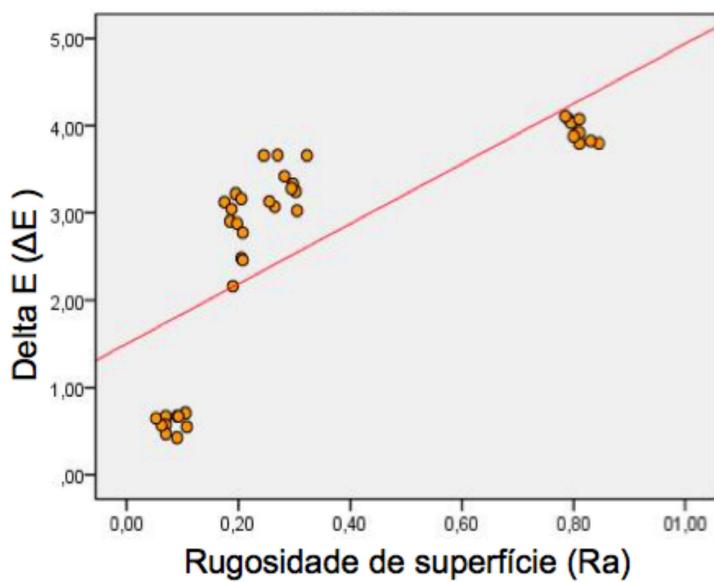
É possível observar através da Correlação de Pearson uma correlação forte e positiva, ou seja, a medida que a rugosidade de superfície aumenta o  $\Delta E$  também aumenta, tanto no grupo C quanto no grupo P (figuras 5 e 6).

Grupo C – Cerâmica de Cobertura



**Figura 5.** Correlação de Pearson. Gráfico de dispersão entre rugosidade de superfície (Ra) e Alteração de cor ( $\Delta E$ ) no Grupo C.

Grupo P – Cerâmica Prensada



**Figura 6.** Correlação de Pearson. Gráfico de dispersão entre rugosidade de superfície (Ra) e alteração de cor ( $\Delta E$ ) no Grupo P.

## 2.4 DISCUSSÃO

No presente estudo foi avaliado a influência do tratamento de superfície na rugosidade e na alteração de cor de duas cerâmicas odontológicas comumente utilizadas em áreas estéticas, após imersão em solução de café. O café foi escolhido por ser uma bebida mundialmente conhecida e consumida rotineiramente por jovens adultos, possíveis portadores das cerâmicas estudadas nesta pesquisa. Baseado nos resultados deste estudo, as duas hipóteses nulas foram rejeitadas, tendo visto que quando imersos em solução de café por 12 dias, os espécimes de ambas cerâmicas sofreram alteração de cor, independente do tratamento de superfície que receberam, e tanto na cerâmica de cobertura quanto na cerâmica prensada quanto maior a rugosidade de superfície, maior foi a alteração de cor observada.

Os ajustes estéticos e funcionais realizados na peça cerâmica podem afetar sua superfície resultando em alteração da rugosidade e brilho alcançados pelo glaze.<sup>7,8</sup> Uma opção para retomada da lisura e brilho perdido frente aos ajustes é uma nova aplicação do glaze na peça, porém este processo demanda tempo e pode resultar em alteração de cor da cerâmica. Para substituir este tratamento de superfície, tem sido recomendado o uso de sistemas de acabamento e polimento.<sup>5,30,31</sup> Diante das desvantagens de um novo glaze, Al-Wahadni e Martin<sup>7</sup> e Goldstein *et al.*<sup>32</sup> relatam que a utilização de pontas diamantadas e borrachas abrasivas também podem fornecer uma lisura clinicamente aceitável.

Em testes laboratoriais, Manjuran e Sreelal<sup>33</sup> investigaram a eficácia de um sistema de polimento na rugosidade de superfície da cerâmica feldspática (Vintage Halo, Shofu Inc) e relataram que a combinação do sistema de polimento + pasta de polimento (sistema de ajuste cerâmico Shofu e Dura-Polish Dia, Shofu Inc) produziram superfícies mais lisas do que o glaze. Com o mesmo objetivo, Sarac *et al.*<sup>19</sup> avaliaram o efeito de diferentes técnicas de polimento na rugosidade de superfície da cerâmica feldspática (Vitadur Alpha, VITA) e constataram que tanto a utilização somente do sistema de polimento (Shofu Inc) quanto em conjunto com a pasta de polimento (Ultra II, Shofu Inc) geraram superfícies tão lisas quanto às do glaze. Entretanto, diversos

autores<sup>17,18,24,34</sup> demonstraram que os sistemas de polimento são menos efetivos em gerar superfícies polidas do que o tratamento com glaze, independente da cerâmica avaliada. Isto está de acordo com os resultados obtidos no presente estudo, onde foi constatado que os dois sistemas de polimento usados (Shofu Inc e Edenta AG) não alcançaram lisura superficial semelhante ao glaze nas cerâmicas testadas (IPS e.max Ceram e IPS e.max Press). Ainda assim, apesar do Ra apresentado pelos sistemas de polimentos serem maiores dos que os apresentados pelo glaze, todos subgrupos de polimento demonstraram显著mente menor rugosidade de superfície do que os subgrupos tratados apenas com ponta diamantada. As imagens do MEV ilustram as diferenças entre os tipos de tratamentos de superfície. Em ambas cerâmicas, superfícies com menores irregularidades são encontradas nos subgrupos glaze. (Figura 4).

Fuzzi *et al.*<sup>35</sup> relataram em seu trabalho que a pasta de polimento oferece uma ligeira melhoria do brilho e rugosidade de superfície quando usada após o sistema de polimento. Em concordância, Bottino *et al.*<sup>36</sup> investigaram diferentes técnicas de polimento que resultassem em lisura de superfície similar ao glaze e afirmaram que a pasta de polimento deve ser utilizada após as borrachas de polimento proporcionando melhores resultados. No presente trabalho, uma superfície显著mente mais lisa pôde ser observada nos subgrupos S (PS e CS) quando comparadas aos subgrupos E (PE e CE). Todos os procedimentos de polimento seguiram as instruções do fabricante, entretanto, em concordância com alguns estudos<sup>17,21,34,35</sup>, estes achados podem ser atribuídos a provável diferença entre os sistemas, além da utilização da pasta de polimento nos subgrupos S, em contraste com a não utilização desta nos subgrupos E, pois segundo o fabricante, seu uso não se faz necessário. Por outro lado, os espécimes que foram ajustados apenas com a ponta diamantada de 30 µm apresentaram maior rugosidade de superfície e as imagens do MEV comprovam este fato (figura 4).

A alteração da cor da cerâmica odontológica pode ser observada e avaliada visualmente ou através de instrumentos como os espectrofotômetros e colorímetros que potencialmente eliminam erros na avaliação subjetiva da cor.<sup>37-39</sup> Os espectrofotômetros modernos são capazes de detectar diferenças de cor abaixo do limite visual de

percepção humana, convertendo matematicamente a cor registrada em coordenadas tridimensionais ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) do sistema CIELab, desenvolvido pela Comissão Internacional de Iluminação (CIE), e apresentando valores que são expressos em  $\Delta E$ .<sup>40</sup> Para obtenção de medições precisas e avaliação quantitativa da alteração de cor, no presente estudo foi utilizado um espectrofotômetro (Vita Easyshade Advance 4.0, Vita-zahnfabrik).

Embora diversos estudos tenham utilizado valores de  $\Delta E$  como parâmetros para estabelecer limites toleráveis de alteração de cor, ainda não existe um consenso na literatura acerca do valor de  $\Delta E$  que possa ser percebido pelo olho humano e se este valor pode ser considerado clinicamente relevante. Ishikawa-Nagai *et al.*<sup>41</sup> relatam que o valor de  $\Delta E = 1,6$  é uma alteração de cor não detectada pelo olho humano. Douglas *et al.*<sup>42</sup> afirmam que a percepção da alteração de cor do olho humano treinado, em média é possível quando o  $\Delta E = 2,6$ . Para análise dos resultados de seu estudo, Sarikaya e Guler<sup>16</sup> consideraram um nível aceitável de alteração de cor quando  $1 < \Delta E < 3,7$ . Diante das divergências da literatura, faz-se necessário estabelecer valores de referência para avaliação dos resultados da alteração da cor. Assim como em estudos anteriores, no presente estudo consideraremos a alteração de cor não perceptível quando  $\Delta E < 1,0$ <sup>24,37</sup>, visualmente perceptível porém clinicamente aceitável quando  $\Delta E > 1,0$ <sup>37</sup> e clinicamente inaceitável quando  $\Delta E > 3,5$ .<sup>13</sup>

Atay *et al.*<sup>28</sup> investigaram o efeito de diferentes técnicas de tratamento de superfície na alteração de cor da cerâmica feldspática (VMK, Vita Zahnfabrik) antes e após a exposição a diferentes soluções, entre elas o café. Descrevem que após 30 dias imersas em café as amostras tratadas pelo sistema de polimento seguido pela pasta de polimento (ECOMET-III, Buehler) apresentaram  $\Delta E = 1,1396$  e as amostras que receberam glaze (Vita Zahnfabrik) apresentaram  $\Delta E = 0,9065$ , valores estes considerados clinicamente aceitáveis pelos autores. Assim como outros autores<sup>17,18,43</sup>, concluem que o tempo de imersão e o tipo de tratamento de superfície são fatores importantes na alteração de cor da cerâmica. No presente estudo, foi possível observar que a cerâmica de nanofluorapatita, que se assemelha estruturalmente à feldspática, quando polida por um sistema de polimento seguido pela pasta de polimento (CS) e

quando receberam o glaze como tratamento de superfície (CG) apresentaram respectivamente  $\Delta E = 0,848$  e  $\Delta E = 0,564$ . Estes valores mais baixos aos encontrados por Atay *et al.*<sup>28</sup> podem estar relacionados às diferenças entre as cerâmicas, entre os sistemas de polimento, que apesar de ambos apresentarem a utilização de borrachas de polimento seguidas pela pasta de polimento, são sistemas de fabricantes diferentes, e principalmente aos diferentes tempos de exposição ao café.

Sarikaya e Guler<sup>16</sup> realizaram um estudo com objetivo de avaliar a alteração de cor de diferentes cerâmicas, entre elas 2 cerâmicas feldspáticas de cobertura (VMK 95, Vita Zahnfabrik e Ceramco III, Degudent GmbH) submetidas a diferentes tratamentos de superfície e expostas à solução de café por 48 horas. Os resultados apresentados mostram que, em ambas cerâmicas, os menores valores de  $\Delta E$  foram encontrados nos espécimes que receberam glaze. Apesar de não ter sido constatado diferença estatística significante entre os grupos de sistema de polimento (NTI CeraGlaze, NTI-Kahla GmbH, Kahla, Germany e Dialite II, Brasseler, USA) e os grupos ajustados somente com lixas de carbeto de silício #600, todos os grupos apresentaram valores de  $\Delta E$  considerados clinicamente aceitáveis pelos autores ( $\Delta E < 3,7$ ) (cerâmica VMK 95: glaze -  $\Delta E = 0,916$ , sistema de polimento NTI CeraGlaze -  $\Delta E = 1,792$ , sistema de polimento Dialite II -  $\Delta E = 1,666$ , lixa #600 -  $\Delta E = 1,848$ ; cerâmica Ceramco III: glaze -  $\Delta E = 1,022$ , sistema de polimento NTI CeraGlaze -  $\Delta E = 1,960$ , sistema de polimento Dialite II -  $\Delta E = 1,882$ , lixa #600 -  $\Delta E = 1,810$ ). No presente estudo, quando analisamos a cerâmica de cobertura, o subgrupo que recebeu glaze também demonstrou o menor valor de  $\Delta E$ . Porém, o subgrupo que não recebeu nenhum tratamento de superfície após ter tido sua superfície ajustada somente com a ponta diamantada, apresentou o maior valor de  $\Delta E$  tendo os subgrupos sistemas de polimento apresentado valores intermediários e estatisticamente diferentes dos outros subgrupos. No entanto, todos subgrupos da cerâmica de cobertura, apresentaram  $\Delta E$  clinicamente aceitável ( $\Delta E < 3,5$ ).

Motro *et al.*<sup>17</sup> avaliaram o efeito das técnicas de tratamento de superfície na alteração de cor da cerâmica de nanofluorapatita aplicada sobre a cerâmica de dissilicato de lítio após imersão em solução pigmentadora (café). Assim como em outros

trabalhos<sup>9,16,18,28,43</sup> o menor valor de  $\Delta E$  também foi encontrado no grupo glaze (0,596). Os valores de  $\Delta E$  no grupo sistema de polimento + pasta de polimento (Ceramaster Coarse, Ceramaster e Ultra II, Shofu Inc.) foi 1,282 e no grupo da ponta diamantada de 30  $\mu\text{m}$  (Komet; Brasseler GmbH & Co KG) foi 2,293. Os autores consideraram a alteração de cor para o grupo ajustado somente com a ponta diamantada como sendo clinicamente inaceitável ( $\Delta E > 2$ ). O teste de rugosidade de superfície aponta uma ordem crescente de rugosidade: Glaze (0,071  $\mu\text{m}$ ) < sistema de polimento + pasta de polimento Shofu Inc (0,309  $\mu\text{m}$ ) < ponta diamantada 30  $\mu\text{m}$  (1,279  $\mu\text{m}$ ). Os resultados apresentados pelos autores demonstram uma forte correlação entre alteração de cor e rugosidade de superfície da cerâmica de nanofluorapatita. Resultados muito semelhantes tanto para análise da rugosidade quanto para a do  $\Delta E$  e da correlação entre alteração de cor e rugosidade de superfície, foram encontrados em nosso estudo diferenciando apenas no aspecto quantitativo, onde os números apesar de seguirem a mesma ordem a respeito dos tratamentos de superfície, não foram idênticos. Este fato pode ser explicado, possivelmente pela diferença de operador entre os estudos, tanto para execução do polimento quanto para mensuração, haja visto que a cerâmica, a solução pigmentante, o tempo de imersão, os materiais e as técnicas de polimento foram os mesmos.

