



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ – UFC
FACULDADE DE FARMÁCIA, ODONTOLOGIA E ENFERMAGEM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

AGHATA KELMA PALACIO GOMES

**EFEITOS DO NÚMERO DE CAMADAS DE GLAZEAMENTO NA
ESTABILIDADE DE COR E PROPRIEDADES MECÂNICAS DE UMA
CERÂMICA VÍTREA DE DISSILICATO DE LÍTIO CAD-CAM CARACTERIZADA
EXTRINSECAMENTE SUBMETIDA À ESCOVAÇÃO E À TERMOCICLAGEM**

FORTALEZA

2022

AGHATA KELMA PALACIO GOMES

EFEITOS DO NÚMERO DE CAMADAS DE GLAZEAMENTO NA ESTABILIDADE DE
COR E PROPRIEDADES MECÂNICAS DE UMA CERÂMICA VÍTREA DE
DISSILICATO DE LÍTIO CAD-CAM CARACTERIZADA EXTRINSECAMENTE
SUBMETIDA À ESCOVAÇÃO E À TERMOCICLAGEM

Dissertação de mestrado submetida à
Coordenação do Programa de Pós-Graduação
em Odontologia da Universidade Federal do
Ceará, como parte dos requisitos para obtenção
do título de Mestre em Odontologia. Área de
Concentração: Clínica Odontológica; Área
temática: Prótese dentária.

Orientadora: Prof^a Dr^a Karina Matthes de
Freitas Pontes

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- G612 Gomes, Aghata Kelma Palacio.
Efeitos do número de camadas de glazamento na estabilidade de cor e propriedades mecânicas de uma cerâmica vítrea de dissilicato de lítio CAD-CAM caracterizada extrinsecamente submetida à escovação e à termociclagem / Aghata Kelma Palacio Gomes. – 2022.
52 f. : il.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem, Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Fortaleza, 2022.
Orientação: Profa. Dra. Karina Matthes de Freitas Pontes.
1. Porcelana dentária. 2. Cor. 3. Polimento dentário. 4. Propriedades de superfície. 5. Abrasão dentária. I. Título.

CDD 617.6

AGHATA KELMA PALACIO GOMES

EFEITOS DO NÚMERO DE CAMADAS DE GLAZEAMENTO NA ESTABILIDADE DE
COR E PROPRIEDADES MECÂNICAS DE UMA CERÂMICA VÍTREA DE
DISSILICATO DE LÍCIO CAD-CAM CARACTERIZADA EXTRINSECAMENTE
SUBMETIDA À ESCOVAÇÃO E À TERMOCICLAGEM

Dissertação de mestrado apresentada à
Coordenação do Programa de Pós-Graduação
em Odontologia da Universidade Federal do
Ceará, como parte dos requisitos para obtenção
do título de Mestre em Odontologia.

Aprovada em: ____ / ____ / ____

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª Dr^ª Karina Matthes de Freitas Pontes (Presidente)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr Wagner Araújo de Negreiros
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof^ª Dr^ª Bruna Marjorie Dias Frota de Carvalho
Centro Universitário Christus (Unichristus)

A **Cristo Jesus**, por ser o Rei do universo e uma grande referência do bem;

Ao meu esposo (Hyan Magalhães), por estar lutando comigo todos os dias e sempre me apoiando;

Aos meus pais (Ioneide e Baldomiro), que tornam possível a realização dos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a **Deus**, por sempre estar abençoando e iluminando os caminhos durante toda a jornada da minha vida.

À equipe que faz parte do **Curso de Odontologia de Graduação e do Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade Federal do Ceará (PPGO UFC)**. Todos esses anos de muita emoção e inspiração me proporcionaram vivenciar momentos inexplicáveis de aprendizado contínuo e intenso dentro deste programa que só tem o melhor a oferecer.

Ao meu esposo **Hyan Magalhães**, pela luta diária que passamos. Cada conquista não seria possível se não estivesse ao meu lado, suportando todos os momentos de hiperfoco. Obrigada por toda paciência e por sempre me apoiar nas decisões e no desenvolvimento de vários projetos. Obrigada por sempre estar presente e contribuir positivamente para nosso crescimento pessoal e profissional. Sem o seu incentivo, não teria chegado até aqui.

Aos meus pais, **Ioneide Palácio e Baldomiro Gomes**, em quem me espelho pessoalmente e profissionalmente. Por tornarem meus sonhos reais e vívidos; por tornarem viva a minha vontade de continuar buscando desafios e permear os obstáculos. É por vocês que estou aqui e é por vocês que irei continuar tentando, nessa jornada árdua da vida. Obrigada por terem me ensinado que não existe sonho sem luta.

Aos meus familiares e amigos, **Francisca Bezerra, Francisco Palácio** (*in memorian*), **Idenildo Palácio** (*in memorian*), **Karoline Palácio, Vitória Palácio, Francisca Magalhães, Camila Magalhães, Harry Boskowy, Halley Handroskowy, Nayra Sousa, Silvia Maia, Lourival Martins, Marta Oliveira, Leandro Cruz e João de Almeida**, por terem proporcionado tantos momentos que me fizeram crescer.

À minha maravilhosa orientadora **Karina Matthes de Freitas Pontes**, por ser uma profissional talentosa e uma pessoa do bem. Sou imensamente grata pela orientação, amizade, paciência e companheirismo durante todo esse processo de pós-graduação. Obrigada por todas as oportunidades vivenciadas. Afirmo que sou privilegiada em tê-la como orientadora, pois o seu ensinar é cheio de bom senso, paciência, ética, que são essenciais para o meu amadurecimento. Obrigada por tudo e por tanto!

Aos meus colegas de pesquisa, **Gabriela Moreira, Matheus Loiky, Ingrid Bessa, Davi Valentim, Allyson Lucas, Andrea Leitão e André Dantas**. Sem vocês, com certeza não teríamos chegado até aqui. Muito obrigada por toda disponibilidade e participação ativa de vocês durante toda a pesquisa. A contribuição de vocês foi essencial. Foram muitos momentos de aprendizado, crescimento, dúvidas, anseios.. Sou muito privilegiada por tê-los ao meu lado durante todo o processo. Agradeço de coração e abraço vocês com toda a força! Que permaneçamos crescendo juntos nessa jornada!

À toda a **equipe de professores e coordenadores que compõem o corpo docente da PPGO UFC**. Vocês foram fundamentais para o meu crescimento. Agradeço, em especial, aos professores **Paulo Goberlânio, Livia Sales, Rômulo Regis, Raniel Peixoto, Wagner Negreiros e Marcelo Ramos**.

Aos meus colegas de pós-graduação, em especial **Iana Sá, Matheus Viana, Maiara Cardoso, Adília Mirela, Isabelle Timbó, Cibele Rabelo, Ana Laura Mota, Monalisa Vasconcelos, Caroline Tertto, Cássia Emanuella, Iury Ximenes e Milena Freitas**. Ter vivido esse sonho ao lado e com a ajuda de vocês foi fundamental.

Aos profissionais da **PPGO UFC**, em especial à **Joana** e ao **Rafael**; aos técnicos do **Laboratório Multidisciplinar de Pesquisa Odontológica (LAMPO UFC)**, **Karine Nojosa** e **Manoel Florindo**, e aos porteiros, em especial ao **Ronaldo**. Obrigada por serem tão justos e capacitados! Tenho muito orgulho de fazer parte deste programa que só nos inspira a crescer.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Brasil (Código do Financiamento 001)**, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao **Eduardo Mukai**, pela colaboração na concepção da ideia do projeto de pesquisa.

À **Ivoclar Vivadent AG**, por ter fornecido o desconto dos materiais; ao Laboratório **LACAM-UFC** e ao Pesquisador Dr. **Jorge Luiz Cardoso**; Laboratório de **Ensaios Mecânicos-UNIFOR** e ao Prof. Me. **Clídio Lima** e técnico **Daniel Alves**; à **Clínica Pontes Odontologia** e ao Prof. Dr **Cássio Pontes**, por terem disponibilizado parte dos equipamentos para pesquisa.

À **Banca Examinadora**, por ter aceitado contribuir com a melhora do trabalho.

À toda a equipe do **Centro Universitário Christus**, em especial, aos queridos professores **Renata Mota, Tácio Bezerra, Bruna Frota, Carlos Eduardo, Fernanda Sampaio, Artur Forte e Renata Brito** que sempre me inspiraram e ajudaram a chegar até aqui.

Meu muito obrigada a cada um de vocês!

“Ainda sou estudante da vida que eu quero dar...”