Pode-se sugerir pelos resultados destes estudos que para uma menor alteração de cor frente ao agente de pigmentação, como a solução de café, o melhor tratamento de superfície da cerâmica de nanofluorapatita é o glaze e que tanto o glaze quanto o sistema de polimento da Shofu Inc proporcionam um  $\Delta E$  clinicamente aceitável nesta cerâmica. Entretanto, diferente de Motro *et al.*<sup>17</sup>, também consideramos os valores de  $\Delta E$  para o subgrupo Ponta diamantada (2,009) assim como para o subgrupo Edenta AG (1,225), como sendo visualmente perceptíveis, porém clinicamente aceitáveis.

Kursoglu *et al.*<sup>18</sup> correlacionaram a textura de superfície com o manchamento da cerâmica. Com uma metodologia idêntica à de Motro *et al.*<sup>17</sup> porém tendo a cerâmica vítreia reforçada por leucita prensada (IPS Empress Esthetic, Ivoclar Vivadent) como superfície a ser tratada, relataram que o  $\Delta E$  encontrado nos espécimes de IPS e.max Ceram do estudo de Motro *et al.*<sup>17</sup> foram maiores do que nos de IPS Empress Esthetic.

Atribuem este fato à exposição da superfície porosa após ajustes da cerâmica de cobertura, acarretando em maior alteração de cor da mesma ao passo que após ajustada, a cerâmica prensada em questão apresenta uma densa estrutura e baixa porosidade, o que acarretaria em baixo grau de coloração. Entretanto, no presente estudo diferentes resultados foram encontrados. Quando comparamos as cerâmicas de cobertura IPS e.max Ceram e a prensada IPS e.max Press, pôde-se observar que, com exceção dos subgrupos Glaze (CG e PG), apesar do IPS e.max Ceram apresentar maiores valores de Ra, os maiores valores de  $\Delta E$  foram encontrados no IPS e.max Press.

Convém destacar que apesar da rugosidade de superfície ser um fator associado à alteração de cor da cerâmica, esta não é a única causa do manchamento. Uma provável explicação para o ocorrido neste estudo é que a pigmentação da cerâmica pode ser associada não somente a fatores extrínsecos, mas também a fatores intrínsecos.<sup>24</sup> O IPS e.max Press tem uma estrutura translúcida com uma forma cristalina diferente das demais cerâmicas e seu índice reativo o torna mais translúcido.<sup>44</sup> No entanto esta aparente vantagem se torna uma desvantagem quando associada a impregnação de moléculas de pigmento em sua superfície, alterando a luminosidade e portanto, afetando negativamente a cor final da restauração. Isto se da pela mudança dos valores de  $L^*$ , que representa luminosidade e qualquer perda de luminosidade afeta a cor da cerâmica.<sup>24</sup>

Considera-se importante a realização de mais estudos laboratoriais com diferentes cerâmicas, espessuras, soluções pigmentantes e tempos de imersão, afim de buscar entender o comportamento funcional e possíveis implicações clínicas que circundam a utilização das diferentes cerâmicas odontológicas e sistemas de polimento, possibilitando a oportunidade de encontrar resultados que possam sustentar suas indicações e ponderações.

## 2.5 CONCLUSÕES

Dentro das limitações deste estudo *in vitro*, podemos concluir que:

A rugosidade de superfície influencia na alteração de cor em ambas cerâmicas, porém este não é o único fator associado a esta alteração. O glaze apresentou os melhores resultados para rugosidade de superfície e alteração de cor nas cerâmicas testadas. O sistema de polimento da Shofu Inc apresentou melhor desempenho quando comparado ao da Edenta AG, em ambas cerâmicas. Após ajustada pela ponta diamantada de 30 µm, a cerâmica prensada IPS e.max Press apresentou alteração de cor clinicamente incompatível ( $\Delta E = 3,943$ ). Dessa forma, o uso de materiais de polimento adequado para cada tipo cerâmico pode trazer benefícios estéticos às restaurações.

## 2.6 REFERÊNCIAS

1. Höland W et al. Future perspectives of biomaterials for dental restoration. *Journal of the European Ceramic Society* 2009; 29:1291-97.
2. Dalkiz M, Sipahi C, Beydemir B. Effects of six surface treatment methods on the surface roughness of a low-fusing and a ultra low-fusing feldspathic ceramic materials. *J Prosthodont* 2009; 18:217-2.
3. Kelly JR, Benetti P. Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice. *Aust Dent J* 2011; 56:84-96.
4. Anusavice KJ. Phillips Materiais Dentários. 12th ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2013, p. 418-473.
5. Wright MD, Masri R, Driscoll CF, Romberg E, Thompson GA, Runyan DA. Comparison of three systems for the polishing of an ultra-low fusing dental porcelain. *J Prosthet Dent* 2004; 92:486-90.
6. Chang CW, Waddell JN, Lyons KM, Swain MV. Cracking of porcelain surfaces arising from abrasive grinding with a dental air turbine. *J Prosthodont* 2011; 20:613–20.
7. Al-Wahadni A, Martin DM. Glazing and finishing dental porcelain: A literature review. *J Can Dent Assoc* 1998; 64:580-3.
8. Rashid H. The effect of surface roughness on ceramics used in dentistry: A review of literature. *European Journal of Dentistry* 2014; 8:571–9.
9. Yilmaz C, Korkmaz T, Demirköprülü H, Ergün G, Ozkan Y. Color stability of glazed and polished dental porcelains. *J Prosthodont* 2008; 17:20-4.
10. Yuzugullu B, Celik C, Erkut S, Ozcelik TB. The effects of extraoral porcelain polishing sequences on surface roughness and color of feldspathic porcelain. *Int J Prosthodont* 2009; 22:472–5.
11. Sarikaya I, Guler AU. Effects of different polishing techniques on the surface roughness of dental porcelains. *J Appl Oral Sci* 2010; 18:10–16.
12. Al-Shammary HA, Bubb NL, Youngson CC, Fasbinder DJ, Wood DJ. The use of confocal microscopy to assess surface roughness of two milled CAD-CAM ceramics following two polishing techniques. *Dent Mater* 2007; 23:736-41.
13. Turgut S, Bora B. Colour stability of laminate veneers: an in vitro study. *Journal of dentistry* 2011; 39:e57-e64.

14. Lee YK, Yu B, Lim JI, Lim HN. Perceived color shift of a shade guide according to the change of illuminant. *J Prosthet Dent* 2011; 105:91-9.
15. Kelly JR. Ceramics in restorative and prosthetic dentistry 1. *Annual Review of Materials Science* 1997; 27:443-468.
16. Sarikaya I, Güler AU. Effects of different surface treatments on the color stability of various dental porcelains. *Journal of Dental Sciences* 2011; 6:65-71.
17. Motro PFK, Kursoglu P, Kazazoglu E. Effects of different surface treatments on stainability of ceramics. *J Prosthet Dent* 2012; 108:231-7.
18. Kursoglu P, Motro PFK, Kazazoglu E. Correlation of surface texture with the stainability of ceramics. *J Prosthet Dent* 2014; 112:306-13.
19. Sarac D, Sarac YS, Yuzbasıoglu E, Bal S. The effects of porcelain polishing systems on the color and surface texture of feldspathic porcelain. *J Prosthet Dent* 2006; 108:122-8.
20. Camacho GB, Vinha D, Panzeri H, Nonaka T, Goncalves M. Surface roughness of a dental ceramic after polishing with different vehicles and diamond pastes. *Braz Dent J* 2006; 17:191-4.
21. Saraç D, Turk T, Elekdag-Turk S, Sarac YS. Comparison of 3 polishing techniques for 2 all-ceramic materials. *Int J Prosthodont* 2007; 20:465.
22. Boaventura JM, Nishida R, Elossais AA, Lima DM, Reis JM, Campos EA, Andrade MF. Effect finishing and polishing procedures on the surface roughness of IPS Empress 2 ceramic. *Acta Odontol Scand* 2013; 71:438-43.
23. Ertan AA, Sahin E. Colour stability of low fusing porcelains: an in vitro study. *J Oral Rehabil* 2005; 32:358-61.
24. Samra AP, Pereira SK, Delgado LC, Borges CP. Color stability evaluation of aesthetic restorative materials. *Braz Oral Res* 2008; 22:205-10.
25. Niu E, Agustin M, Douglas RD. Color match of machinable lithium disilicate ceramics: Effects of foundation restoration. *J Prosthet Dent* 2013; 110:501-9.
26. Akar GC, Pekkan G, Çal E, Eskitaşçıoğlu G, Özcan M. Effects of surface-finishing protocols on the roughness, color change, and translucency of different ceramic systems. *J Prosthet Dent* 2014; 112:314-321.

27. Niu E, Agustin M, Douglas RD. Color match of machinable lithium disilicate ceramics: Effects of cement color and thickness. *J Prosthet Dent* 2014; 111:42-50.
28. Atay A, Karayazgan B, Ozkan Y, Akyil MS. Effect of colored beverages on the color stability of feldspathic porcelain subjected to various surface treatments. *Quintessence Int* 2009; 40:41-8.
29. Guler AU, Yilmaz F, Kulunk T, Guler E, Kurt S. Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *J Prosthet Dent* 2005; 94:118-24.
30. Raimondo RL, Richardson JT, Wiedner B. Polished versus autoglazed dental porcelain. *J Prosthet Dent* 1990; 64:553-7.
31. Patterson CJ, McLundie AC, Stirrups DR, Taylor WG. Efficacy of a porcelain refinishing system in restoring surface finish after grinding with fine and extra-fine diamond burs. *J Prosthet Dent* 1992; 68:402-6.
32. Goldstein GR, Barnhard BR, Penugonda B. Profilometer, SEM, and visual assessment of porcelain polishing methods. *J Prosthet Dent* 1991; 65:627-34.
33. Manjuran NG, Sreelal, T. An In Vitro Study to Identify a Ceramic Polishing Protocol Effecting Smoothness Superior to Glazed Surface. *The Journal of Indian Prosthodontic Society* 2014; 14:219-227.
34. Steiner R, Beier US, Heiss-Kisielewsky I, Engelmeier R, Dumfahrt H, Dhima, M. Adjusting dental ceramics: An in vitro evaluation of the ability of various ceramic polishing kits to mimic glazed dental ceramic surface. *J Prosthet Dent* 2015; 113:616-622.
35. Fuzzi M, Zaccheroni Z, Vallania G. Scanning electron microscopy and profilometer evaluation of glazed and polished dental porcelain. *Int J Prosthodont* 1996; 9:452–8.
36. Bottino MC, Valandro LF, Kantorski KZ, Bressiani JC, Bottino MA. Polishing methods of an alumina-reinforced feldspar ceramic. *Braz Dent J* 2006; 17:285-9.
37. Seghi RR, Hewlett ER, Kim J. Visual and instrumental colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain. *J Dent Res* 1989; 68:1760-4.
38. Seghi RR. Effects of instrument-measuring geometry on colorimetric assessments of dental porcelain. *J Dent Res* 1990; 69:1180-3.

39. Paul SJ, Peter A, Rodoni L, Pietrobon N. Conventional visual vs. spectrophotometric shade taking for porcelain-fused- to-metal crowns: a clinical comparison. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2004; 92:577.
40. Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hämmерle CHF. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dent Res* 2002; 81:578-582.
41. Ishikawa-Nagai S, Yoshida A, Sakai M, Kristiansen J, Da Silva JD. Clinical evaluation of perceptibility of color differences between natural teeth and all-ceramic crowns. *Journal of Dentistry* 2009; 37:e57-e63.
42. Douglas RD; Steinhauer TJ, Wee AG. Intraoral determination of the tolerance of dentists for perceptibility and acceptability of shade mismatch. *J Prosthet Dent* 2007; 97:200-8.
43. Gupta R, Parkash H, Shah N, Jain V. A spectrophotometric evaluation of color changes of various tooth colored veneering materials after exposure to commonly consumed beverages. *The Journal of Indian Prosthodontic Society* 2005; 5:72.
44. Heffernan MJ, Aquilino SA, Diaz-Arnold AM, Haselton DR, Stanford CM, Vargas MA. Relative translucency of six all-ceramic systems. Part II. Core and veneer materials. *J Prosthet Dent* 2002; 88:10–5.

### 3. REFERÊNCIAS GERAIS

- AKAR, Gülcen Coşkun et al. Effects of surface-finishing protocols on the roughness, color change, and translucency of different ceramic systems. **The Journal of prosthetic dentistry**, v. 112, n. 2, p. 314-321, 2014.
- AKSOY, G. et al. Effect of various treatment and glazing (coating) techniques on the roughness and wettability of ceramic dental restorative surfaces. **Colloids and surfaces B: Biointerfaces**, v. 53, n. 2, p. 254-259, 2006.
- AL-WAHADNI, Ahed; MUIR MARTIN, D. Glazing and finishing dental porcelain: a literature review. **Journal-Canadian Dental Association**, v. 64, p. 580-583, 1998.
- ANUSAVICE, K.J. Phillips Materiais Dentários. 12.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.
- ATAY, Arzu et al. Effect of accelerated aging on the color stability of feldspathic ceramic treated with various surface treatments. **Quintessence international (Berlin, Germany: 1985)**, v. 39, n. 7, p. 603-609, 2007.
- ATAY, A. et al. Effect of colored beverages on the color stability of feldspathic porcelain subjected to various surface treatments. **Quintessence international (Berlin, Germany: 1985)**, v. 40, n. 7, p. e41-8, 2008.
- AZER, Shereen S. et al. Effect of substrate shades on the color of ceramic laminate veneers. **The Journal of prosthetic dentistry**, v. 106, n. 3, p. 179-183, 2011.
- BOTTINO, Marco Cícero et al. Polishing methods of an alumina-reinforced feldspar ceramic. **Brazilian dental journal**, v. 17, n. 4, p. 285-289, 2006.
- CHANG, Chee W. et al. Cracking of porcelain surfaces arising from abrasive grinding with a dental air turbine. **Journal of Prosthodontics**, v. 20, n. 8, p. 613-620, 2011.
- CHITMONGKOLSUK, S. et al. Fracture strength of all-ceramic lithium disilicate and porcelain-fused-to-metal bridges for molar replacement after dynamic loading. **The**

**European journal of prosthodontics and restorative dentistry**, v. 10, n. 1, p. 15-22, 2002.

CONRAD, Heather J.; SEONG, Wook-Jin; PESUN, Igor J. Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: a systematic review. **The Journal of prosthetic dentistry**, v. 98, n. 5, p. 389-404, 2007.

DALKIZ, Mehmet; SIPAHI, Cumhur; BEYDEMIR, Bedri. Effects of Six Surface Treatment Methods on the Surface Roughness of a Low-Fusing and an Ultra Low-Fusing Feldspathic Ceramic Material. **Journal of Prosthodontics**, v. 18, n. 3, p. 217-222, 2009.

DA SILVA, Tania Mara et al. Polishing for glass ceramics: Which protocol?. **Journal of prosthodontic research**, v. 58, n. 3, p. 160-170, 2014.

DELLA BONA, Alvaro; KELLY, J. Robert. The clinical success of all-ceramic restorations. **The Journal of the American Dental Association**, v. 139, p. S8-S13, 2008.

ERTAN, A. A.; ŞAHİN, E. Colour stability of low fusing porcelains: an in vitro study. **Journal of oral rehabilitation**, v. 32, n. 5, p. 358-361, 2005.

GULER, Ahmet Umut; KURT, Safak; KULUNK, Tolga. Effects of various finishing procedures on the staining of provisional restorative materials. **The Journal of prosthetic dentistry**, v. 93, n. 5, p. 453-458, 2005.

HÖLAND, W. et al. Studies of crystal phase formations in high-strength lithium disilicate glass-ceramics. **Journal of non-crystalline solids**, v. 352, n. 38, p. 4041-4050, 2006.

HÖLAND, W. et al. Future perspectives of biomaterials for dental restoration. **Journal of the European Ceramic Society**, v. 29, n. 7, p. 1291-1297, 2009.

Ivoclar Vivadent. Sistema IPS e.max para laboratórios [texto na internet]. Barueri: Ivoclar Vivadent; 2009. [acessado em 2015 dez 22]. Disponível em:

<http://www.ivoclarvivadent.com.br/pt-br/produtos/ceramica-livre-de-metal/sistema-ips-emax-para-laboratorios/>

KELLY, J. Robert. CERAMICS IN RESTORATIVE AND PROSTHETIC DENTISTRY 1. **Annual Review of Materials Science**, v. 27, n. 1, p. 443-468, 1997.

KELLY, J. R.; BENETTI, P. Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice. **Australian dental journal**, v. 56, n. s1, p. 84-96, 2011.

KIM, Il-Jang et al. Effect of surface topography on the color of dental porcelain. **Journal of Materials Science: Materials in Medicine**, v. 14, n. 5, p. 405-409, 2003.

KURSOGLU, Pinar; MOTRO, Pelin F. Karagoz; KAZAZOGLU, Ender. Correlation of surface texture with the stainability of ceramics. **The Journal of prosthetic dentistry**, v. 112, n. 2, p. 306-313, 2014.

LEE, Yong-Keun et al. Perceived color shift of a shade guide according to the change of illuminant. **The journal of prosthetic dentistry**, v. 105, n. 2, p. 91-99, 2011.

MADINA, Manal; ÖZCAN, Mutlu; BADAWI, Manal F. Effect of surface conditioning and taper angle on the retention of IPS e. max Press crowns. **Journal of Prosthodontics**, v. 19, n. 3, p. 200-204, 2010.

MOTRO, Pelin F. Karagoz; KURSOGLU, Pinar; KAZAZOGLU, Ender. Effects of different surface treatments on stainability of ceramics. **The Journal of prosthetic dentistry**, v. 108, n. 4, p. 231-237, 2012.

NIU, Eva; AGUSTIN, Marcus; DOUGLAS, R. Duane. Color match of machinable lithium disilicate ceramics: Effects of cement color and thickness. **The Journal of prosthetic dentistry**, v. 111, n. 1, p. 42-50, 2014.

PARREIRA G. G; SANTOS L. M. Cerâmicas Odontológicas – Conceitos e técnicas inter-relação Cirurgião dentista/técnico em prótese dentária. São Paulo: Ed. Santos; 2006. p.14- 16,50-55.

PATTERSON, C. J. W. et al. Efficacy of a porcelain refinishing system in restoring surface finish after grinding with fine and extra-fine diamond burs. **The Journal of prosthetic dentistry**, v. 68, n. 3, p. 402-406, 1992.

PEREIRA, Sarina Maciel Braga et al. SEM Analysis of the in situ Early Bacterial Colonization on Two Novel Feldspathic Ceramics Submitted to Different Types of Glazing. **The Journal of Contemporary Dental Practice**, Cincinnati, v. 9, n. 2, p. 049-056, 2008.

POSPIECH, Peter. All-ceramic crowns: bonding or cementing?. **Clinical oral investigations**, v. 6, n. 4, p. 189-197, 2002.

RAIMONDO, Richard L.; RICHARDSON, Joseph T.; WIEDNER, Benno. Polished versus autoglazed dental porcelain. **The Journal of prosthetic dentistry**, v. 64, n. 5, p. 553-557, 1990.

RASHID, Haroon. The effect of surface roughness on ceramics used in dentistry: A review of literature. **European journal of dentistry**, v. 8, n. 4, p. 571, 2014.

ROLIM, Renan Mendes de Assis et al. Desempenho Clínico de Restaurações Cerâmicas Livres de Metal: Revisão da Literatura. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, v. 17, n. 3, p. 309-319, 2013.

SAMRA, Adriana Postiglione Bührer et al. Color stability evaluation of aesthetic restorative materials. **Brazilian Oral Research**, v. 22, n. 3, p. 205-210, 2008.

SARIKAYA, Isil; GÜLER, Ahmet Umut. Effects of different polishing techniques on the surface roughness of dental porcelains. **Journal of Applied Oral Science**, v. 18, n. 1, p. 10-16, 2010.

SARIKAYA, Isil; GÜLER, Ahmet Umut. Effects of different surface treatments on the color stability of various dental porcelains. **Journal of Dental Sciences**, v. 6, n. 2, p. 65-71, 2011.

- SOUZA, R. O. et al. Influence of brush type as a carrier of adhesive solutions and paper points as an adhesive-excess remover on the resin bond to root dentin. **The journal of adhesive dentistry**, v. 9, n. 6, p. 521-526, 2007.
- STEINER, René et al. Adjusting dental ceramics: An in vitro evaluation of the ability of various ceramic polishing kits to mimic glazed dental ceramic surface. **The Journal of prosthetic dentistry**, 2015.
- TOMAN, Muhittin; TOKSAVUL, Suna; AKIN, Ash. Bond strength of all-ceramics to tooth structure: using new luting systems. **The journal of adhesive dentistry**, v. 10, n. 5, p. 373-378, 2008.
- TURGUT, Sedanur; BAGIS, Bora. Colour stability of laminate veneers: an in vitro study. **Journal of dentistry**, v. 39, p. e57-e64, 2011.
- YILMAZ, Burak; ÖZÇELIK, Tuncer Burak; WEE, Alvin G. Effect of repeated firings on the color of opaque porcelain applied on different dental alloys. **The Journal of prosthetic dentistry**, v. 101, n. 6, p. 395-404, 2009.
- YILMAZ, Caner et al. Color stability of glazed and polished dental porcelains. **Journal of Prosthodontics**, v. 17, n. 1, p. 20-24, 2008.
- YUZUGULLU, Bulem et al. The effects of extraoral porcelain polishing sequences on surface roughness and color of feldspathic porcelain. **The International journal of prosthodontics**, v. 22, n. 5, p. 472-475, 2008.
- WRIGHT, Michael D. et al. Comparison of three systems for the polishing of an ultra-low fusing dental porcelain. **The Journal of prosthetic dentistry**, v. 92, n. 5, p. 486-490, 2004.

## **APÊNDICE**

**APÊNDICE A**

**TITLE: Influence of surface treatment on surface roughness and discoloration of two dental ceramics**

Lucas Campagnaro Maciel, MSc<sup>a</sup> and Anuar Antônio Xible, DMD, MSc<sup>b</sup>

Dental School, Federal University of Espírito Santo – UFES, Vitória, Espírito Santo

<sup>a</sup> Graduate student, Postgraduate Program in Dental Clinic, Dental School, Federal University of Espírito Santo - UFES, Vitória, Espírito Santo, Brazil

<sup>b</sup> Assistant Professor 4, Department of Dental Prosthesis, Dental School, Federal University of Espírito Santo - UFES, Vitória, Espírito Santo, Brazil

Correspondence to:

Lucas Campagnaro Maciel

Rua Desembargador Eurípedes Queiroz do Vale, 550, apt 907 - Jardim Camburi, Vitória, Espírito Santo, Brasil.

Cep 29090-090

Phone: (55) 27 3376-3119

Celular: (55) 27 9.8826-1708.

Email: lucascmaciel@hotmail.com

## **INTRODUCTION**

The search for clinical application materials that enable the reproduction of the closest optical characteristics of the dental element, has resulted in increased demand for restorations cerâmicas.<sup>1</sup> By present biocompatibility, clinical performance, color, translucency and surface texture similar to dental enamel, the ceramics become the material of choice in the aesthetic restorative dentistry.<sup>2-5</sup>

Ideally, after finalized in the laboratory, the ceramic restorations should not suffer wear during the clinical adaptation of the play process, thus avoiding the loss of brightness and surface smoothness provided by the application of glaze.<sup>6</sup> However, this step is common that small aesthetic and functional adjustments are performed, and the glaze layer, the worn narrow region is lost leaving a rough exposed surface.<sup>6-8</sup>

To minimize the risk of degradation and wear of the own ceramic, wear of the antagonist teeth, plaque accumulation, gingival irritation, staining and ceramic fracture, it is necessary to use polishing systems suited to surface roughness.<sup>9-11</sup> Such systems must be able to return brightness and smoothness similar to those achieved by the glaze<sup>6,8,12</sup>, providing improved physical and mechanical properties of the ceramic.

Another important aspect for clinical success of ceramic restorations is their color stability.<sup>13,14</sup> Despite having chemical stability<sup>3,4,15</sup>, restorations worn for adjustments and / or polished can also be susceptible to color change, but the use of appropriate polishing materials, compatible with the ceramic, can reduce the possibility of surface stains.<sup>16-18</sup>

Several studies have been performed about the surface roughness<sup>19-22</sup> and color stability of different ceramics.<sup>13,23-27</sup> However, few studies related to color change ceramic with its roughness after immersion in pigmenting solution.<sup>9,17,18,28</sup> Given the above, the objective of this study was to evaluate the influence of surface treatment on roughness and color change of the glass-ceramics pressed and coverage, after immersion in coffee solution. The null hypothesis of the work were: (1) The ceramic lithium disilicate pressed and nanofluorapatita cover do not suffer from color change

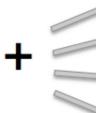
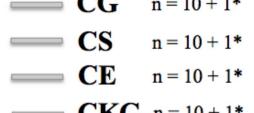
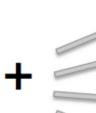
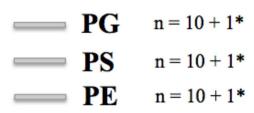
after immersion in coffee solution, regardless of surface treatment they receive, and, (2) there is no correlation between surface roughness and color change of the different ceramics study.

## **MATERIAL AND METHODS**

Were fabricated 88 ceramic discs with 1.0 mm thickness and 10.0 mm in diameter being 44 of glass-ceramic veneering nanofluorapatite – Group C (IPS e.max Ceram-A1 TI 1, Ivoclar Vivadent AG) and 44 glass-ceramic pressed lithium disilicate – Group P (IPS e.max Press- LT A1; Ivoclar Vivadent AG). The specimens from each group were randomly divided into 04 subgroups according to the treatment surface to receive: (G) Glaze (Ivoclar Vivadent AG), (S) polishing kit Shofu (CeraMaster Coarse, CeraMaster, Dura-Polish Dia; Shofu Inc), (E) polishing kit Edenta (Ceragloss; Edenta AG) and (KG) rotary diamond cutting instrument nº 3139FF (KG Sorensen). The ceramic and the experimental design of the study are presented in Table 1 and Figure 1, respectively.