Belchior

RESUMO

O uso de restaurações cerâmicas monolíticas CAD-CAM caracterizadas extrinsecamente tem sido amplamente indicado, devido à maior rapidez na sua confecção e aos seus bons resultados estéticos e biomecânicos; porém pouco ainda se sabe sobre a estabilidade desses resultados ao longo dos anos e os efeitos de diferentes camadas de glazeamento em sua preservação são desconhecidos. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos do número de camadas de glaze sobre uma cerâmica vítrea de dissilicato de lítio CAD-CAM caracterizada extrinsecamente, quanto às propriedades de cor, rugosidade de superfície e microdureza Vickers, após termociclagem (TC), escovação (E) ou associação de ambas (TCE). Os corpos de prova (n=80) foram distribuídos em 2 grupos (n=40): glazeados com uma camada (GL1); glazeados com duas camadas (GL2). Cada grupo foi subdividido em quatro (n=10), para 3 tipos de intervenções e 1 controle (TC, E, TCE e imersão em água destilada), e as medidas foram tomadas em 4 diferentes tempos (*baseline*; 2,5; 5; e 10 anos). As variações de cor foram avaliadas utilizando um espectrofotômetro e aplicando-se a fórmula CIEDE2000 (ΔE_{00}). Um perfilômetro de contato foi utilizado para medir a rugosidade de superfície (Ra) e um microdurômetro Vickers para a microdureza (MD). ANOVA mista de 3 vias foi utilizada para todos os desfechos, seguidos por ANOVA 1 critério, ANOVA 1 critério de medidas repetidas, pós-teste de Bonferroni e teste t para verificação das diferenças ($\alpha=0,05$). O grupo GL1 sofreu maior alteração de cor com a E a partir de 5 anos ($p=0,003$). Aos 2,5 anos e aos 5 anos, a TC gerou maiores alterações de cor quando comparada ao controle ($p<0,001$; $p=0,013$). O grupo GL2 sofreu maiores alterações de cor na E aos 10 anos ($p=0,017$). Com relação à Ra, em 5 anos, o grupo GL1 sofreu alterações na TCE. No controle, verificou-se que o grupo GL1 era mais rugoso que o GL2 ($p<0,05$), porém a Ra foi igualada na TCE, em todos os tempos, e na TC, em 10 anos. Todos os grupos sofreram aumento da MD aos 2,5 anos ($p<0,05$), com exceção do grupo GL1 que passou por E. No grupo GL1, a TC aumentou a MD aos 5 anos, comparada ao controle ($p=0,006$); aos 5 e aos 10 anos o grupo GL1 apresentou maior MD que o GL2 na TCE ($p<0,05$). Em conclusão, no geral, uma camada de glazeamento apresentou maiores alterações de cor, rugosidade e microdureza, em comparação aos confeccionados com duas camadas.

Palavras-chave: porcelana dentária; cor; polimento dentário; propriedades de superfície; abrasão dentária.

ABSTRACT

The use of extrinsically characterized monolithic CAD-CAM ceramic restorations has been widely indicated, due to their faster fabrication and their good esthetic and biomechanical results. However, little is known about the stability of these results over the years and the effects of different glaze layers on their preservation are unknown. The aim of this study was to evaluate the effects of the number of glaze layers on a CAD-CAM lithium disilicate glass ceramic extrinsically characterized, in terms of color properties, surface roughness and Vickers microhardness, after thermocycling (TC), brushing (E) and association of both (TCE). The specimens (n=80) were divided into 2 groups (n=40): glazed with one layer (GL1); glazed with two layers (GL2). Each group was subdivided into four (n=10), for 3 types of interventions and 1 control (TC, E, TCE and immersion in distilled water), and measurements were taken at 4 different times (baseline; 2.5; 5; and 10 years). Color variations were evaluated using a spectrophotometer and applying the formula CIEDE2000 (ΔE_{00}). A contact profilometer was used to measure the surface roughness (Ra) and a Vickers microhardness meter for the microhardness (MD). Mixed 3-way ANOVA was used for all outcomes, followed by 1-way ANOVA, 1-way repeated measures ANOVA, Bonferroni post-test and t test to check for differences ($\alpha=0.05$). The GL1 group suffered greater color change with E from 5 years on ($p=0.003$). At 2.5 years and 5 years, TC generated greater color changes when compared to control ($p<0.001$; $p=0.013$). The GL2 group suffered greater color changes in E for 10 years ($p=0.017$). Regarding Ra, in 5 years, the GL1 group suffered alterations in TCE. In the control, it was verified that the GL1 group was rougher than the GL2 ($p<0.05$), however the Ra was equal in the TCE at all times and in the TC in 10 years. All groups experienced an increase in MD at 2.5 years ($p<0.05$), with the exception of the GL1 group that underwent E. In the GL1 group, TC increased the MD at 5 years, compared to the control ($p=0.006$); at 5 and 10 years, the GL1 group presented higher MD than the GL2 in TCE ($p<0.05$). In conclusion, in general, one layer of glaze showed greater changes in color, roughness and microhardness, compared to those made with two layers.

Keywords: dental porcelain; color; dental polishing; surface properties; dental abrasion.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Resultados da ANOVA mista de 3 vias para cor (CIEDE 2000, ΔE_{00}), rugosidade (R_a , μm) e microdureza Vicker's (VHN) **40**
- Tabela 2.** Média (desvio-padrão) da variação de cor (CIEDE 2000, ΔE_{00}) de acordo com o tratamento e o tempo, para cada número de camadas de glaze **41**
- Tabela 3.** Média (desvio-padrão) da rugosidade de superfície (R_a , μm) de acordo com o tratamento e o número de camadas de glaze, para cada tempo do estudo **42**
- Tabela 4.** Média (desvio-padrão) da microdureza Vicker's (VHN) de acordo com o tratamento e o tempo, para cada número de camadas de glaze **43**

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ΔE_{00} Variação de Cor CIEDE2000

Ra Rugosidade de superfície

MD Microdureza

GL1 Glazeada com uma camada

GL2 Glazeada com duas camadas

TC Termociclagem

E Escovação

TCE Termociclagem + Escovação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	13
2 HIPÓTESES	17
2.1 Hipótese Nula	17
2.2 Hipótese Alternativa	17
3 OBJETIVOS	18
3.1 Objetivo Geral	18
3.2 Objetivos Específicos	18
4 CAPÍTULO	19
5 CONCLUSÃO GERAL	45
REFERÊNCIAS	46
APÊNDICES	50
ANEXO	52

1. INTRODUÇÃO GERAL

Por aproximadamente 50 anos, restaurações multicamadas, associando a cerâmica a uma infraestrutura metálica, vêm sendo utilizadas na Odontologia. Contudo, o aumento da demanda por materiais ainda mais estéticos culminou com o desenvolvimento das restaurações totalmente cerâmicas, com propriedades mecânicas cada vez melhores (GOMES et al., 2008; BAYNE et al., 2019). Com a evolução destes materiais, o desenvolvimento conjunto da tecnologia *Computer aided design/Computer aided machining* (CAD-CAM) tem crescido de forma considerável. Essa tecnologia foi desenvolvida principalmente para resolver três desafios: preparar restaurações mais rápidas, fáceis e precisas; obter restaurações com aparência natural e garantir uma resistência adequada do material (POP-CIUTRILA et al., 2016; OBADI et al., 2020).

Diante do avanço das técnicas de confecção, surgiram as restaurações monolíticas em cerâmica, que são peças confeccionadas com um único tipo de material e que não requerem uma camada de revestimento, reduzindo o seu tempo de fabricação (REICH 2015; YUAN et al., 2018). Os blocos cerâmicos CAD-CAM proporcionam restaurações com boa propriedade estética e excelentes propriedades mecânicas, apresentando uma taxa menor de fratura do que as técnicas realizadas manualmente, pois possuem uma qualidade padrão consistente de fábrica (SULAIMAN; DELGADO; DENOVAN, 2015; DOGAN et al., 2017). Ademais, menos complicações mecânicas podem ocorrer devido ao menor número de interfaces, reduzindo riscos de lascamento do material (BOMICKE et al., 2017; SCHWINDLING; RUES; SCHMITTER, 2017).

Um dos materiais que podem ser utilizados de forma monolítica é a cerâmica vítrea de dissilicato de lítio, que é comercializada na forma parcialmente cristalizada com coloração azulada (IVOCLAR, 2009), para facilitar o processo de fresagem. Após a fresagem da restauração e sua prova clínica, realiza-se seu tratamento térmico, transformando-a em uma estrutura cristalina, incluindo cerca de 70% da fase de cristal ortorrômbico de dissilicato de lítio (KURT et al., 2019). Esses tipos de cerâmicas são bastante utilizadas no cotidiano clínico por apresentarem boas propriedades. Ensaio clínicos e revisões sistemáticas recentes relatam resultados favoráveis para coroas de dissilicato de lítio, de acordo com suas indicações (RAUCH et al., 2018; SOARES-RUSU et al., 2021; MAZZA et al., 2021).

Apesar das boas propriedades das cerâmicas vítreas de dissilicato de lítio, é importante

ressaltar que este material pode ainda estar sujeito a alterações em suas propriedades de superfície (DOS SANTOS et al., 2015; ALENCAR-SILVA et al., 2019; KANAT-ERTURK, 2020). Estudos afirmam que a realização do polimento e glazeamento, é uma etapa importante, pois fornece uma superfície mais resistente ao desgaste (SCHNEIDER et al., 2013; SILVA et al., 2014; OBADI et al., 2020; ALENCAR et al., 2022). Existem diferentes técnicas de polimento descritas na literatura, como o uso de discos, lixas, pastas e borrachas abrasivas (STEINER et al., 2015; DE FREITAS-PONTES et al., 2016). O glazeamento consiste na aplicação de um pó cerâmico especialmente formulado, misturado a um líquido próprio, pincelado na superfície da restauração e aquecido em forno (IVOCLAR, 2009). A caracterização extrínseca, também conhecida como maquiagem cerâmica, deve ser feita após o polimento e antes do glazeamento, sendo recomendada para aumentar a naturalidade, melhorando a estética (IVOCLAR, 2009, KANAT-ERTURK, 2020). Após estas técnicas de acabamento, a superfície torna-se mais lisa, resistente e brilhante, podendo manter a maquiagem ao longo dos anos (IVOCLAR, 2009; STEINER et al., 2015; KANAT-ERTURK, 2020). Um estudo mostrou que o glazeamento pode proporcionar uma cerâmica de superfície mais resistente ao desgaste ao ajustar ou caracterizar extrinsecamente restaurações, proporcionando menor variação de cores com o tempo (CHI et al., 2017).

Nesse contexto, quando as superfícies das cerâmicas se apresentam mais lisas, é importante ressaltar que a biocompatibilidade do material é melhorada, reduzindo-se a retenção de biofilme e o desgaste do dente antagonista, tornando-se também menos suscetível ao manchamento (KIM et al., 2003; KOROGLY et al., 2016). Sabe-se que o manchamento do material afeta a estética e a aparência natural dos materiais em longo prazo (YUAN et al., 2018; KANAT-ERTURK, 2020; ALENCAR et al., 2022). Assim, restaurações com características de superfície bem acabadas causam menos prejuízos estéticos e mecânicos (KURT et al., 2019). No entanto, embora o polimento e/ou glazeamento tenham o intuito de proporcionar superfícies mais lisas e acabadas, fatores externos do dia-a-dia – como ingestão de bebidas corantes, de temperaturas elevadas, soluções ácidas e escovação dentária – podem levar à degradação superficial das cerâmicas (GAWRIOTEK et al., 2012; JAIN et al., 2013; DOS SANTOS et al., 2015; ALENCAR-SILVA et al., 2019).

A abrasão superficial e a rugosidade da cerâmica também podem ser afetadas pela escovação diária juntamente com um dentífrico, quando este tem maior abrasividade

(ROSENTRITT et al., 2015; YUAN et al., 2018). Estudos mostram que, além da alteração na rugosidade de superfície, ao longo dos anos, pode haver a remoção da camada de maquiagem (TRIBST et al., 2021). Importante também frisar que, na cavidade oral, as variações térmicas ocorrem frequentemente devido às diferentes temperaturas associadas às bebidas e/ou alimentos quentes ou frios, podendo afetar as propriedades e a longevidade das restaurações (DOS SANTOS et al., 2015). Dessa forma, usar os parâmetros de termociclagem (TC) e escovação (E), que simulam o ambiente oral em ensaios *in vitro*, pode ajudar a examinar o comportamento das restaurações de forma mais próxima a uma situação clínica (ROSELINO et al., 2013; MORRESI et al., 2013; ROSENTRITT et al., 2015; YUAN et al., 2018).

As propriedades ópticas das restaurações cerâmicas podem ser influenciadas por vários fatores, como espessura, número de queimas da cerâmica e técnica de revestimento, ciclos repetidos de coloração, composição, microestrutura, rugosidade e topografia de superfície, entre outros (PAPAGEORGIOU-KYRANA et al., 2018). Além disso, pesquisadores afirmam que fatores externos do dia-a-dia podem desgastar ou degradar a camada de glazeamento e, conseqüentemente, a maquiagem pode ser perdida, alterando-se a cor, principalmente ao longo dos anos (PAPAGEORGIOU-KYRANA et al., 2018; KURT et al., 2019). A cor pode ser analisada objetivamente, utilizando-se um espectrofotômetro, que é um instrumento projetado para medir a quantidade de energia luminosa refletida em um objeto, em intervalos de 1 a 25 nm, ao longo do espectro visível (geralmente 350 a 800 nm) (CORCIOLANI; VICHI, 2006; JAIN et al., 2013). O sistema que define a cor é de três fatores, de acordo com a Comissão Internacional de Iluminação: $L^* a^* b^*$ (CIELab), em que três medições são obtidas em uma área central e o valor médio para os parâmetros L^* , a^* e b^* é aplicado na fórmula CIEDE2000 (ΔE_{00}), para detectar diferenças de cor resultantes das condições experimentais (PAPAGEORGIOU-KYRANA et al., 2018; BILLMEYER; SALTZMAN, 2000; ALENCAR-SILVA et al., 2019). A fórmula CIEDE2000 é uma correção do sistema CIELab, onde $\Delta L'$, $\Delta C'$ e $\Delta H'$ são, respectivamente, a diferença de brilho, croma e matiz de um par de amostras, e o RT (termo de rotação) é a função responsável pela interação entre o croma e a diferença de matiz nesta área (SHARMA et al., 2005; GAWRIOTEK et al., 2012)

A rugosidade da superfície (Ra) desempenha um papel na susceptibilidade à adesão e à retenção microbiana. Um biofilme pode se desenvolver quando os microorganismos aderidos começam a colonizar e permanecem aderidos (YUAN et al., 2018; KURT et al., 2019). Uma Ra acima de $0,2 \mu\text{m}$ foi associada ao aumento do acúmulo

de placa bacteriana, levando a um aumento no risco de inflamação periodontal (REICH, 2015; SCHWINDLING; RUES; SCHIMITTER, 2017). Além disso, o aumento da Ra de um material dentário mostrou estar relacionado ao desgaste do antagonista (ELMARIA et al., 2006; JANYAVULA et al., 2013). A rugosidade da superfície é geralmente descrita por Ra, porque é definida como a média do valor aritmético da rugosidade dentro da medição do comprimento (SILVA et al., 2014; VICHI et al., 2018). Esse método de medição permite analisar a cerâmica superficialmente (VICHI et al., 2018; KURT et al., 2019).

O teste de microdureza (MD) também tem sido utilizado há bastante tempo na tentativa de explicar o potencial de desgaste, quando se consideram diferentes materiais para análise de risco de desgaste do esmalte e de materiais antagonistas (LUDOVICHETTI et al., 2018; ALENCAR-SILVA et al., 2019; MIOTTO et al., 2021). Como os resultados obtidos em diferentes estudos são muitas vezes conflitantes, a investigação desse parâmetro permanece pertinente. Em um estudo, foi observado que a resina composta nanoparticulada e as cerâmicas infiltradas com polímeros não causaram desgaste aos antagonistas, enquanto as vitrocerâmicas – como a dissilicato de lítio – indicaram altas taxas de desgaste no esmalte e em materiais antagonistas (LUDOVICHETTI et al., 2018).

Dessa forma, é importante ressaltar que a dureza deve ser considerada ao selecionar materiais monolíticos CAD-CAM (LUDOVICHETTI et al., 2018). Os resultados da MD gerados podem ser relatados em unidades de dureza Vickers (VHN), para análises em cerâmicas, onde é calculada uma média aritmética de 3 a 5 valores (SEGHI; DENRY; ROSENSTIEL, 1995; KUKIATTRAKOON; JUNPOOM; HENGTRAKOOL, 2009; PREIS et al., 2011; FREDDO et al., 2016; LUDOVICHETTI et al., 2018).

Diante disso, alguns estudos analisaram os efeitos do glazeamento sobre a caracterização extrínseca e sobre as propriedades da cerâmica vítrea de dissilicato de lítio, tratadas com diferentes métodos de acabamento de superfície (ANIL; BOLAY, 2002; BAYNE et al., 2019; DOS SANTOS et al., 2006; ROSELINO et al., 2013; ROSENTRITT et al., 2015; GARZA et al., 2016; CHI et al., 2017; YUAN et al., 2018; ALENCAR-SILVA et al., 2019; TRIBST et al., 2021), não existindo um consenso sobre qual protocolo é mais eficaz na manutenção das propriedades ideais. Estudos sobre a influência do número de camadas do glaze na cor e nas propriedades mecânicas das cerâmicas CAD-CAM monolíticas caracterizadas extrínsecamente não são conhecidos.

2. HIPÓTESES

2.1 Hipótese Nula

O número de camadas do glaze, os métodos de intervenção e os períodos simulados não influenciam na cor, Ra e MD da cerâmica vítrea de dissilicato de lítio CAD-CAM caracterizada extrinsecamente.

2.2 Hipótese Alternativa

O número de camadas do glaze, os métodos de intervenção e os períodos simulados, influenciam na cor, Ra e MD da cerâmica vítrea de dissilicato de lítio CAD-CAM caracterizada extrinsecamente.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar os efeitos do número de camadas do glaze sobre a cor e as propriedades mecânicas de uma cerâmica vítrea de dissilicato de lítio CAD-CAM caracterizada extrinsecamente, submetida à escovação, termociclagem ou associação de ambas.

3.2 Objetivos Específicos

Avaliar e comparar os efeitos de uma e duas camadas do glazeamento nas propriedades de estabilidade de cor, rugosidade de superfície e microdureza de uma cerâmica vítrea de dissilicato de lítio CAD-CAM caracterizada extrinsecamente, submetida aos seguintes métodos de intervenção e períodos simulados:

1. Escovação, simulando 2,5 anos, 5 anos e 10 anos;
2. Termociclagem, simulando 2,5 anos, 5 anos e 10 anos;
3. Termociclagem + Escovação, simulando 2,5 anos, 5 anos e 10 anos.

4. CAPÍTULO

Esta dissertação está baseada no Artigo 46 do Regimento Interno do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal do Ceará, que regulamenta o formato alternativo para dissertações de Mestrado e teses de Doutorado e permite a inserção de artigos científicos de autoria ou coautoria do discente.