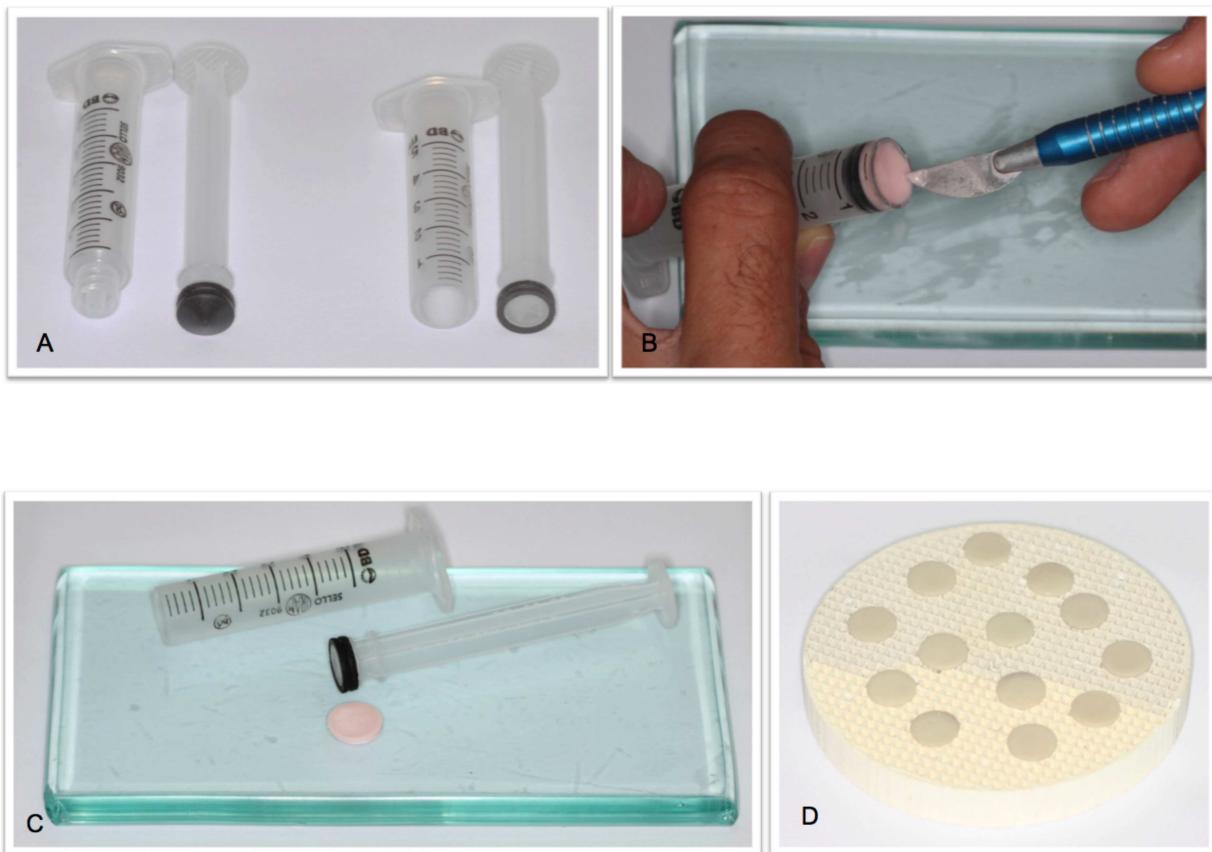
**Table 1.** Data about ceramic systems used in the study.

Ceramics	Material	Manufacturer	Batch
IPS e.max Ceram (Veneering ceramic)	Nano fluorapatite	Ivoclar Vivadent AG	U11280 (Ceramic) U04688 (Liquid allround)
IPS e.max Press (Pressed ceramic)	Lithium disilicate	Ivoclar Vivadent AG	U01738 (Ingots)

CERAMICS (Group)	SURFACE TREATMENT (Subgroup)	ABBREVIATIONS (Group + Subgroup)
Veneering ceramic IPS e.max Ceram (Ivoclar Vivadent AG) <b>(Group C)</b>	+  <b>G</b> – Glaze (Ivoclar Vivadent AG) <b>S</b> – Polishing kit Shofu (Shofu Inc) <b>E</b> – Polishing kit Edenta (Edenta AG) <b>KG</b> – Rotary diamond cutting instrument 3139FF (KG Sorensen)	 <b>CG</b> n = 10 + 1* <b>CS</b> n = 10 + 1* <b>CE</b> n = 10 + 1* <b>CKG</b> n = 10 + 1*
Pressed ceramic IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent AG) <b>(Group P)</b>	+  <b>G</b> – Glaze (Ivoclar Vivadent AG) <b>S</b> – Polishing kit Shofu (Shofu Inc) <b>E</b> – Polishing kit Edenta (Edenta AG) <b>KG</b> – Rotary diamond cutting instrument 3139FF (KG Sorensen)	 <b>PG</b> n = 10 + 1* <b>PS</b> n = 10 + 1* <b>PE</b> n = 10 + 1* <b>PKG</b> n = 10 + 1*

\*1 species of each subgroup separately for scanning electron microscopy

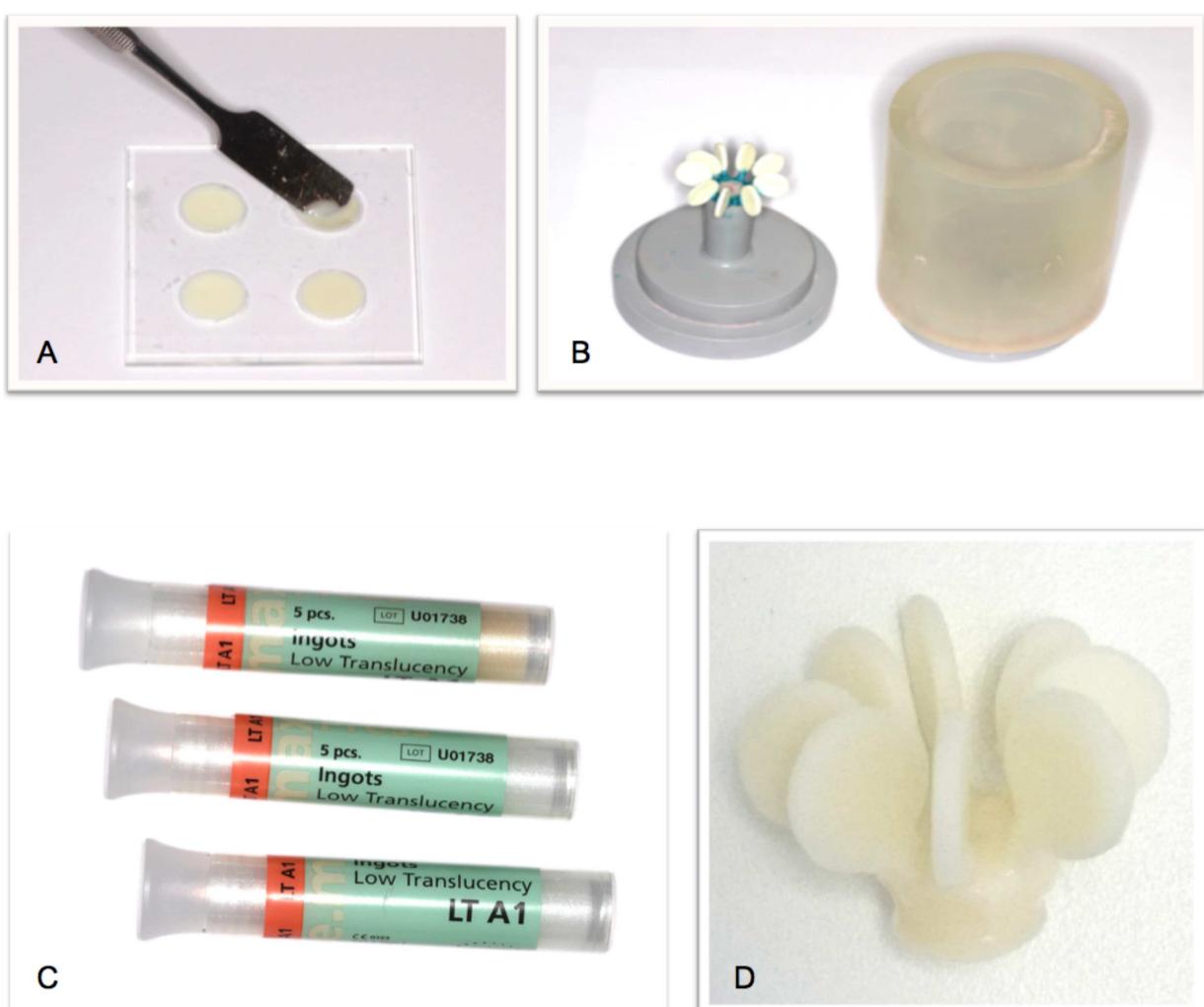
For standardization of the veneering ceramic specimens (Group C), a modified disposable syringe of 5ml (Disposable syringe Luer Lock – BD) It was used as a matrix after adequacy of your account and the piston end through a double diamond disc face (KG Sorensen) mounted on the handpiece micro electric motor (Strong 210/105L; KOTA) and sandpaper silicon carbide (sandpaper T223 #220, NORTON). For each specimen a proportion of 200 mg of ceramic powder plus 5 drops of liquid (Build-Up Liquid; Ivoclar Vivadent AG) were homogenized in a glass plate and placed in the syringe. With digital pressure on the piston and end of the syringe, the ceramic mass was compressed and excess moisture removed with a tissue aid (Snob; Santher). Then, the ceramic mass disc format has been removed from the syringe and brought to the oven EP3000 (Ivoclar Vivadent AG) for fired with a final temperature of 770°C, following the manufacturer's instructions. This case was referred to the making of each species in this group (Figure 2A - D).



**Figure 2A - D.** Steps of production of veneering ceramic specimens. **A-** disposable syringe before and after adjustment of its tip and end of the plunger; **B-** introduction of the ceramic body in the adapted syringe; **C-** ceramic mass at disc format ready to be taken to the oven for firing; and **D-** specimens after firing.

Specimens of ceramic pressed (Group P) were obtained by the lost wax technique, according to the manufacturer's instructions. With the aid of an acrylic matrix, organic wax discs (Inowax; Formaden) were produced, included in a coating material (IPS PressVest; Ivoclar Vivadent AG) and placed in the oven (A200; Oga) at 850 °C for 1 hour to evaporate the wax. Then, the coated cylinder was brought to the oven of IPS e.max system to injection of lithium disilicate ingots (915 - 920°C). After cooling the coating was removed and the reaction layer which is formed during this procedure was removed by immersion of the ceramic discs for 10 minutes in an acid solution (Invex

Liquid; Ivoclar Vivadent AG) followed by blast cleaning with aluminum oxide 50 µm (Monojato Gold Line; Essence dental VH) (Figure 3A - D).



**Figure 3A – D.** Production steps of pressed ceramic specimens. **A-** organic wax being poured within the acrylic matrix; **B-** wax discs in position in the cylinder ready to receive the coating material and be brought to the oven to evaporate the wax; **C-** Ingots ceramic of IPS e.max Press, Ivoclar Vivadent; and **D-** specimens ready after removal of the coating material, reaction layer and blast cleaning with 50 micron aluminum oxide.

The adjustments of thickness and surfaces of all discs were performed with the aid of sanding paper impregnated with silicon carbide (#600, #800, #1000 e #1200; NORTON) mounted on polisher machine (APL-04D; Arotec industry and trade) under irrigation. To control the thickness, a digital caliper (502.150BL; King Tools) was used,

ensuring uniformity of 1.0 mm (+/- 0.1 mm) thick for all specimens. After this step, glaze Glaze paste e stain liquid; Ivoclar Vivadent AG) was applied to all surfaces of all specimens, following the manufacturer's instructions.

Specimens of Glaze subgroups (CG and PG) were not subjected to any other type of surface treatment and formed the control group. The remaining specimens received superficial adjustment on one side with a 30 µm rotatory diamond cutting instrument 3139FF, mounted at piece of electric hand (Neosurg Pro; NSK) to 20,000 rpm under constant digital pressure and cooling with water for 30 s, and each 5 specimens adjusted a new rotatory diamond cutting instrument was used. The subgroups KG (CKG and PKG) were formed by the specimens adjusted by rotatory diamond cutting instrument and did not receive any polishing after this adjustment. In subgroups S (CS and PS), the specimens had their polished surfaces by Shofu polishing system. Obeying a descending order of abrasiveness, the CeraMaster Coarse and CeraMaster tips were used under constant digital pressure at 20,000 rpm for 10 seconds each, followed by polishing paste (Dura-Polish Dia) and cotton felt at 10,000 rpm for 10 s, totaling time 30 s using the complete polishing system for each specimen. Similarly, the subgroups E (CE and PE), the specimens had its surface adjusted by the Edenta AG polishing system (Ceragloss) where it was used the green and then blue tips under constant finger pressure at 20,000 rpm for 10 are each, followed by the yellow tip at 10,000 rpm for 10 s, however, without using the polishing paste according to the manufacturer's specification. The manufacture and surface treatment of the specimens were performed by the same investigator, previously calibrated through the pilot study. After the surface treatment, all specimens were cleaned in an ultrasonic tank (Ultrasonic Washer L100; Schuster) for 180 s, washed in tap water for 15 seconds and dry with absorbent paper (Snob; Santher).

To assist in identifying the side which had its surface treated and thus would be subjected to test of surface roughness analysis and color change, were carried small tags with a black pen fine tip (1.0 mm permanent ink PILOT) in far end from the center of the specimen at the untreated side. In Glaze subgroups, the staining was randomly carried out on one side and the tests were carried out on unmarked surface.

All specimens were subjected to measurement of surface roughness standards (Ra) by a profilometer (Surftest 301 / 178-928; Mitutoyo) previously calibrated and had their data recorded in micrometers (um). Four readings were performed in different directions and calculated the arithmetic average of these readings, thus obtaining the Ra of each specimen. Then, the initial data of the color specimen were recorded according to the color system of the CIE L \* a \* b \* (the Commission Internationale de l'Eclairage). Using a spectrophotometer (Vita Easyshade Advance 4.0; Vita Zahnfabrik-), 3 readings were made on each specimen, and the arithmetic average calculated for each coordinate (L \*, a \* and b \*) obtained by these readings. Before taken the color of each specimen, the device was calibrated according to the manufacturer's instructions.

The specimens were immersed in individual plastic containers filled by coffee solution. To prepare the solution, they were used an espresso coffee machine (Nespresso; Nestle) and intensity coffee capsules 4 (Volluto; Nestle), yielding 40 ml of coffee per capsule solution. Then the specimens immersed in coffee solution was stored in an oven (incubator; Quimis) at 37 ° C for 12 days, simulating the consumption of the drink by one year.<sup>29</sup> To ensure homogeneity every 3 days the solution was stirred with the aid of a sterile metal spatula (No. 24; Golgran). After 12 days the samples were removed from the oven, and with the aid of a sterile forceps (clinical Tweezers 317; Golgran), washed in running water and dried on paper towels (Snob; Santher).

Using the same apparatus under the same conditions, the specimens were subjected to the final color record. To analyze the color change ΔE was calculated by a formula  $\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ . A sample of each subgroup not submitted to pigmentante agent was randomly selected for qualitative analysis of its surface in a scanning electron microscope (JSM-6610LV, Jeol).

For statistical analysis, data were submitted to 1-way ANOVA followed by Duncan test (comparison between surface treatments), to t-test (comparison between the ceramic) and Pearson correlation (correlation between color change and roughness surface). The significance level was 5%.



## RESULTS

The mean and standard deviations of surface roughness (Ra) are expressed in micrometers in Table 2 according to 1-way ANOVA and Duncan ( $p < 0.05$ ). The surface treatments interfere on Ra in all groups ( $p < 0.05$ ). Both in group C and in group P smaller Ra values were found in subgroups G (Glaze) and higher in subgroups KG (rotatory diamond cutting instrument). Subgroups S (Shofu) had lower Ra than the subgroups E (Edenta) (CS < EC and PS < PE).

**Table 2.** Means and standard deviations of the surface roughness (Ra) expressed in  $\mu\text{m}$  in the comparison between the different types of surface treatment.

Groups	Subgroups (n=10)	Surface roughness ( $\mu\text{m}$ )	Standard deviation ( $\mu\text{m}$ )
C - (IPS e.max Ceram)	G (Glaze)	0,082 <sup>A</sup>	0,008
	S (Shofu)	0,286 <sup>B</sup>	0,038
	E (Edenta)	0,522 <sup>C</sup>	0,044
	KG (rotatory diamond cutting instrument)	1,003 <sup>D</sup>	0,009
P - (IPS e.max Press)	G (Glaze)	0,081 <sup>A</sup>	0,018
	S (Shofu)	0,195 <sup>B</sup>	0,011
	E (Edenta)	0,284 <sup>C</sup>	0,024
	KG (rotatory diamond cutting instrument)	0,808 <sup>D</sup>	0,018

\* 1-way ANOVA and Duncan ( $p < 0,05$ )

\*\* Different letters indicate statistically significant difference

According to t-test ( $p < 0.05$ ), except for specimens of subgroups G that presented statistically similar surface smoothness in C and P, in general, the values of Ra in C were higher than in P, being CS > PS, CE > PE and CKG > PKG (Table 3).

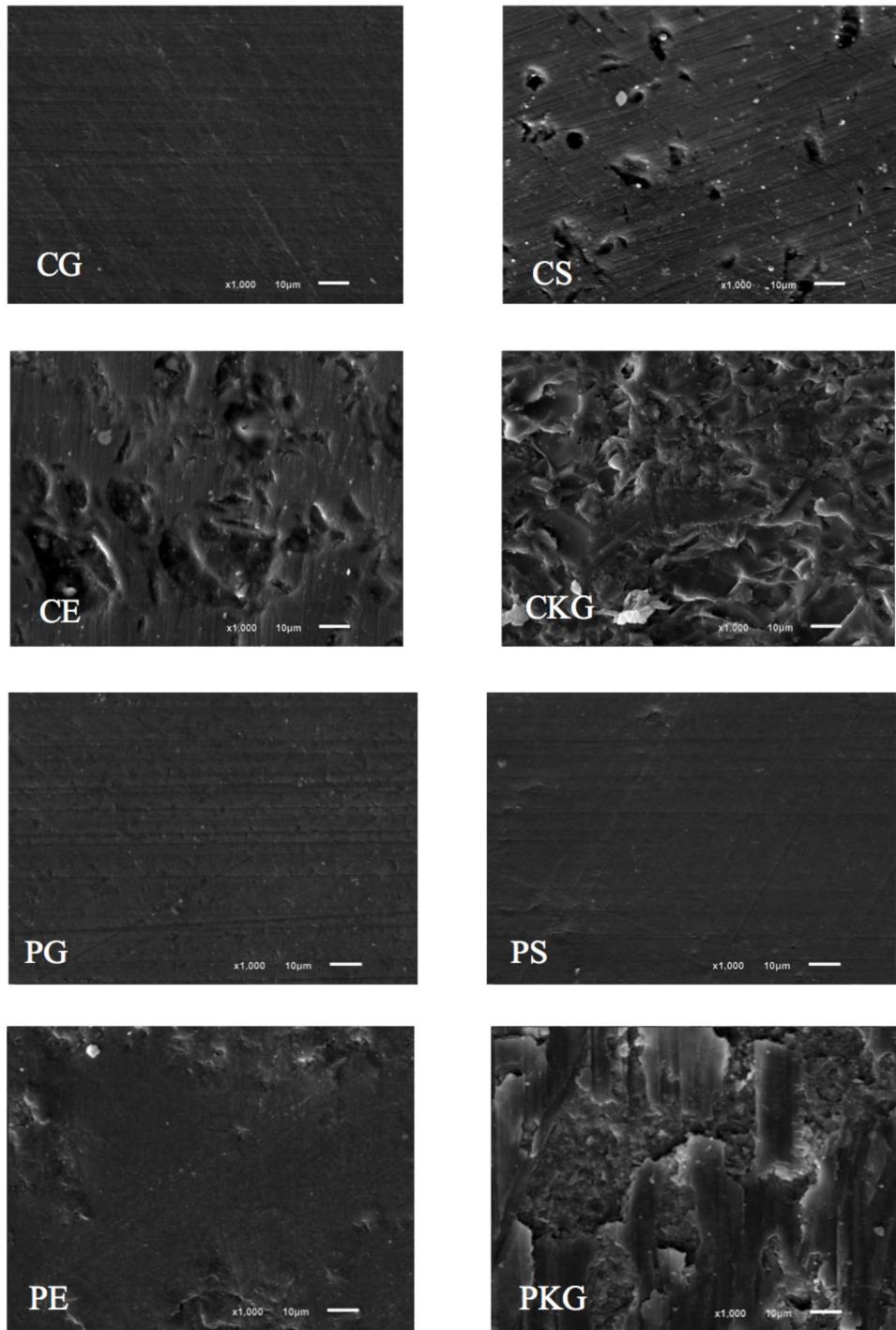
**Table 3.** Means and standard deviations of surface roughness (Ra) expressed in  $\mu\text{m}$  in the comparison between the two materials subjected to the same surface treatments.

Group + Subgroup	Surface roughness ( $\mu\text{m}$ )	Standard deviation
CG	0,082 <sup>A</sup>	0,008
PG	0,081 <sup>A</sup>	0,018
CS	0,286 <sup>A</sup>	0,038
PS	0,195 <sup>B</sup>	0,011
CE	0,522 <sup>A</sup>	0,044
PE	0,284 <sup>B</sup>	0,024
CKG	1,003 <sup>A</sup>	0,009
PKG	0,808 <sup>B</sup>	0,018

\* T test for means ( $p < 0,05$ )

\*\* Different letters indicate statistically significant difference

The scanning electron microscopy images (SEM) qualitatively illustrates the results found by testing with profilometer. It is observed in both ceramics, the following order of increasing roughness: G < S < E < KG (Figure 4).



**Figure 4.** Scanning electron microscopy (x 1,000) of the veneering porcelain (Group C) and pressed ceramics (Group P) after different surface treatments: G (Glaze), S (polishing system of Shofu Inc.), and (polishing system Edenta AG) and KG (30 µm rotatory diamond cutting instrument).

The results of 1-way ANOVA and Duncan for average values and standard deviations of color changes ( $\Delta E$ ) are shown in Table 4 ( $p < 0.05$ ). Both C as for the P ascending order of  $\Delta E$  for different types of surface treatment were: G < S < E < KG.

**Table 4.** Means and standard deviations of color change ( $\Delta E$ ).

<b>Groups</b>	<b>Subgroups (n=10)</b>	<b><math>\Delta E</math></b>	<b>Standard deviations</b>
C - (IPS e.max Ceram)	G (Glaze)	0,564 <sup>A</sup>	0,065
	S (Shofu)	0,848 <sup>B</sup>	0,118
	E (Edenta)	1,225 <sup>C</sup>	0,259
	KG (rotatory diamond cutting instrument)	2,009 <sup>D</sup>	0,165
P - (IPS e.max Press)	G (Glaze)	0,594 <sup>A</sup>	0,095
	S (Shofu)	2,821 <sup>B</sup>	0,351
	E (Edenta)	3,348 <sup>C</sup>	0,245
	KG (rotatory diamond cutting instrument)	3,943 <sup>D</sup>	0,122

\* 1-way ANOVA and Duncan ( $p<0,05$ )

\*\* Different letters indicate statistically significant difference

The t test ( $p<0.05$ ) shows that except in subgroups G, where statistically significant differences were not found, the  $\Delta E$  values were higher in P than in C, being PS > CS, PE > EC and PKG > CKG (Table 5).

**Table 5.** Means and standard deviation of the color change ( $\Delta E$ ) in comparison between two ceramic subjected to the same surface treatments.

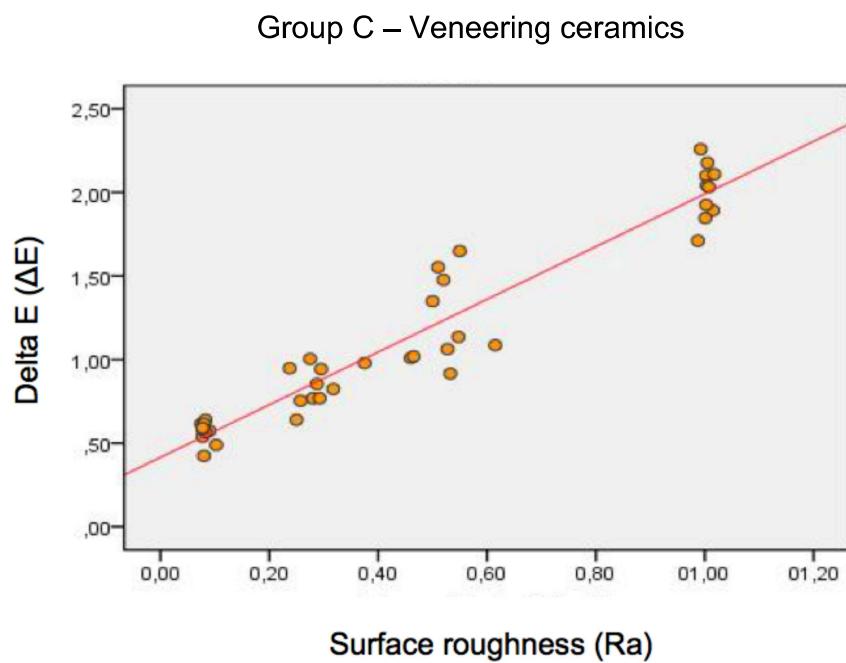
Group+ Subgroup	$\Delta E$	Standard deviation
CG	0,564 <sup>A</sup>	0,065
PG	0,594 <sup>A</sup>	0,095
CS	0,848 <sup>A</sup>	0,118
PS	2,821 <sup>B</sup>	0,351
CE	1,225 <sup>A</sup>	0,259
PE	3,348 <sup>B</sup>	0,245
CKG	2,009 <sup>A</sup>	0,165
PKG	3,943 <sup>B</sup>	0,122

\* T tes for means ( $p<0,05$ )

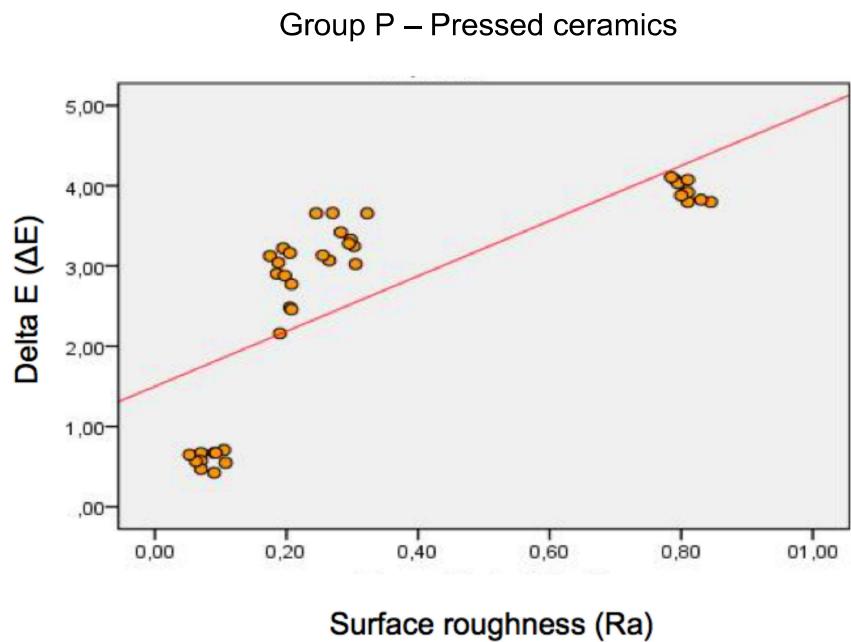
\*\* Different letters indicate statistically significant difference

An overall analysis, there was no statistically significant difference between CG and PG (control groups) for any of the analyzes (roughness and  $\Delta E$ ) and the lowest values were found in these groups.

It can be observed through the Pearson Correlation a strong and positive correlation, that is, as the surface roughness increases  $\Delta E$  also increases, both in the group C and a group P (Figures 5 and 6).



**Figure 5.** Pearson correlation. Dispersion graph between Roughness and  $\Delta E$  in Group C.



**Figure 6.** Pearson correlation. Dispersion graph between Roughness and  $\Delta E$  in Group P.

## **DISCUSSION**

In the present study was assessed the influence of surface treatment on the roughness and color change of two dental ceramics commonly used in aesthetic areas after immersed in coffee solution. The coffee was chosen to be a world-famous drink and consumed routinely by young adults, possible carriers of ceramics studied in this research. Based on the results of this study, the two null hypotheses were rejected, having seen that when immersed in coffee solution for 12 days, specimens of both ceramics underwent color change, regardless of the surface treatment they received, and both cover ceramics and in pressed ceramic higher the surface roughness, the greater the color change observed.