Assim sendo, esta dissertação é composta de um artigo científico que será traduzido para a língua inglesa e submetido ao periódico *Journal of Prosthetic Dentistry* ISSN:0022/3913.

Efeitos do número de camadas de glazamento na estabilidade de cor e propriedades mecânicas de uma cerâmica vítrea de dissilicato de lítio CAD-CAM caracterizada extrinsecamente submetida à escovação e à termociclagem

Aghata Kelma Palacio Gomes^a, Karina Matthes de Freitas Pontes^b

^a Pós-graduanda em Clínica Odontológica, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, Brasil

^b Professora Associada, Departamento de Odontologia Restauradora, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, Brasil

Autor correspondente

Dr^a Karina Matthes de Freitas Pontes

Departamento de Odontologia Restauradora, Universidade Federal do Ceará,
Alexandre Baraúna St. 949, Rodolfo Teófilo – Fortaleza, Ceará, 60430-160, BRASIL

E-mail: karinapontes@ufc.br

Agradecimentos

Ao Eduardo Mukai, pela colaboração na concepção da ideia do projeto de pesquisa.

Ivoclar Vivadent AG, por ter fornecido o desconto dos materiais.

Programa de Pós-Graduação em Odontologia (PPGO UFC) e aos técnicos Karine Nojosa e Manoel Florindo; Laboratório LACAM-UFC e ao Pesquisador Dr. Jorge Luiz Cardoso; Laboratório de Ensaios Mecânicos-UNIFOR e ao Prof. Me. Clídio Lima e técnico Daniel Alves; à Clínica Pontes Odontologia e ao Prof. Dr Cássio Pontes, por terem disponibilizado os equipamentos e contribuído para pesquisa.

À equipe de alunos Ingrid Bessa, Davi Valentim, André Dantas e Allyson Lucas; e aos colegas Monalisa Vasconcelos, Ana Laura Mota, Cibele Rabelo e João de Almeida que contribuíram com os autores durante o processo da pesquisa.

Financiamento

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES Brasil), que forneceu a bolsa de estudos.

RESUMO

Declaração do problema. As restaurações cerâmicas monolíticas CAD-CAM caracterizadas extrinsecamente têm sido amplamente indicadas, devido à maior rapidez na sua confecção e aos seus bons resultados estéticos e biomecânicos; porém pouco ainda se sabe sobre a estabilidade desses resultados ao longo dos anos e os efeitos de diferentes camadas de glazeamento em sua preservação são desconhecidos. **Objetivo.** Avaliar os efeitos do número de camadas de glaze sobre uma cerâmica vítrea de dissilicato de lítio CAD-CAM caracterizada extrinsecamente, quanto às propriedades de cor, rugosidade de superfície e microdureza Vickers, após termociclagem (TC), escovação (E) ou associação de ambas (TCE). **Materiais e Métodos.** Os corpos de prova (n=80) foram distribuídos em 2 grupos (n=40): glazeados com uma camada (GL1); glazeados com duas camadas (GL2). Cada grupo foi subdividido em quatro (n=10), para 3 tipos de intervenções e 1 controle (TC, E, TCE e imersão em água destilada), e as medidas foram tomadas em 4 diferentes tempos (*baseline*; 2,5; 5; e 10 anos). As variações de cor foram avaliadas utilizando um espectrofotômetro e aplicando-se a fórmula CIEDE2000 (ΔE_{00}). Um perfilômetro de contato foi utilizado para medir a rugosidade de superfície (Ra) e um microdurômetro Vickers para a microdureza (MD). ANOVA mista de 3 vias foi utilizada para todos os desfechos, seguidos por ANOVA 1 critério, ANOVA 1 critério de medidas repetidas, pós-teste de Bonferroni e teste t para verificação das diferenças ($\alpha=0,05$). **Resultados.** O grupo GL1 sofreu maior alteração de cor com a E a partir de 5 anos ($p=0,003$). Aos 2,5 anos e aos 5 anos, a TC gerou maiores alterações de cor quando comparada ao controle ($p<0,001$; $p=0,013$). O grupo GL2 sofreu maiores alterações de cor na E aos 10 anos ($p=0,017$). Com relação a Ra, em 5 anos, o grupo GL1 sofreu alterações na TCE. No controle, verificou-se que o grupo GL1 era mais rugoso que o GL2 ($p<0,05$), porém a Ra foi igualada na TCE, em todos os tempos, e na TC, em 10 anos. Todos os grupos sofreram aumento da MD aos 2,5 anos ($p<0,05$), com exceção do grupo GL1, que passou por E. No grupo GL1, a TC aumentou a MD aos 5 anos,

comparada ao controle ($p=0,006$); aos 5 e aos 10 anos, o grupo GL1 apresentou maior MD queo GL2 na TCE ($p<0,05$). **Conclusões.** No geral, uma camada de glazeamento apresentou maiores alterações de cor, rugosidade e microdureza, em comparação aos confeccionados com duas camadas.

Implicação Clínica: O número de camadas de glazeamento exerce um papel importante na manutenção de propriedades da cerâmica vítrea de dissilicato de lítio caracterizada extrinsecamente por um período de até 10 anos.

Palavras-chave: porcelana dentária; cor; polimento dentário; propriedades de superfície; abrasão dentária.

INTRODUÇÃO

A utilização da tecnologia *Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing* (CAD-CAM) tem crescido de forma considerável na Odontologia restauradora, fornecendo maior precisão e rapidez na confecção de restaurações.¹ As cerâmicas vítreas com dissilicato de lítio são comumente utilizadas para coroas estéticas em dentes anteriores e laminados em sistemas CAD-CAM. Ensaio clínicos e revisões sistemáticas têm demonstrado altas taxas de sucesso destas cerâmicas, por apresentarem boas propriedades mecânicas e estéticas, respeitando-se suas indicações.^{2,3,4}

No contexto da tecnologia CAD-CAM, as restaurações monolíticas em cerâmica têm sido cada vez mais indicadas na especialidade de prótese dentária e constituem-se em peças confeccionadas com um único tipo de material, sem camadas de estratificação, o que aumenta sua resistência ao lascamento e à fratura, além de reduzir seu tempo de fabricação.^{5,6,7} As restaurações monolíticas são peças geralmente monocromáticas, que necessitam de técnicas de coloração nas camadas superficiais, para conferir melhor estética.⁷⁻¹⁰ Entre essas técnicas, está a caracterização extrínseca (maquiagem) que proporciona ainda mais naturalidade.⁷⁻¹¹

Apesar das vantagens em se utilizar restaurações cerâmicas monolíticas, existe uma preocupação com a possibilidade de alterações na cor da maquiagem e em propriedades de superfície, com o tempo e a função na cavidade oral.^{8,10,12-18} Para minimizar esses efeitos, estudos afirmam que o glazeamento é uma etapa importante, pois fornece uma superfície mais resistente ao desgaste,^{13,19-22} o que pode proteger a maquiagem cerâmica, quando utilizada.^{12,13,19} Uma quantidade de desgaste de 2 a 4 vezes mais rápida pode ocorrer sem a aplicação da camada de glaze sobre a maquiagem, levando a uma possível variação de cor.¹⁹ Assim, a estabilidade da cor pode ser maior em superfícies glazeadas.²³ Um estudo observou que a maquiagem pode permanecer ao longo dos anos na superfície glazeada; todavia, com o tempo, os pesquisadores relataram aumento de rugosidade.¹³

A rugosidade de superfície (Ra) está relacionada à biocompatibilidade do material, por ter relação com a retenção de biofilme e/ou pigmentos e com o desgaste do dente antagonista.^{8,24,25} O aumento de mais de 0,2 µm de Ra tem sido associado ao aumento do acúmulo de biofilme, levando a um aumento do risco de inflamação periodontal.^{8,26,27}

Embora o acabamento de superfície possa ter alguma influência sobre a longevidade dos materiais,^{15,19-22,28} fatores do dia-a-dia como escovação e temperaturas podem contribuir para a degradação superficial da cerâmica.^{8,12,13,29,30} Na cavidade oral, variações nos gradientes térmicos associados a bebidas e/ou alimentos quentes e frios podem aumentar a susceptibilidade à adsorção de pigmentos e causar alterações nas propriedades mecânicas.^{29,30} Além disso, a abrasividade de dentífricos pode estar relacionada a uma ação de polimento ou aumento da rugosidade em materiais odontológicos, a depender da sua composição.^{31,32}

Diante disso, são poucos os estudos que analisaram diferentes tratamentos de superfície utilizando o glazeamento sobre a caracterização extrínseca em cerâmicas, não existindo consenso sobre qual protocolo é mais eficaz para a longevidade das restaurações.^{8,12,13,29,30} Ademais, estudos sobre os efeitos do número de camadas de glazeamento na cor e nas propriedades mecânicas de cerâmicas CAD-CAM monolíticas maquiadas não são conhecidos.