The aesthetic and functional adjustments to the ceramic piece can affect its surface resulting in change of roughness and brightness achieved by glaze.<sup>7,8</sup> An option to resume the smoothness and brightness lost front of the adjustments is a new application of glaze in the play, but this process takes time and can result in discoloration of the ceramic. To replace this surface treatment has been recommended the use of finishing systems and polimento.<sup>5,30,31</sup> Faced with the disadvantages of a new glaze, Al-Wahadni and Martin<sup>7</sup> and Goldstein et al.<sup>32</sup> report that the use of diamond burs and abrasive erasers can also provide a clinically acceptable smoothness.

In laboratory tests, Manjuran and Sreelal<sup>33</sup> to investigate the effectiveness of a polishing system in surface roughness of feldspathic ceramic (Vintage halo, Shofu Inc.) and reported that the combination of the polishing system + polishing paste (ceramic adjustment system Shofu and Dura-Polish Dia, Shofu Inc.) produced smoother surfaces than the glaze. With the same objective, Sarac et al.<sup>19</sup> evaluated the effect of different polishing techniques on the surface roughness of feldspathic ceramic (Vitadur Alpha, VITA) and found that both use only the polishing system (Shofu Inc.) as together with polishing paste (Ultra II, Shofu Inc.) generated as smooth surfaces as the glaze. However, many autores<sup>17,18,24,34</sup> demonstrated that the polishing systems are less effective in generating polished surfaces than treatment with glaze, independent of the ceramic evaluated. This is in line with the results obtained in this study, where it was found that the two used polishing systems (Shofu Inc and Edenta AG) did not achieve

surface smoothness similar to glaze in the tested ceramics (IPS e.max Ceram and IPS e.max Press). Yet, despite Ra presented by the polishing systems are higher than those presented by the glaze, polishing all subgroups showed significantly lower surface roughness than the subgroups treated only with a diamond bur. The SEM images illustrating the differences between the types of surface treatments. In both ceramic surfaces with minor irregularities are found in the glaze subgroups. (Figure 4).

Fuzzy et al.<sup>35</sup> reported in their work that the polishing paste offers a slight improvement in brightness and surface roughness when used after polishing system. Accordingly, Bottino et al.<sup>36</sup> investigated different polishing techniques that resulted in surface smoothness similar to glaze and said the polishing paste should be used after polishing rubbers providing better results. In this study, a significantly smoother surface could be observed in the subgroups S (PS and CS) compared to the subgroups E (PE and CE). All polishing procedures followed the manufacturer's instructions, however, in accordance with some estudies<sup>17,21,34,35</sup>, these findings can be attributed to the likely difference between the systems, and the use of the polishing paste in subgroups S, in contrast with no use of this in the subgroups E, because according to the manufacturer, its use is not necessary. On the other hand, the specimens were adjusted only with the 30 µm rotatory diamond cutting instrument had higher surface roughness and the SEM images confirm this fact (figure 4).

The color change of dental ceramic can be observed and evaluated visually or through instruments such as spectrophotometers and colorimeters potentially eliminate errors in the subjective evaluation of cor.<sup>37-39</sup> Modern spectrophotometers are able to detect color differences below the visual threshold human perception, converting mathematically the color recorded in three-dimensional coordinates ( $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$ ) to CIELab system, developed by the International Commission on Illumination (CIE), and with values that are expressed in  $\Delta E$ .<sup>40</sup> To obtain accurate measurements and quantitative evaluation of the color change in the present study used a spectrophotometer (Vita Easyshade Advance 4.0, Vita-Zahnfabrik).

Although several studies have used  $\Delta E$  values as parameters to establish tolerable limits of color change, there is still no consensus in the literature about the  $\Delta E$

value that can be perceived by the human eye and this value can be considered clinically relevant. Ishikawa-Nagai et al.<sup>41</sup> have reported that the value of  $\Delta E = 1.6$  is a color change detected by the human eye. Douglas et al.<sup>42</sup> say the perception of the human eye color change trained on average is possible when  $\Delta E = 2.6$ . To analyze the results of their study, Sarikaya and Guler<sup>16</sup> considered an acceptable level of color change when  $1 < \Delta E < 3.7$ . In the face of literature differences, it is necessary to establish reference values for evaluating the results of the color change. As in previous studies, this study will consider the no noticeable color change when  $\Delta E < 1.0$ <sup>24,37</sup> visually noticeable but clinically acceptable when  $\Delta E > 1.0$ <sup>37</sup> and clinically unacceptable when  $\Delta E > 3.5$ .<sup>13</sup>

Atay et al.<sup>28</sup> investigated the effect of different techniques of surface treatment in color change of feldspathic ceramic (VMK, Vita Zahnfabrik) before and after exposure to different solutions, including coffee. Discibe that after 30 days immersed in coffee samples treated by polishing system followed by polishing paste (ECOMET-III Buehler) had  $\Delta E = 1.1396$  and samples that receiving glaze (Vita Zahnfabrik) showed  $\Delta E = 0, 9065$ , values considered clinically acceptable by the authors. Like other autores<sup>17,18,43</sup> conclude that the immersion time and the type of surface treatment are important factors in color change porcelain. In the present study, we observed that the ceramic of nanofluorapatita, which resembles structurally the feldspatic when polished by a polishing system followed by polishing paste (CS) and when received the glaze as surface treatment (CG) were respectively  $\Delta E = 0.848$  and  $\Delta E = 0.564$ . These lower values found by Atay et al.<sup>28</sup> may be related to the differences between the ceramic, between the polishing systems, which, although both exhibit the use of rubbers followed by polishing the polishing paste, are systems of different manufacturers, and especially to the different coffee exposure times.

Sarikaya and Guler 16 conducted a study to evaluate the color change of different ceramics, including 2 feldspathic veneering ceramic (VMK 95, Vita Zahnfabrik and Ceramco III, DeguDent GmbH) submitted to different surface treatments and exposed to solution coffee for 48 hours. The results show that in both ceramics, lower  $\Delta E$  values were found in samples that received glaze. Despite not having been found

statistically significant differences between the polishing system groups (NTI CeraGlaze, NTI-Kahla GmbH, Kahla, Germany and Dialite II, Brasseler, USA) and the adjusted groups only with sandpaper silicon carbide # 600, all groups showed  $\Delta E$  values considered clinically acceptable by the authors ( $\Delta E < 3.7$ ) (ceramic VMK 95: glaze -  $\Delta E = 0,916$ , polishing system NTI CeraGlaze -  $\Delta E = 1,792$ , polishing system Dialite II -  $\Delta E = 1,666$ , sandpaper #600 -  $\Delta E = 1,848$ ; ceramic Ceramco III: glaze -  $\Delta E = 1,022$ , polishing system NTI CeraGlaze -  $\Delta E = 1,960$ , polishing system Dialite II -  $\Delta E = 1,882$ , sandpaper #600 -  $\Delta E = 1,810$ ). In this study, when we analyze the veneering ceramic, the subgroup that received glaze also showed the lowest value of  $\Delta E$ . However, the subgroup that received no surface treatment after having adjusted its surface only with rotatory diamond cutting instrument, presented the higher value of  $\Delta E$  having subgroups polishing systems presented intermediate values and statistically different from the other subgroups. However, all subgroups of the veneering ceramic showed clinically acceptable  $\Delta E$  ( $\Delta E < 3.5$ ).

Motro et al.<sup>17</sup> evaluated the effect of surface treatment techniques for color change of nanofluorapatite ceramic applied to the lithium disilicate ceramic after immersion in pigmenting solution (coffee). As in other works<sup>9,16,18,28,43</sup> the lower  $\Delta E$  value was also found in the glaze group (0.596). The  $\Delta E$  values in group of polishing system + polishing paste (CeraMaster Coarse, CeraMaster and Ultra II, Shofu Inc.) was 1,282 and at the 30  $\mu\text{m}$  rotatory diamond cutting instrument (Komet; Brasseler GmbH & Co KG) was 2,293. The authors consider the color change of the group adjusted only with a 30  $\mu\text{m}$  rotatory diamond cutting instrument to be clinically unacceptable ( $\Delta E > 2$ ). The surface roughness test shows an increasing order of roughness: Glaze (0.071  $\mu\text{m}$ ) < polishing system + polishing paste Shofu Inc (0.309  $\mu\text{m}$ ) < 30  $\mu\text{m}$  rotatory diamond cutting instrument (1.279 30  $\mu\text{m}$ ). The results presented by the authors demonstrate a strong correlation between color change and surface roughness of nanofluorapatite ceramic. Very similar results both for the analysis of roughness and for the  $\Delta E$  and the correlation between color change and surface roughness were found in our study differing only in the quantitative aspect, where the numbers despite following the same order regarding treatment surface were not identical. This fact can be explained, possibly by the difference of the operator between the studies, both implementing the

polishing as to measure, given the fact that ceramics, pigmentante solution, immersion time, materials and polishing techniques were the same.

It can be suggested by the results of these studies to a smaller variation of color front of the pigmentation agent, such as coffee solution, the best surface treatment of nanofluorapatite ceramic is the glaze and that both the glaze as the polishing system Shofu Inc provide a clinically acceptable  $\Delta E$  for this ceramic. However, unlike Motro et al.<sup>17</sup> we also consider the  $\Delta E$  values for the subgroup 30  $\mu\text{m}$  rotatory diamond cutting instrument (2,009) so as to subgroup Edenta AG (1,225), to be visually perceptible, but clinically acceptable.

Kurdoglu et al.<sup>18</sup> correlated the surface texture with the staining of ceramics. With a similar method to that of Motro et al.<sup>17</sup> but having the glass-ceramic reinforced by leucite pressed (IPS Empress Esthetic, Ivoclar Vivadent) as a surface to be treated, reported that specimens  $\Delta E$  found in IPS e.max study of Motro et al.<sup>17</sup> were higher than in the IPS Empress Esthetic. Attributes this to the exposure of the porous surface after veneered ceramic adjustments, resulting in greater color change of thereof after adjusted, the pressed ceramic presented a dense structure and low porosity, which would result in low-grade coloring. However, this study found different results. When we compare IPS e.max Ceram and the pressed IPS e.max Press, it was observed that, with the exception of Glaze subgroups (CG and PG), despite the IPS e.max Ceram have higher Ra values, the higher  $\Delta E$  values were found in the IPS e.max Press.

It should be noted that despite the surface roughness be a factor associated with color change ceramic, this is not the only cause of staining. A probable explanation for what happened in this study is that the pigmentation of the ceramic can be associated not only to extrinsic factors, but also factors intrínsecos.<sup>24</sup> IPS e.max Press has a translucent structure with a different crystalline form of other ceramic and its reactive index makes it translucent.<sup>44</sup> However this apparent advantage becomes a disadvantage when combined with impregnation on its surface pigment molecules, changing the brightness and thus negatively affecting the final color of the restoration. This is due to the change values of L \*, which represents brightness and any brightness loss affects the color of cerâmica.<sup>24</sup>

It is considered important to conduct further laboratory studies with different ceramics, thicknesses, pigments solutions and immersion times in order to try to understand the performance and potential clinical implications that surround the use of different dental ceramics and polishing systems, allowing the opportunity to find results that can sustain its indications and weights.

## **CONCLUSIONS**

Within the limitations of this in vitro study, we conclude that:

The surface roughness influences the color change in both ceramics, but this is not the only factor associated with this change. The glaze showed the best results for surface roughness and color change in the tested ceramics. The Shofu Inc polishing system performed better when compared to the Edenta AG in both ceramics. After adjusted for 30  $\mu\text{m}$  rotatory diamond cutting instrument, the pressed ceramics IPS e.max Press showed clinically incompatible color change ( $\Delta E = 3.943$ ). Thus, the use of suitable polishing materials for each ceramic type can bring aesthetic benefits to the restorations.

**REFERENCES**

1. Höland W et al. Future perspectives of biomaterials for dental restoration. *Journal of the European Ceramic Society* 2009; 29:1291-97.
2. Dalkiz M, Sipahi C, Beydemir B. Effects of six surface treatment methods on the surface roughness of a low-fusing and a ultra low-fusing feldspathic ceramic materials. *J Prosthodont* 2009; 18:217-2.
3. Kelly JR, Benetti P. Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice. *Aust Dent J* 2011; 56:84-96.
4. Anusavice KJ. Phillips Materiais Dentários. 12th ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2013. p. 418-473.
5. Wright MD, Masri R, Driscoll CF, Romberg E, Thompson GA, Runyan DA. Comparison of three systems for the polishing of an ultra-low fusing dental porcelain. *J Prosthet Dent* 2004; 92:486-90.
6. Chang CW, Waddell JN, Lyons KM, Swain MV. Cracking of porcelain surfaces arising from abrasive grinding with a dental air turbine. *J Prosthodont* 2011; 20:613–20.
7. Al-Wahadni A, Martin DM. Glazing and finishing dental porcelain: A literature review. *J Can Dent Assoc* 1998; 64:580-3.
8. Rashid H. The effect of surface roughness on ceramics used in dentistry: A review of literature. *European Journal of Dentistry* 2014; 8:571–9.
9. Yilmaz C, Korkmaz T, Demirköprülü H, Ergün G, Ozkan Y. Color stability of glazed and polished dental porcelains. *J Prosthodont* 2008; 17:20-4.
10. Yuzugullu B, Celik C, Erkut S, Ozcelik TB. The effects of extraoral porcelain polishing sequences on surface roughness and color of feldspathic porcelain. *Int J Prosthodont* 2009; 22:472–5.
11. Sarikaya I, Guler AU. Effects of different polishing techniques on the surface roughness of dental porcelains. *J Appl Oral Sci* 2010; 18:10–16.
12. Al-Shammary HA, Bubb NL, Youngson CC, Fasbinder DJ, Wood DJ. The use of confocal microscopy to assess surface roughness of two milled CAD-CAM ceramics following two polishing techniques. *Dent Mater* 2007; 23:736-41.