Portanto, o objetivo deste estudo *in vitro* foi avaliar a influência do número de camadas de glazeamento nas propriedades de cor, Ra e microdureza (MD) de uma cerâmica vítrea de dissilicato de lítio CAD-CAM caracterizada extrinsecamente, quando submetida à termociclagem (TC), escovação (E) ou associação de ambas (TCE), por um período de até 10 anos. A hipótese nula foi de que o número de camadas do glazeamento, os métodos de intervenção e os períodos simulados não influenciariam nas propriedades testadas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Delineamento experimental

80 corpos de prova (IPS E.max CAD HT Blocks; Ivoclar Vivadent AG – A3) (n=80) foram obtidos e aleatoriamente distribuídos em dois grupos (n=40): glazeados com uma camada (GL1); glazeados com duas camadas (GL2). Cada grupo foi subdividido em quatro (n=10), para 3 tipos de intervenções (TC, E ou TCE) e 1 controle (imersão em água destilada), simulando 2,5 anos, 5 anos e 10 anos. As análises das propriedades de cor, rugosidade de superfície e microdureza Vickers foram realizadas antes de cada intervenção designada (controle *baseline* intragrupo) e após cada período de simulação. O fluxograma com o delineamento do estudo está apresentado na figura 1.

Produção e preparo dos corpos de prova

Corpos de prova de formato retangular (3,3mm de espessura × 7,9mm de largura × 12,7mm de altura; n= 80) foram obtidos a partir de blocos de cerâmica vítrea de dissilicato de lítio IPS E.max CAD, cortados com um disco de baixa velocidade (Diamond Wefering Blade 104047379D9 - XL12205) sob resfriamento à água (Isomet; Buehler). Após o corte, todos os corpos de prova foram polidos mecanicamente do lado da superfície tratada por 120s com cada uma das lixas de granulções 400, 600 e 1200 (3M 401Q®), com o auxílio de uma polidora elétrica rotativa (Aropol 2V; Arotec Ind Com) de baixa velocidade, sob resfriamento à água a 150/300rpm. Em seguida, foram submetidos à queima de cristalização em forno cerâmico, seguindo as instruções do fabricante (Seven EDG; a 450°C - 820°C, por 20min c/ vácuo).

O controle de espessura e a padronização final das amostras foram atribuídos com o auxílio de um paquímetro digital (Mitutoyo 500-196-20), garantindo uniformidade de espessura, largura e altura selecionados no estudo (+/- 0,1 mm) para todos os corpos de prova.

Marcações com caneta permanente, identificando por numeração os corpos de prova, foram realizadas na lateral da amostra para não prejudicar as análises. O processo de preparo e produção foi realizado pelo mesmo operador sob a supervisão de um profissional experiente.

Antes da divisão dos grupos, todos os corpos de prova foram caracterizados extrinsecamente/maquiados com pigmento único, na proporção indicada pelo fabricante (Basic Red Fluid E21/ IPS Ivocolor Mixing Liquid Allround 15ml, Ivoclar Vivadent), com o auxílio de um pincel, até a obtenção de uma superfície homogênea. Em seguida, passaram por outra queima específica para caracterização extrínseca, de acordo com as recomendações do fabricante (Seven EDG; a 500°C - 810°C, por 30s c/ vácuo).

Após produção e preparo dos corpos de prova, as amostras foram aleatoriamente divididas em 2 grupos, de acordo com o número de camadas do glazeamento (n=40): uma camada (GL1); duas camadas (GL2). A aplicação do glaze foi realizada por meio da mistura manual de pó e líquido, na proporção indicada pelo fabricante (IPS Ivocolor Glaze Powder 5g; IPS Ivocolor Mixing Liquid Allround 15ml, Ivoclar Vivadent AG), com o auxílio de um pincel, até a obtenção de uma superfície homogênea, em uma ou duas camadas, de acordo com os grupos experimentais e, em seguida, os ciclos de queima de glaze foram realizados, também seguindo a recomendação do fabricante (Seven EDG; a 500°C - 820°C, por 30s s/ vácuo), sendo 1 queima para o grupo GL1 e 2 queimas para o grupo GL2.

Intervenções

Para a realização da E, os corpos de prova foram escovados em máquina de simulação de escovação (MSET; Elquip), com escovas de dentes com cerdas macias (Tek; Johnson & Johnson Ind. Com. Ltda.), aplicando um movimento de escovação com carga de 2-N nas superfícies dos corpos de prova, com uma amplitude de excursão de 20 mm e uma velocidade de 4,5 movimentos por segundo.³³ Uma suspensão de água destilada e creme dental (Colgate Tripla Ação; Colgate-Palmolive Co) foi preparada na proporção de 1:1 e 1 ml da suspensão foi injetado nas superfícies dos corpos de prova a cada 30 segundos. 40.000, 80.000 e 160.000 ciclos foram utilizados para corresponder a aproximadamente 2,5 anos, 5 anos e 10 anos no ambiente oral.³³ As trocas das escovas foram realizadas a cada período de ciclos que equivalassem a 3 meses.

Para a realização da TC, foi utilizado um termociclador (SD; Mechatronik) com banho de água destilada a 5 ± 1 °C e 55 ± 1 °C, com tempo de permanência de 30 segundos em cada banho de água. As amostras foram submetidas a 3.000, 6.000 e 12.000 ciclos para estimar 2,5 anos, 5 anos e 10 anos de condição oral.^{8,34}

Para a intervenção combinada (TCE), a TC foi realizada antes da E, seguindo os ciclos combinatórios: 3.000 ciclos de TC + 40.000 ciclos de E, para representar 2,5 anos; 6.000 ciclos de TC + 80.000 ciclos de E, para representar 5 anos e 12.000 ciclos de TC + 160.000 ciclos de E, para representar 10 anos.^{8,33,34}

Os corpos de prova do grupo controle ficaram imersos em água destilada durante o período de teste dos grupos experimentais, sendo realizada a troca da água periodicamente a cada 24 horas.³³

Desfechos

Antes da avaliação das propriedades, os corpos de prova foram limpos com água destilada e secos com jato de ar.

Um espectrofotômetro digital portátil (VITA Easyshade; VITA Zahnfabrik) foi utilizado para registrar a cor de cada amostra.³³ Os corpos de prova foram posicionados contra um fundo branco não reflexivo e, para padronizar o local de avaliação e evitar a luz ambiente, a ponta da sonda foi posicionada 90° perpendicular à superfície da cerâmica.³³ O dispositivo foi alinhado incorporando as amostras e a ponta da sonda em silicone de alta viscosidade/pasta densa (Express XT, 3MEspe).³³ Três medidas foram obtidas em uma área central e o valor médio dos parâmetros L* (luminosidade), a* (vermelho-verde) e b* (amarelo-azul) foi aplicado na fórmula CIEDE2000 (ΔE_{00}), para detectar diferenças de cor decorrentes das condições experimentais.^{33,35} Os fatores paramétricos de KL, KC e KH foram definidos como 1.^{33,36} Os valores ΔE_{00} foram considerados perceptíveis se acima de 1,0 e clinicamente aceitáveis se até o valor 2,04.³⁷

A Ra foi medida por meio de um perfilômetro de contato (Hommel Tester T1000; Hommelwerke GmbH) com resolução vertical de 0,01 μm (precisão de Ra) e equipado com uma ponta de diamante (5 μm de raio), movendo-se por um caminho retilíneo de 4.8-mm por 10 segundos, com uma carga constante de 4 mN e uma velocidade de ponta de 0.5 mm / s. O valor médio de 3 leituras na área central de cada amostra, com uma distância incremental de 1 mm entre cada linha de varredura, foi definido como a rugosidade da amostra (Ra, μm).^{17,33}

Foi utilizado um microdurômetro (FM-ARS 9000; Future-Tech Corp) para análise da MD, equipado com um diamante Vickers.³³ Três endentações colocadas 500 μm de distância foram feitas na margem superior de cada amostra, utilizando uma carga de 2-N e um contato de 15 segundos. As diagonais de cada endentação foram medidas. Os resultados gerados foram relatados em unidades de dureza Vickers (VHN) pela máquina e a média aritmética dos 3 valores foi calculada.^{16,33,38}

Análise Estatística

Em estudo anterior,⁸ de metodologia semelhante, em que foram avaliadas amostras de zircônia CAD-CAM caracterizadas extrinsecamente, quanto à alteração de cor após E, foi observado que a menor diferença entre médias com significância estatística ($p=0,02$) foi entre a simulação de 10 e 15 anos, com médias e desvios-padrão de $0,8\pm 0,5$ e $1,5\pm 0,9$. Diante desses dados, considerando $\beta=0,1$ (poder estatístico de 90%) e nível de significância de $\alpha=0,05$, o cálculo amostral apontou a necessidade de 9 repetições por grupo experimental. Foi utilizado o programa *BioEstat 5.3* (Instituto Marimauá).

Para análise dos desfechos cor (ΔE_{00}), Ra (μm) e MD (VHN), foi utilizado o teste estatístico ANOVA mista de 3 vias, seguido pelos testes ANOVA 1 critério e Bonferroni, para a comparação dos tratamentos em cada tempo (ΔE_{00} e MD) e para a comparação dos tratamentos para 1 ou 2 camadas de glaze (Ra); ANOVA 1 critério de medidas repetidas e Bonferroni, para comparação entre os tempos para cada tratamento (ΔE_{00} e MD); teste t para comparação entre

1 e 2 camadas de glaze em cada tratamento (Ra). Para todos os testes foi adotado um nível de significância $\alpha=0,05$. O programa estatístico utilizado foi o *Statistical Package for the Social Sciences 20* (IBM SPSS Statistics).

RESULTADOS

Os resultados do teste ANOVA mista de 3 vias para todos os desfechos do estudo estão apresentados na Tabela 1.