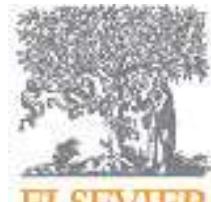
13. Turgut S, Bora B. Colour stability of laminate veneers: an in vitro study. *Journal of dentistry* 2011; 39:e57-e64.
14. Lee YK, Yu B, Lim JI, Lim HN. Perceived color shift of a shade guide according to the change of illuminant. *J Prosthet Dent* 2011; 105:91-9.
15. Kelly JR. Ceramics in restorative and prosthetic dentistry 1. *Annual Review of Materials Science* 1997; 27:443-468.
16. Sarikaya I, Güler AU. Effects of different surface treatments on the color stability of various dental porcelains. *Journal of Dental Sciences* 2011; 6:65-71.
17. Motro PFK, Kursoglu P, Kazazoglu E. Effects of different surface treatments on stainability of ceramics. *J Prosthet Dent* 2012; 108:231-7.
18. Kursoglu P, Motro PFK, Kazazoglu E. Correlation of surface texture with the stainability of ceramics. *J Prosthet Dent* 2014; 112:306-13.
19. Sarac D, Sarac YS, Yuzbasıoglu E, Bal S. The effects of porcelain polishing systems on the color and surface texture of feldspathic porcelain. *J Prosthet Dent* 2006; 108:122-8.
20. Camacho GB, Vinha D, Panzeri H, Nonaka T, Goncalves M. Surface roughness of a dental ceramic after polishing with different vehicles and diamond pastes. *Braz Dent J* 2006; 17:191-4.
21. Saraç D, Turk T, Elekdag-Turk S, Sarac YS. Comparison of 3 polishing techniques for 2 all-ceramic materials. *Int J Prosthodont* 2007; 20:465.
22. Boaventura JM, Nishida R, Elossais AA, Lima DM, Reis JM, Campos EA, Andrade MF. Effect finishing and polishing procedures on the surface roughness of IPS Empress 2 ceramic. *Acta Odontol Scand* 2013; 71:438-43.
23. Ertan AA, Sahin E. Colour stability of low fusing porcelains: an in vitro study. *J Oral Rehabil* 2005; 32:358-61.
24. Samra AP, Pereira SK, Delgado LC, Borges CP. Color stability evaluation of aesthetic restorative materials. *Braz Oral Res* 2008; 22:205-10.
25. Niu E, Agustin M, Douglas RD. Color match of machinable lithium disilicate ceramics: Effects of foundation restoration. *J Prosthet Dent* 2013; 110:501-9.

26. Akar GC, Pekkan G, Çal E, Eskitaşçıoğlu G, Özcan M. Effects of surface-finishing protocols on the roughness, color change, and translucency of different ceramic systems. *J Prosthet Dent* 2014; 112:314-321.
27. Niu E, Agustin M, Douglas RD. Color match of machinable lithium disilicate ceramics: Effects of cement color and thickness. *J Prosthet Dent* 2014; 111:42-50.
28. Atay A, Karayazgan B, Ozkan Y, Akyil MS. Effect of colored beverages on the color stability of feldspathic porcelain subjected to various surface treatments. *Quintessence Int* 2009; 40:41-8.
29. Guler AU, Yilmaz F, Kulunk T, Guler E, Kurt S. Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *J Prosthet Dent* 2005; 94:118-24.
30. Raimondo RL, Richardson JT, Wiedner B. Polished versus autoglazed dental porcelain. *J Prosthet Dent* 1990; 64:553-7.
31. Patterson CJ, McLundie AC, Stirrups DR, Taylor WG. Efficacy of a porcelain refinishing system in restoring surface finish after grinding with fine and extra-fine diamond burs. *J Prosthet Dent* 1992; 68:402-6.
32. Goldstein GR, Barnhard BR, Penugonda B. Profilometer, SEM, and visual assessment of porcelain polishing methods. *J Prosthet Dent* 1991; 65:627-34.
33. Manjuran NG, Sreelal, T. An In Vitro Study to Identify a Ceramic Polishing Protocol Effecting Smoothness Superior to Glazed Surface. *The Journal of Indian Prosthodontic Society* 2014; 14:219-227.
34. Steiner R, Beier US, Heiss-Kisielewsky I, Engelmeier R, Dumfahrt H, Dhima, M. Adjusting dental ceramics: An in vitro evaluation of the ability of various ceramic polishing kits to mimic glazed dental ceramic surface. *J Prosthet Dent* 2015; 113:616-622.
35. Fuzzi M, Zaccheroni Z, Vallania G. Scanning electron microscopy and profilometer evaluation of glazed and polished dental porcelain. *Int J Prosthodont* 1996; 9:452-8.
36. Bottino MC, Valandro LF, Kantorski KZ, Bressiani JC, Bottino MA. Polishing methods of an alumina-reinforced feldspar ceramic. *Braz Dent J* 2006; 17:285-9.

37. Seghi RR, Hewlett ER, Kim J. Visual and instrumental colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain. *J Dent Res* 1989; 68:1760-4.
38. Seghi RR. Effects of instrument-measuring geometry on colorimetric assessments of dental porcelain. *J Dent Res* 1990; 69:1180-3.
39. Paul SJ, Peter A, Rodoni L, Pietrobon N. Conventional visual vs. spectrophotometric shade taking for porcelain-fused- to-metal crowns: a clinical comparison. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2004; 92:577.
40. Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hämmmerle CHF. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dent Res* 2002; 81:578-582.
41. Ishikawa-Nagai S, Yoshida A, Sakai M, Kristiansen J, Da Silva JD. Clinical evaluation of perceptibility of color differences between natural teeth and all-ceramic crowns. *Journal of Dentistry* 2009; 37:e57-e63.
42. Douglas RD; Steinhauer TJ, Wee AG. Intraoral determination of the tolerance of dentists for perceptibility and acceptability of shade mismatch. *J Prosthet Dent* 2007; 97:200-8.
43. Gupta R, Parkash H, Shah N, Jain V. A spectrophotometric evaluation of color changes of various tooth colored veneering materials after exposure to commonly consumed beverages. *The Journal of Indian Prosthodontic Society* 2005; 5:72.
44. Heffernan MJ, Aquilino SA, Diaz-Arnold AM, Haselton DR, Stanford CM, Vargas MA. Relative translucency of six all-ceramic systems. Part II. Core and veneer materials. *J Prosthet Dent* 2002; 88:10–5.

**ANEXO**

## **ANEXO A – REGRAS DA REVISTA The Journal of Prosthetic Dentistry**



**JOURNAL OF PROSTHETIC DENTISTRY**

### **. AUTHOR INFORMATION PACK**

**ISSN:** 0022-3913

---

#### **COMPRIMENTO DE MANUSCRITOS**

Comprimento do manuscrito depende do tipo. Artigos de pesquisa e ciência clínicos gerais não deve exceder 10 a 12 páginas, escritos em espaço duplo (excluindo referências, legendas e tabelas). Relatórios Clínicos e Técnicas Dentárias não deve exceder 4 a 5 páginas, e conselhos dos nossos leitores não deve exceder 1 a 2 páginas. O comprimento varia de revisões sistemáticas.

#### **NÚMERO DE AUTORES**

O número de autores é limitado a 4, inclusão de mais de 4 deve ser justificada na carta de submissão. (Contribuição de cada autor deve ser anotado) Caso contrário, autores acima de 4 serão listados nos agradecimentos.

#### **FORMATAÇÃO GERAL**

Todas as submissões devem ser enviadas através do sistema de EES em Microsoft Word ou num formato compatível com Microsoft Word usando páginas de 8.5 X 11 polegadas em tamanho. As seguintes especificações deve ser seguido:

- Times Roman, 12 pt • Espaço duplo • Justificado à esquerda • Margens de 1 polegada (2,5cm) em todos os lados da página • Tabulação de meia polegada (1,25cm) • Cabeçalhos/rodapés deve ser livre de números de páginas ou qualquer outra informação • Referências; não deve ser numerados automaticamente (formatado). • Defina a linguagem em MS Word para Inglês (EUA).

#### **TIPOS DE ARTIGOS:**

Os artigos são classificados da seguinte maneira: Relatório de Pesquisa/Casos Clínicos, Relatório Clínico, Técnica Dentária, Revisão Sistemática, ou Conselhos dos Nossos Leitores. Seções necessárias para cada tipo de artigo são listados na ordem

em que devem ser apresentados.

## RELATÓRIO DE PESQUISA

O relatório da pesquisa não deve ser mais de 10-12 páginas digitadas em espaço duplo e deve ser acompanhado por não mais de 12 ilustrações de alta qualidade. Evite o uso de forma de esboço (ou seja enumerações e/ou frases ou parágrafos com marcadores). O texto deve ser escrito em frases completas e em forma de parágrafo.

- **Abstract (Abstrato):** (aproximadamente 250 palavras): Crie um resumo estruturado com os seguintes subseções: Statement of the Problem (Declaração do Problema), Objective (Objetivo), Materials and Methods (Métodos e Materiais), Results (Resultados) e Conclusions (Conclusões). O abstrato deve conter detalhes suficientes para descrever o experimento e os variáveis do projeto. O tamanho da amostra, os controles, o método de medição, estandardização, confiabilidade examinador, e método estatístico utilizado com nível de significância associado deve ser descritos na seção de Materiais e Métodos. Valores reais devem ser fornecido na seção de Resultados.
- **Clinical Implications (Implicações Clínicas):** Em 2-4 frases, descreva o impacto dos resultados do estudo sobre prática clínica.
- **Introduction (Introdução):** Explique o problema completamente com precisão. Resuma a literatura relevante, e identifique qualquer viés em estudos anteriores. Declare claramente o objetivo do estudo e a hipótese da pesquisa no final da introdução. Observe que, numa profunda revisão da literatura, a maioria das referências (se não todas) devem ser citadas na seção Materiais e Métodos e/ou na Introdução.
- **Materials and Methods (Materiais e Métodos):** No parágrafo inicial, forneça uma visão geral do experimento. Forneça informações completas de todos os produtos de fabricação e instrumentos utilizados, entre parênteses ou em uma tabela. Descreva o que foi medido, como foi medido, e as unidades de medida utilizadas. Liste os critérios para julgamento quantitativo. Descreva o designo experimental e variáveis, incluindo critérios definidos para controlar variáveis, estandardizar os testes, a alocação de espécimes/sujeitos a grupos (método de randomização), o tamanho total da amostra, controles, calibração dos examinadores, e confiabilidade de instrumentos e examinadores. Descreva como o tamanho das amostras foi determinada (por exemplo, com a análise de força (power analysis)). Evite o uso de números para identificar grupos. Em vez, use abreviações ou códigos que claramente indicaram as características do grupo e assim, os grupos serão mais significativo para o leitor. Os testes estatísticos e níveis de significância associado devem ser descrito no final desta seção.
- **Results (Resultados):** Descreva com precisão e brevemente, na mesma ordem que os testes foram descritos na seção de Materiais e Métodos. Para uma listagem extensa, os dados poderão ser apresentados em forma tabular ou forma gráfica para ajudar o leitor. Para 1-way ANOVA apresente df, e valores de F e P nas áreas apropriada no texto. Para todas as outras ANOVAs, de acordo com as orientações, forneça a tabela ANOVA. Descreva os resultados e as tendências mais significativas. Texto, tabelas e

figuras não devem repetir ao outro. Resultados notados como significativos devem ser validados por dados atuais e valores P.

- **Discussion (Discussão):** Discuta os resultados do estudo, em relação à hipótese e a relevante literatura. A discussão deve começar por explicar se sim ou não há suporte a rejeitar a hipótese nula. Se os resultados não concordam com outros estudos e/ou com opiniões aceites, declare como, e porquê os resultados são diferentes. Resultados concordantes com outros estudos também devem ser declarados. Identifique as limitações do seu estudo e sugere pesquisas futuras.
- **Conclusion (Conclusão):** Liste concisamente conclusões da pesquisa que possam ser retiradas do seu estudo, não simplesmente reafirmar os resultados. As conclusões devem ser pertinentes aos objetivos e justificado pelos dados. Na maioria das situações, as conclusões são só verdade para a população do experimento. Todas as conclusões devem ser acompanhadas por análises estatísticas
- **References (Referências):** Consulte a página 9 para obter mais orientações, página 22 para amostras.
- **Tables (Tabelas):** Construir tabelas de acordo com as orientações na página 11.
- **Legends for Illustrations (Legendas para as Ilustrações):** Descreva de forma concisa cada ilustração sem diretamente duplicar o texto. Consulte a página 13 para obter mais orientações; página 23 para a página de amostra de legendas.

## **INSTRUÇÕES DE FORMATO –**

### **ARRANJO da PRIMEIRA PÁGINA – Página Título (Title Page)**

Por favor, veja o exemplo da página título no Apêndice I (página 19).

- **Título:** O título deve definir a ideia do estudo, o conteúdo do estudo, e significado clínico. Utilize letra maiúscula apenas na primeira letra da primeira palavra. Não sublinhar o título. Abreviaturas ou nomes comerciais não deve ser usado no título. Palavras como 'new', 'novel', ou 'simple' não são recomendados para o título.
- **Autores:** Diretamente sobre o título, escreva os nomes e títulos dos autores. Liste somente os graus académicos. Por favor não use denominações de associações.
- **Instituições:** Diretamente sobre os nomes dos autores, escreva a afiliação institucional e as cidades, estados ou países (se não os Estados Unidos) em que estas instituições são localizadas. Se necessário, inclua a tradução do nome da instituição. Se os autores não são afiliados com uma instituição, por favor, liste a cidade, estado ou país (se não os Estados Unidos), em que os autores vivem.
- **Apresentação/informações de suporte financeiro e títulos:** Se a pesquisa foi apresentada antes numa reunião, escreva o nome da organização, o local, e data da reunião. Se o trabalho foi apoiado por uma bolsa de estudo ou qualquer outro tipo de

financiamento, forneça o nome da organização de suporte e o número de concessão. Liste os títulos acadêmicos (por exemplo, Assistant Professor) e afiliações departamental de todos os autores.

- **Informações de contato:** Liste o endereço para correspondência, telefone comercial, número de fax, e e-mail do autor onde receberá a correspondência.

## **ABSTRACT**

- O abstract deve ser escrito numa página separada do texto principal.
- O abstrato não deve incluir abreviaturas ou informações de fabricação.