Cor (ΔE_{00})

Na tabela 1, foram verificadas diferenças significativas para os fatores tratamento e tempo, separadamente. O número de camadas de glaze não gerou diferenças significativas entre si.

Os resultados de média e desvio-padrão dos grupos experimentais, assim como os resultados estatísticos das comparações, estão apresentados na tabela 2. Foi observado que o grupo GL1, quando submetido à E, apresentou diferenças após 5 e 10 anos ($p=0,003$); aos 2,5 anos e aos 5 anos, a TC gerou maiores alterações de cor comparada ao controle nesse mesmo grupo ($p<0,001$; $p=0,013$). O grupo GL2 sofreu maiores alterações de cor quando E por 10 anos ($p=0,017$), entretanto nenhum dos tratamentos causou alterações significantes, comparados ao controle.

Ainda avaliando os valores das médias da tabela 2, levando-se em consideração o limite de aceitabilidade clínica da alteração de cor por parte de pessoas leigas (2,04),³⁷ o grupo GL1, após TC, apresentou valores maiores em todos os períodos e, na TCE, a média ficou acima do limite aos 10 anos; em contrapartida, na TC, o grupo GL2 apresentou média maior que o limite aos 5 anos, retornando ao limite aos 10 anos.

Ra (μm)

Na tabela 1, foi verificada diferença estatística para o fator número de camadas de glaze. Os resultados de média e desvio-padrão dos grupos experimentais, assim como os resultados estatísticos das comparações, estão apresentados na tabela 3. No controle, na TC e E, foi verificado que o grupo GL1 era mais rugoso que o GL2 ($p < 0,05$), porém a Ra foi igualada após TCE em todos os períodos e, na TC, em 10 anos. Aos 5 anos, também foi observado que o grupo GL1 sofreu diminuição da Ra após TCE, mas com retorno à semelhança estatística aos 10 anos, comparado ao *baseline*.

MD (VHN)

Na tabela 1, foram observadas diferenças estatísticas para o fator tempo, individualmente, e para as interações tempo x camadas de glaze e tempo x intervenções.

Os resultados de média e desvio-padrão dos grupos experimentais, assim como os resultados estatísticos das comparações, estão apresentados na tabela 4. Todos os grupos sofreram aumento da MD aos 2,5 anos ($p < 0,05$), com exceção do grupo GL1, que passou por E. No grupo GL1, a TC aumentou a MD aos 5 anos, comparada ao controle ($p = 0,006$); aos 5 e aos 10 anos, o grupo GL1 apresentou maior MD que o GL2 na TCE ($p < 0,05$).

DISCUSSÃO

Algumas alterações significativas na cor, Ra e MD foram observadas na cerâmica vítrea de dissilicato de lítio CAD-CAM caracterizada extrinsecamente e foram influenciadas pelo número de camadas do glaze, após métodos de intervenção e períodos simulados. A hipótese nula, portanto, foi rejeitada.

No presente estudo, alterações de cor perceptíveis e acima do clinicamente aceitável foram detectadas. No entanto, no geral, essas maiores alterações nos valores de ΔE_{00} foram observadas no grupo GL1. O grupo GL1 sofreu maior alteração de cor na E a partir de 5 anos.

O grupo GL2 sofreu maior alteração de cor na E apenas em 10 anos. Estudos mostram que a abrasão da E pode ter o potencial de remover a camada caracterizada extrinsecamente, podendo levar à variação de cores,^{12,15} sugerindo-se que, por esse motivo, valores mais elevados na E para alteração de cor tenham sido observados no presente trabalho. Além disso, o grupo GL1 apresentou maiores alterações em todos os períodos simulados na TC, comparado ao controle. Este resultado provavelmente se deve à propagação de microtrincas que a TC pode causar, devido à variação térmica, facilitando a adsorção de água e fluidos, podendo influenciar na cor final.^{29,30}

Um estudo observou que a maquiagem pode permanecer por até 11,4 anos na superfície glazeada.¹³ Em contrapartida, o estudo de Tribst *et al*¹¹ concluiu que a aplicação do glaze não protegeu a caracterização do desgaste abrasivo na E por 5, 10 ou 15 anos, independentemente do tratamento da superfície cerâmica, apresentando maior desgaste no decorrer do tempo. No entanto, nos estudos citados, os materiais avaliados foram diferentes do presente trabalho e não houve comparação do número de camadas do glaze sobre a maquiagem. É desconhecido algum trabalho que tenha avaliado os efeitos da aplicação de duas camadas de glaze sobre a caracterização extrínseca, desde sua confecção, sobre cor e propriedades mecânicas da cerâmica testada.

Acar *et al*,¹⁴ que avaliaram a cerâmica de dissilicato de lítio e outros materiais, porém sem a maquiagem, não observaram alterações de cor na cerâmica glazeada convencionalmente com uma camada.^{8,14} Os limiares de perceptibilidade e aceitabilidade considerados foram diferentes do presente estudo. Paravina *et al*³⁷ relataram, em seu estudo clínico multicêntrico, que o limite de perceptibilidade do CIEDE2000 para alterações de cor em cerâmicas odontológicas foi de 1,0 e o limite de aceitabilidade foi de 2,04, tratando-se de examinadores leigos. Esses valores foram considerados neste estudo. Na TC, o grupo GL1 apresentou valores maiores que o limite de aceitabilidade clínica em todos os períodos. Em contrapartida,

o grupo GL2 apresentou média maior que o limite apenas a partir de 5 anos. Diante disso, é importante ressaltar que os limites do ponto de vista dos leigos são diferentes dos profissionais³⁷ e, em alguns casos, alterações de cor podem não representar uma preocupação clínica do ponto de vista do paciente.⁸

Valores de Ra dependem do método de fabricação, composição e tratamento de superfície, por exemplo. Por esses motivos, valores altamente variáveis para cerâmicas já foram relatados.^{16,17,18} No presente trabalho, foi observado que o grupo GL2 apresentou uma Ra menor que o GL1, desde a sua confecção. Esses resultados sugerem que duas camadas de glazeamento podem diminuir significativamente valores de Ra para restaurações CAD-CAM de dissilicato de lítio, com conseqüente potencial para reduzir a adesão microbiana, entre outros problemas.^{15,17,18} De qualquer forma, os valores se apresentaram próximos a 0,2 μm no grupo GL2, o que é considerado um limite ideal para restaurações odontológicas,^{26,27} porém não é possível fazer essa consideração nesse momento, pois a Ra presente também dependeu do acabamento, antes do glazeamento, embora os valores de Ra tenham sido estatisticamente semelhantes no *baseline*. Os corpos de prova foram preparados com um dispositivo de corte de baixa velocidade e submetidos a acabamento e polimento com discos de lixas, em polidora elétrica rotativa, por tempo padronizado, como utilizado em estudos anteriores.^{8,33} No entanto, não realizar a fresagem propriamente dita para preparar os corpos de prova, como nos sistemas CAD-CAM, nem utilizar os materiais geralmente indicados para o polimento clínico foram limitações do presente estudo,²⁰ podendo justificar o fato de os valores de Ra terem sido mais elevados que o esperado.

Além disso, foi observado que a TCE diminuiu a Ra no grupo GL1 aos 5 anos e, ao longo do tempo, a TCE igualou os valores de Ra entre os dois grupos. Ademais, no geral, a E causou menores alterações que a TC. Estudos também afirmam que a E pode proporcionar uma ação de polimento, dependendo da interação entre as superfícies das amostras e das partículas abrasivas do dentífrício.^{31,32} Dessa forma, acredita-se que, no presente estudo, a E

proporcionou lisura nas superfícies dos corpos de prova também após alterações causadas pela TC.³¹ Os resultados apresentados podem ser devido ao componente carbonato de cálcio, presente na pasta utilizada (Colgate Tripla Ação), que é menos abrasivo que a sílica, podendo resultar em menores alterações de Ra no decorrer do tempo.³¹

Alencar-Silva *et al*³³ avaliaram os efeitos da imersão em bebidas corantes e da escovação na cor e nas propriedades mecânicas da cerâmica de dissilicato de lítio CAD-CAM e observaram valores médios mais baixos da MD para os grupos glazeados, quando comparados aos grupos polidos, cuja superfície é o próprio dissilicato de lítio. No presente estudo, observou-se que duas camadas de glazeamento mantiveram uma MD menor que uma única camada, na TCE aos 5 e 10 anos. Além disso, na TC, o grupo GL1 apresentou aumento da MD aos 5 anos, comparado ao controle, enquanto o grupo GL2 não apresentou nenhuma alteração, sob nenhum tratamento. Esses achados sugerem que a cerâmica utilizada no glazeamento – em maior espessura de camada – pode ter uma tendência de menor dureza sob condições orais e que a dupla camada pode deixar a superfície da restauração mais estável. Ademais, autores afirmam que a utilização do glaze pode reduzir a dureza da superfície cerâmica e pode resultar no menor desgaste dos substratos antagonistas.¹⁶ No entanto, considerando a dureza do esmalte (274,8 VH)³⁸ e a encontrada no presente estudo da cerâmica de dissilicato de lítio, observou-se que o material utilizado apresentou taxas elevadas de MD, comparado ao esmalte, desde a sua confecção (Tabela 4).