## **TEXTO PRINCIPAL**

### ***Cabeçalhos***

- Os cabeçalhos devem contribuir a clareza do artigo e mudança de uma seção para outra (por exemplo, da discussão para conclusões).
- O uso de subtítulos podem ser apropriados para seção de Materiais e Métodos, mas é geralmente desencorajado nos Resultados e Discussão.
- Todos os cabeçalhos devem ser alinhados com a margem esquerda. Cabeçalhos principais (por exemplo, "MATERIALS AND METHODS") devem ser escrito em letras maiúsculas, subtítulos (por exemplo, "Specimen preparation" deve ser escrito com a primeira letra maiúscula e o restante da frase em letras minúsculas.)

### ***Informações de identificação de produto e sua manufatura***

- Descreva produtos em termos genéricos. Imediatamente após a palavra, forneça as seguintes informações em parênteses: nome do produto e do fabricante; por exemplo: "The impression was poured in Type IV stone (Denstone; Heraeus Kulzer) and related to each other with a fastsetting vinyl polysiloxane occlusal registration material (Correct VPS Bite Registration; Jeneric/Pentron, Inc)." Por favor, note que há um ponto e vírgula após o nome do produto. Nós já não exigimos a cidade e estado/País para cada fabricante que esta informação muda com tempo e é facil de encontrar na rede.
- Não use símbolos de marca registrada, não são consistentes com estilo do Jornal.
- Use nomes de medicamentos genéricos; os nomes comerciais podem ser mencionados em parênteses na primeira menção.

### ***Abreviaturas***

- Se abreviaturas foram utilizadas, forneça a forma expandida na primeira menção e abreviar daí em diante, por exemplo, "fixed dental prosthesis (FDP)".

### ***Referências***

### Referências aceitáveis e a sua colocação no documento

- A maioria das referências, se não todas, devem ser citada na introdução e/ou na seção de Materiais e Métodos. Apenas aquelas referências que foram citadas anteriormente ou que se relacionam diretamente aos resultados do estudo podem ser citados na discussão.
- Só os artigos publicados que foram revisados por pares podem ser usado como referência. Manuscritos em preparação, manuscritos submetidos para consideração e teses não publicadas não são referências aceitáveis.
- Os abstratos são considerados observações não publicadas e não são permitidos como referência a não ser que estudos de acompanhamento foram publicados em revistas revisadas por pares.
- A referência de publicações em língua estrangeira devem ser mantidas a um mínimo (não mais que 3). Estas referências são permitidas apenas quando o artigo original foi traduzido para Inglês. O título traduzido deve ser citado e a língua original deve ser mencionada entre parênteses na citação ao final.
- Referências de livros didáticos devem ser mantidas a um mínimo; livros didáticos muitas vezes refletem as opiniões dos seus autores e/ou editores. Quando necessário, as edições mais recentes dos livros didáticos devem ser utilizadas de preferência. Periódicos baseados em evidência científica são preferidos.

### Formatação de Referências

- As referências devem ser identificadas no corpo do artigo, com números arábicos sobrescritos. O número da referência deve ser posto após o período no final da frase.
- A lista das referências completa deve ser em espaço duplo e em ordem numérica, deve seguir a seção de conclusões mas começar numa página separada. Apenas as referências citadas no texto devem aparecer na lista das referências.
- Formatação das referências devem acordar com o estilo Vancouver, conforme estabelecido no "Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals" (Ann Intern Med 1997;126:36-47).
- As referências devem ser numeradas manualmente.
- Liste até seis autores. Se houver sete ou mais, após o sexto nome, adicione et al.
- Nome do jornal será abreviado de acordo com Cumulative Index Medicus. Uma lista completa de abreviaturas está disponível através do site do PubMed: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nlmcatalog/journals>
- Formato para artigos: forneça os sobrenomes e iniciais de todos os autores, o título do artigo, o nome do periódico; e, o ano, volume e números das página de publicação. Não

utilize itálico, letras realçadas ou sublinhadas para qualquer parte da referência. Coloque um período após os iniciais do último autor, após o título do artigo, e no final da referência. Coloque um ponto e vírgula após o ano de publicação e uma vírgula após o volume. Números de emissão não são usado em estilo Vancouver.

Exemplo: Jones ER, Smith IM, Doe JQ. Uses of acrylic resin. *J Prosthet Dent* 1985; 53:120-9.

- Referências dos livros: A edição mais atual deve ser citada. Forneça os nomes e iniciais de todos os autores/editores, o título do livro, a cidade de publicação, a editora, o ano de publicação e os números das página consultadas. Não use itálico, letras realçadas ou sublinhadas para qualquer parte da referência.

Exemplo: Zarb GA, Carlsson GE, Bolender CL. *Boucher's prosthodontic treatment for edentulous patients*. 11th ed. St. Louis: Mosby; 1997. p. 112-23.

\*Um exemplo duma página de referências pode ser encontrado na página 21.

## **TABELAS**

- As tabelas devem complementar, e não duplicar, o texto.

Todas as tabelas devem ser postas no final do manuscrito, após a lista de referências e antes das Legendas. Deve haver apenas uma tabela por página. Omita linhas horizontais e verticais. Omita qualquer sombreado ou cor.

- Não liste as tabelas em partes (por exemplo, Tables Ia, Ib, etc.) Cada tabela deve ter o seu próprio número. Numerar cada tabela na ordem em que são mencionadas no texto.

- Forneça uma legenda concisa que descreve o conteúdo da tabela. Crie nomes para cabeçalhos e coluna descritivos. Dentro de colunas, alinhar os dados de tal forma que os pontos decimais estão numa linha reta. Use pontos decimais (períodos), e não vírgulas, para marcar lugares passado o número inteiro (por exemplo, 3.5 em vez de 3,5).

- Numa linha de baixo da tabela, defina qualquer abreviaturas utilizadas na tabela.

- Se uma tabela (ou qualquer dado dentro dela) foi publicado anteriormente; dê todo o crédito ao autor original no rodapé. Se necessário, obtenha permissão para reimprimir a tabela do autor /editor.

- As tabelas devem ser submetidas em Microsoft Word ou formato compatível. Microsoft Word é preferido. Se uma tabela foi criada em Excel, deve ser importados para um dos formatos referidos acima antes de submissão.

## **SUBMISSÃO DE IMAGENS ELETRÔNICAS**

### ***Tipo de Arquivo***

Todas as figuras devem ser enviadas arquivadas em Tagged Image File Format (TIFF). As figuras não devem ser submetidos com Microsoft Word, Corel Draw, Harvard Graphics, PowerPoint, ou outros formatos de software de apresentação. Desenhos ou outros trabalhos de arte são melhores submetidos no formato original como EPS (Encapsulated PostScript), Adobe Illustrator, InDesign, etc. Antes de submissão, deve ser guardado como um .TIFF.

### ***Especificações do Arquivo da Imagem***

Dimensões da figura deve ser ao mínimo de  $4 \times 6$  polegadas (10 X 15 cm). Todas as figuras devem ser do mesmo tamanho (o mesmo tamanho físico), a não ser que o tipo da imagem proíbe ser do mesmo tamanho das outras figuras dentro do manuscrito, como no caso duma radiografia panorâmica ou radiografias peri-apical, imagens SEM, ou gráficos e capturas de tela. Não marque nos rostos das figuras com letras ou números para indicar a ordem em que as figuras devem aparecer; tais legendas serão postas durante o processo de publicação.

### ***Resolução***

As fotos devem ser de qualidade profissional e de alta resolução. A seguir estão as orientações de resolução:

- Fotografias em preto-e-branco ou a cores devem ser criados e guardados no mínimo de 300 pontos por polegada (dpi). (Note: Uma imagem de 4X6 polegadas com uma resolução de 300 dpi será aproximadamente 6 megabytes. Uma figura de menos de 300 dpi não deve ser aumentada artificialmente a 300 dpi, a qualidade e resolução resultante será pobre.)
- Desenhos de linhas devem ser criados e guardado em 1200 dpi.
- Um trabalho artístico em combinação (uma ilustração que contém ambas fotografias e desenho de linha) deve ser criado e guardado em 600-1000 dpi.
- Claridade, contraste, e a qualidade deve ser uniforme entre as partes de uma figura multipartida, e entre todas as figuras dentro do manuscrito.
- Figuras compostas (várias imagens combinadas em um único composição) não são aceitáveis. Cada parte da imagem deve ser  $4 \times 6$  polegadas, com 300 dpi.
- O fundo da imagem deve ser uniforme, sem textura, azul médio quando possível.

### ***Texto dentro de imagens***

Se texto é para aparecer dentro duma figura, versões marcadas e não marcadas devem ser fornecida. O texto que aparece nas versões marcadas devem ser em fonte Arial e ao mínimo 10 pt em tamanho. O texto deve ser dimensionado para facilitar legibilidade,

se a figura é reduzida para produção no Jornal. As letras devem ser em proporção com desenho, gráfico ou fotografia. O tamanho de fonte deve ser consistente entre cada figura, e para todas as figuras. Note que os títulos e subtítulos não devem aparecer no arquivo de figura, mas serão fornecidas no texto manuscrito (ver Legendas de Figuras, abaixo).

Se uma chave para uma ilustração requer obras de arte (linhas de tela, pontos, símbolos especiais), a chave deve ser incorporada no desenho, em vez de ser incluída na legenda. Todos os símbolos devem ser feitos profissionalmente, devem ser visíveis contra o fundo da imagem, e ser de proporção legível se a ilustração é reduzida para publicação.

Todas as fotografias de imagens de microscópicas devem ter uma barra de medida e unidade de medida na imagem.

### **Figuras em Cor**

Ilustrações coloridas podem ser submetidas quando o seu uso aumenta consideravelmente o valor do manuscrito. O editor tem a autoridade final para determinar se as ilustrações coloridas fornecem uma apresentação mais eficaz. Geralmente, um máximo de 8 figuras são aceites para um relatório clínico e artigos de técnica dentária, e 2 figuras são aceites para conselhos para nossos leitores. Mas, o Editor pode aprovar a publicação de figuras adicionais, se elas contribuem significativamente para o manuscrito.

Figuras clínicas devem ser de cor equilibrada. Imagens coloridas devem ser em CMYK (Ciano/Magenta/Amarelo/Preto) formato de cor invés de RGB formato de cor (vermelho/verde/azul).

### **Gráficos**

Os gráficos devem ser numerados como figuras e o enchimento nos gráficos de barras deve ser distinto e sólidos; sombreamento e desenhos devem ser evitados. Linhas grossas e sólidas devem ser usadas e em etras realçadas e sólidas. Fonte Times New Roman é o preferido. Coloque letras num fundo branco e evite o reverso (letras brancas sobre um fundo escuro). Imagens de 1200 dpi devem ser fornecidas, se forem preto e branco.

O Jornal reserva o direito de uniformizar o formato dos gráficos e tabelas.

### **Nomeação de Arquivos**

Cada figura deve ser numerados de acordo com a sua posição no texto (Figure 1, Figure 2, e assim), usando algarismos arábicos. Os arquivos das imagens electrónicas devem ser nomeados de modo que o número da figura e formato pode ser facilmente identificado. Por exemplo, figura 1 no formato TIFF deve ser nomeado fig1.tif. Figuras com várias componentes devem ser claramente identificáveis pelos nomes de arquivo: Figura 1A, Fig 1B, Fig 1C, etc.

No artigo, referência claramente cada ilustração, incluindo o seu número entre parênteses no final da frase apropriada antes de fechar pontuação. Por exemplo: "The sutures were removed after 3 weeks (Fig. 4)."

### **Legendas de Figuras**

As legendas das figuras devem aparecer no texto do manuscrito numa página separada após as Referências e Tabelas e referências devem aparecer sobre o título "Legends". O estilo do Jornal requer que os artigos (a, an, e the) são omitidos nas legendas de figuras e tabelas.

Se uma ilustração é tirada de material já publicado, a legenda deve dar todo o crédito a autor original (consulte Permissões).

Os autores são obrigados a revelar se ilustrações foram modificadas em qualquer forma.

### **PERMISSÕES**

- Todo o material citado deve ser claramente marcado com aspas e uma referência numérica. Se mais de 5 linhas são citados, uma carta de autorização deve ser obtida do autor e editor do material citado.
- Todos os manuscritos são submetidos para um software que identifica semelhanças entre o manuscrito submetidos e trabalhos anteriormente publicados.
- Se as citações são mais do que um parágrafo de comprimento, abra aspas no início de cada parágrafo e fecha aspas perto apenas no último parágrafo.
- Escreva todo o material citado exatamente como aparece na publicação original, sem alterações em ortografia ou pontuação. Indique o material omitido duma citação com reticências (três pontos) para omissão de material dentro de uma frase, 4 pontos para o material omitido após o fim duma frase.
- As fotografias que incluem os olhos dum paciente, o paciente deve assinar um consentimento autorizando o uso de seu/sua foto no Jornal. Se tal permissão não foi obtido, os olhos serão bloqueados com barras pretas na publicação.
- As ilustrações que são reimpressas ou emprestadas de outros artigos ou livros publicados não podem ser utilizados sem a permissão do autor original e editor. O autor do manuscrito deve garantir essa permissão e enviá-la para revisão. Na legenda da ilustração, forneça a citação completa da fonte original entre parênteses.

### **INTERESSE COMERCIAL EM EMPRESAS E/OU PRODUTOS**

- Autores não podem diretamente ou indiretamente fazer reclame aos equipamentos, instrumentos ou produtos em que eles têm um investimento pessoal.

- Declarações e opiniões expressadas nos manuscritos são as dos autores e não necessariamente aqueles dos editores. Os editores não assumem qualquer responsabilidade por tais materiais. Os editores não garantem ou endossam qualquer produto ou serviço anunciado no jornal; os editores não garantem qualquer alegação feita pelo fabricante sobre esse produto ou serviço.
- Autores devem divulgar qualquer interesse financeiro que eles podem ter nos produtos mencionados no artigo. Esta divulgação deve ser mencionada após a seção das conclusões.