É importante salientar novamente que existe na Odontologia uma grande tendência de simplificarem técnicas e diminuírem etapas clínicas e laboratoriais e, na prótese dentária, com o advento e modernização dos sistemas CAD-CAM e do fluxo digital, isso tem sido cada vez mais valorizado. Um estudo de Chi *et al*¹⁹ tentou demonstrar alternativas ao glazeamento no caso da necessidade da maquiagem cerâmica, com a colocação apenas dos pigmentos na superfície sem glazeamento, e do uso de uma mistura de pigmentos com cerâmica similar ao

glaze, para que houvesse uma única etapa de queima. Nenhuma das alternativas foi melhor que a aplicação convencional da maquiagem seguida do glazeamento, após E. O presente estudo demonstrou certa superioridade na aplicação de duas camadas de glaze. Isso reflete a necessidade de se desenvolver produtos para maquiagem com propriedades de maior resistência ao desgaste e estabilidade química, para que a etapa de glazeamento não seja mais necessária.

Por fim, os parâmetros utilizados neste estudo experimental não puderam simular de forma totalmente fiel o ambiente oral fisiológico, pois, para essa correspondência, outros fatores, como a variação do pH, deveriam ser também considerados. Outros resultados poderão ser encontrados com diferentes protocolos de acabamento superficial, como simulação de ajustes clínicos e outros tipos de cerâmicas, sendo necessária a continuação dos estudos nessa linha de pesquisa.

CONCLUSÕES

Tendo em vista as limitações deste estudo *in vitro*, concluiu-se que:

1. Duas camadas de glazeamento mantiveram a maioria dos corpos de prova com níveis de alteração de cor dentro do limite de aceitabilidade clínica. A escovação causou alterações aos 5 e 10 anos no grupo com uma camada de glaze.
2. Duas camadas de glazeamento tornaram os corpos de prova menos rugosos, comparados à aplicação de uma única camada. A termociclagem associada à escovação igualou os valores de rugosidade de superfície entre os dois grupos.
3. Corpos de prova com uma camada de glaze, diante da termociclagem e de sua associação com a escovação, apresentaram maior microdureza que os com duas camadas; estes não apresentaram diferenças em relação ao controle em nenhum dos tratamentos.

REFERÊNCIAS

1. Wendler M, Belli R, Petschelt A, Mevec D, Harrer W, Lube T, *et al.* Chairside CAD/CAM materials. Part 2: Flexural strength testing. *Dent Mater* 2017;33(1):99-109. doi: 10.1016/j.dental.2016.10.008.
2. Rauch A, Reich S, Dalchau S, Schierz O. Clinical survival of chair-side generated monolithic lithium disilicate crowns:10-year results. *Clin Oral Investig* 2018;22(4):1763-1769. doi:10.1007/s00784-017-2271-3.
3. Soares-Rusu IBL, Villavicencio-Espinoza A, de Oliveira NA, Wang L, Honório HM, Rubo JH, *et al.* Clinical Evaluation of Lithium Disilicate Veneers Manufactured by CAD/CAM Compared with Heat-pressed Methods: Randomized Controlled Clinical Trial. *Oper Dent* 2021;1;46(1):4-14. doi: 10.2341/19-233-C.
4. Mazza LC, Lemos CAA, Pesqueira AA, Pellizer EP. Survival and complications of monolithic ceramic for tooth-supported fixed dental prostheses: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent* 2021;18;S0022 3913(21)00065-2. doi: 10.1016/j.prosdent.2021.01.020.
5. Silva LHD, Lima E, Miranda RBP, Favero SS, Lohbauer U, Cesar PF. Dental ceramics: a review of new materials and processing methods. *Dent Mater* 2017;31:133-46. doi: 10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0058.
6. Johansson C, Kmet G, Rivera J, Larsson C, Vult Von Steyern P. Fracture strength of monolithic all-ceramic crowns made of high translucent yttrium oxide-stabilized zirconium dioxide compared to porcelain-veneered crowns and lithium disilicate crowns. *Acta Odontol Scand* 2014;72(2):145-53. doi: 10.3109/00016357.2013.822098.
7. Sulaiman TA, Delgado AJ, Donovan TE. Survival rate of lithium disilicate restorations at 4 years: a retrospective study. *J Prosthet Dent* 2015;114(3):364-6. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.04.011.

8. Yuan JC, Barão VAR, Wee AG, Alfaro MF, Afshari FS, Sukotjo C. Effect of brushing and thermocycling on the shade and surface roughness of CAD-CAM ceramic restorations. *J Prosthet Dent* 2018 Jun; 119(6): 1000-1006. doi: 10.1016/j.prosdent.2017.06.001.
9. Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. Contemporary fixed prosthodontics. 5th ed. St. Louis: Mosby/Elsevier; 2015. p. 760-1.
10. Kanat-Erturk B. Color Stability of CAD/CAM Ceramics Prepared with Different Surface Finishing Procedures. *J Prosthodont* 2020;29 (2):166-172. doi: 10.1111/jopr.13019.
11. Tribst JPM, Maria de Oliveira Dal Piva A, Werner A, Sampaio Silva LT, Anami LC, Bottino MA, *et al.* Effect of surface treatment and glaze application on shade characterized resin-modified ceramic after toothbrushing. *J Prosthet Dent* 2021;125(4):691.e1-691.e7. doi: 10.1016/j.prosdent.2020.12.040.
12. Garza LA, Thompson G, Cho SH, Berzins DW. Effect of toothbrushing on shade and surface roughness of extrinsically stained pressable ceramics. *J Prosthet Dent* 2016; 115:489-94. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.09.013.
13. 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;113:616-22. doi: 10.1016/j.prosdent.2014.12.007.
14. Acar O, Yilmaz B, Altintas SH, Chandrasekaran I, Johnston WM. Color stainability of CAD/CAM and nanocomposite resin materials. *J Prosthet Dent* 2016;115:71-5. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.06.014.
15. Anil N, Bolay S. Effect of toothbrushing on the material loss, roughness, and color of intrinsically and extrinsically stained porcelain used in metal-ceramic restorations: an in vitro study. *Int J Prosthodont* 2002; 15:483-7.
16. Sarac D, Sarac YS, Yuzbasioglu E. The effects of porcelain polishing systems on the color and

- surface texture of feldspathic porcelain. *J Prosthet Dent* 2006;96:122-8. doi: 10.1016/j.prosdent.2006.05.009.
17. Amaya-Pajares SP, Ritter AV, Vera Resendiz C, Henson BR, Culp L, Donovan TE. Effect of finishing and polishing on the surface roughness of four ceramic materials after occlusal adjustment. *J Esthet Restor Dent* 2016;28:382-96. doi: 10.1111/jerd.12222.
18. Nogueira AD, Della Bona A. The effect of a coupling medium on color and translucency of CAD-CAM ceramics. *J Dent* 2013;41:e18-23. doi: 10.1016/j.jdent.2013.02.005.
19. Chi WJ, Browning W, Looney S, Mackert JR, Windhorn RJ, Rueggeberg F. Resistance to abrasion of extrinsic porcelain esthetic characterization techniques. *US Army Med. Dep. J* 2017;(2-17):71-79
20. Kilinc H., Turgut S. Optical behaviors of esthetic CAD-CAM restorations after different surface finishing and polishing procedures and UV aging: An in vitro study. *J. Prosthet. Dent* 2018;120(1):107–113. doi: 10.1016/j.prosdent.2017.09.019.
21. Kurt M., Bankoğlu Güngör M, Karakoca Nemli S, & Turhan Bal, B. Effects of glazing methods on the optical and surface properties of silicate ceramics. *J Prosthodont Res* 2020; 64(2):202-209. doi: 10.1016/j.jprior.2019.07.00.
22. Obaid AA, AlMawash A, Alyabis N, Alzaaqui N. An in vitro evaluation of the effect of polishing on the stainability of different CAD/CAM ceramic materials. *Saudi Dent J* 2020;32(3): 135–141. doi: 10.1016/j.sdentj.2019.08.005.
23. Alp G, Subasi MG, Johnston WM, & Yilmaz, B. Effect of surface treatments and coffee thermocycling on the color and translucency of CAD-CAM monolithic glass-ceramic. *The J. Prosthet. Dent* 2017; 120(2), 263–268. doi:10.1016/j.prosdent.2017.10.02
24. Köroglu A, Sahin O, Dede DÖ, Yilmaz B. Effect of different surface treatment methods on the surface roughness and color stability of interim prosthodontic materials. *J Prosthet Dent* 2016; 115:447-55. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.10.005.

25. Kim IJ, Lee YK, Lim BS, Kim CW. Effect of surface topography on the color of dental porcelain. *J Mater Sci Mater Med* 2003;14:405-9. doi: 10.1023/a:1023206716774.
26. Bollen CM, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dent Mater* 1997;13:258-69. doi: 10.1016/s0109-5641(97)80038-3.
27. Quirynen M, Marechal M, Busscher HJ, Weerkamp AH, Darius PL, van Steenberghe D. The influence of surface free energy and surface roughness on early plaque formation. An in vivo study in man. *J Clin Periodontol* 1990;17:138-144. doi: 10.1111/j.1600-051x.1990.tb01077.x.
28. De Freitas-Pontes KM, De Holanda JC, Fontenele CSR, Pontes CB, Da Silva CHL, Paranhos HFO. Effect of toothbrushes and denture brushes on heat-polymerize acrylic resins. *Gen Dent* 2016;64(1):49-53.
29. Torstenson B, BM. Contraction gap under composite resin restorations: effect of hygroscopic expansion and thermal stress. *Oper Dent* 1988;13: 24-31
30. Brown WS, Jacobs HR, Thompson RE. Thermal fatigue in teeth. *J Dent Res* 1972;51:461-467.
31. Roselino LRM, *et al.* Color stability and surface roughness of composite resins submitted to brushing with bleaching toothpastes: An in situ study. *J Esthet RestorDent*. 2019;31(5):486-492. doi: 10.1111/jerd.12495.
32. Roselino LRM, *et al.* Effect of Brushing Time and Dentifrice Abrasiveness on Color Change and Surface Roughness of Resin Composites. *Braz Dent J* 2015;26(5):507-5013. doi: 10.1590/0103-6440201300399.
33. Alencar-Silva FJ, Barreto JO, Negreiros WA, Silva PGB, Pinto-Fiamengui LMS, Regis RR. Effect of beverage solutions and toothbrushing on the surface roughness, microhardness, and color stainability of a vitreous CAD-CAM lithium disilicate ceramic. *J Prosthet Dent* 2019;

- 121 (4): 711.e1-e6. doi: 10.1016/j.prosdent.2019.02.001.
34. Rosentritt M, Sawaljanow A, Behr M, Kolbeck C, Preis V. Effect of tooth brush abrasion and thermo-mechanical loading on direct and indirect veneer restorations. *Clin Oral Investig* 2015; 19:53-60. doi: 10.1007/s00784-014-1209-2.
35. Sharma G, Wu W, Dalal E. The CIEDE2000 color-difference formula: implementation notes, supplementary test data, and mathematical observations. *ColorRes Appl* 2005; 30:21-30.
36. Commission Internationale de l'Eclairage. Colorimetry: technical report. CIE Pub. no. 15.3. Vienna: Bureau de la CIE; 2004;3:20-1
37. Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Bona AD, Igiel C, Linninger M, *et al.* Color differencethresholds in dentistry. *J Esthet Restor Dent* 2015;27:1-9. doi: 10.1111/jerd.12149.
38. Chun KJ, Choi HH, Lee JY. Comparison of mechanical property and role between enamel and dentin in the human teeth. *J Dent Biomech* 2014;5: 1758736014520809. doi: 10.1177/1758736014520809.

TABELAS

Tabela 1. Resultados da ANOVA mista de 3 vias para cor (CIEDE 2000, ΔE_{00}), rugosidade (Ra, μm) e microdureza Vicker's (VHN).

Parameter	Source	Sun of squares	df	Mean square	F	p value
Cor	Glaze (G)	2,741	1	2,741	2,263	0,137
	Treatment (TT)	37,393	3	12,464	10,292	<0,001*
	Time (T)	6,722	1,650	4,075	6,507	0,004*
	G x TT	2,237	3	0,746	0,616	0,607
	G x T	0,582	1,650	0,353	0,563	0,538
	T x TT	4,349	4,949	0,879	1,403	0,229
	G x T x TT	3,531	4,949	0,714	1,139	0,343
Rugosidade	Glaze (G)	2,829	1	38,566	651,468	<0,001*
	Treatment (TT)	0,190	3	0,063	1,067	0,368
	Time (T)	0,077	1,981	0,039	2,441	0,091
	G x TT	0,521	3	0,174	2,933	0,039*
	G x T	0,031	1,981	0,016	0,999	0,370
	T x TT	0,082	5,942	0,014	0,871	0,517
	G x T x TT	0,057	5,942	0,010	0,603	0,726
Microdureza	Glaze (G)	8,450	1	8,450	0,12	0,915
	Treatment (TT)	1144,113	3	381,371	0,523	0,668
	Time (T)	121689,862	2,580	47161,649	90,218	<0,001*
	G x TT	3235,225	3	1078,408	1,480	0,227
	G x T	4459,325	2,580	1728,239	3,306	0,027*
	T x TT	16402,312	7,741	2118,939	4,053	<0,001*
	G x T x TT	7718,500	7,741	997,117	1,907	0,63

Tabela 2. Média (desvio-padrão) da variação de cor (CIEDE 2000, ΔE_{00}) de acordo com o tratamento e tempo, para cada número de camadas de glaze.

Tratamento	Tempo			p ^b
	2,5 anos	5 anos	10 anos	
1 camada				
Controle	0,981 ($\pm 0,728$) ^{Aa}	1,065 ($\pm 0,592$) ^{Aa}	1,277 ($\pm 0,811$) ^{Aa}	0,583
TC	2,655 ($\pm 0,660$) ^{Ba}	2,327 ($\pm 0,787$) ^{Ba}	2,234 ($\pm 1,462$) ^{Aa}	0,147
E	1,224 ($\pm 0,598$) ^{Aa}	1,847 ($\pm 0,892$) ^{ABb}	1,994 ($\pm 0,689$) ^{Ab}	0,003*
TCE	1,872 ($\pm 0,492$) ^{ABa}	1,974 ($\pm 0,914$) ^{ABa}	2,440 ($\pm 0,721$) ^{Aa}	0,166
p ^a	<0,001*	0,013*	0,051	
2 camadas				
Controle	0,902 ($\pm 0,316$) ^{Aa}	1,358 ($\pm 1,069$) ^{ABa}	1,372 ($\pm 0,458$) ^{Aa}	0,106
TC	1,732 ($\pm 0,773$) ^{Aa}	2,356 ($\pm 1,379$) ^{Aa}	2,043 ($\pm 0,868$) ^{Aa}	0,131
E	1,208 ($\pm 1,077$) ^{Aa}	1,226 ($\pm 0,343$) ^{Bab}	1,977 ($\pm 1,445$) ^{Ab}	0,017*
TCE	1,478 ($\pm 1,026$) ^{Aa}	1,682 ($\pm 0,684$) ^{ABa}	1,991 ($\pm 0,845$) ^{Aa}	0,132
p ^a	0,088	0,021*	0,369	

Nota: TC – Termociclagem; E – Escovação; TCE – Termociclagem + Escovação.

^a One-way ANOVA / Bonferroni. ^b One-way repeated measures ANOVA / Bonferroni. * Diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$). Para cada tempo, médias com letras maiúsculas (nas colunas) e minúsculas (nas linhas) diferentes indicam diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

Tabela 3. Média (desvio-padrão) da rugosidade de superfície (Ra, μm) de acordo com o tratamento e número de camadas de glaze, para cada tempo do estudo.

Glaze	Tratamento				p ^b
	Controle	TC	E	TCE	
Baseline					
1 camada	0,469 ($\pm 0,27$) ^{Aa}	0,433 ($\pm 0,19$) ^{Aa}	0,534 ($\pm 0,31$) ^{Aa}	0,353 ($\pm 0,13$) ^{Aa}	0,161
2 camadas	0,278 ($\pm 0,07$) ^{Ba}	0,251 ($\pm 0,09$) ^{Ba}	0,279 ($\pm 0,08$) ^{Ba}	0,310 ($\pm 0,06$) ^{Aa}	0,915
p ^a	0,021*	0,027*	0,002*	0,579	
2,5 anos					
1 camada	0,473 ($\pm 0,28$) ^{Aab}	0,416 ($\pm 0,12$) ^{Aa}	0,595 ($\pm 0,15$) ^{Ab}	0,384 ($\pm 0,19$) ^{Aa}	0,010*
2 camadas	0,239 ($\pm 0,05$) ^{Ba}	0,243 ($\pm 0,07$) ^{Ba}	0,239 ($\pm 0,07$) ^{Ba}	0,295 ($\pm 0,04$) ^{Aa}	0,782
p ^a	0,001*	0,010*	<0,001*	0,185	
5 anos					
1 camada	0,482 ($\pm 0,28$) ^{Aa}	0,452 ($\pm 0,18$) ^{Aab}	0,500 ($\pm 0,12$) ^{Aa}	0,319 ($\pm 0,13$) ^{Ab}	0,014*
2 camadas	0,241 ($\pm 0,04$) ^{Ba}	0,243 ($\pm 0,07$) ^{Ba}	0,199 ($\pm 0,03$) ^{Ba}	0,262 ($\pm 0,05$) ^{Aa}	0,757
p ^a	<0,001*	0,001*	<0,001*	0,343	
10 anos					
1 camada	0,241 ($\pm 0,27$) ^{Aa}	0,381 ($\pm 0,11$) ^{Aa}	0,471 ($\pm 0,13$) ^{Aa}	0,343 ($\pm 0,12$) ^{Aa}	0,138
2 camadas	0,259 ($\pm 0,05$) ^{Ba}	0,286 ($\pm 0,12$) ^{Aa}	0,194 ($\pm 0,03$) ^{Ba}	0,232 ($\pm 0,07$) ^{Aa}	0,485
p ^a	0,003*	0,125	<0,001*	0,074	

Nota: TC – Termociclagem; E – Escovação; TCE – Termociclagem + Escovação.

^a Teste t. ^b One-way ANOVA / Bonferroni. * Diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$). Para cada tempo, médias com letras maiúsculas (nas colunas) e minúsculas (nas linhas) diferentes indicam diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

Tabela 4. Média (desvio-padrão) da microdureza Vicker's (VHN) de acordo com o tratamento e tempo, para cada número de camadas de glaze.

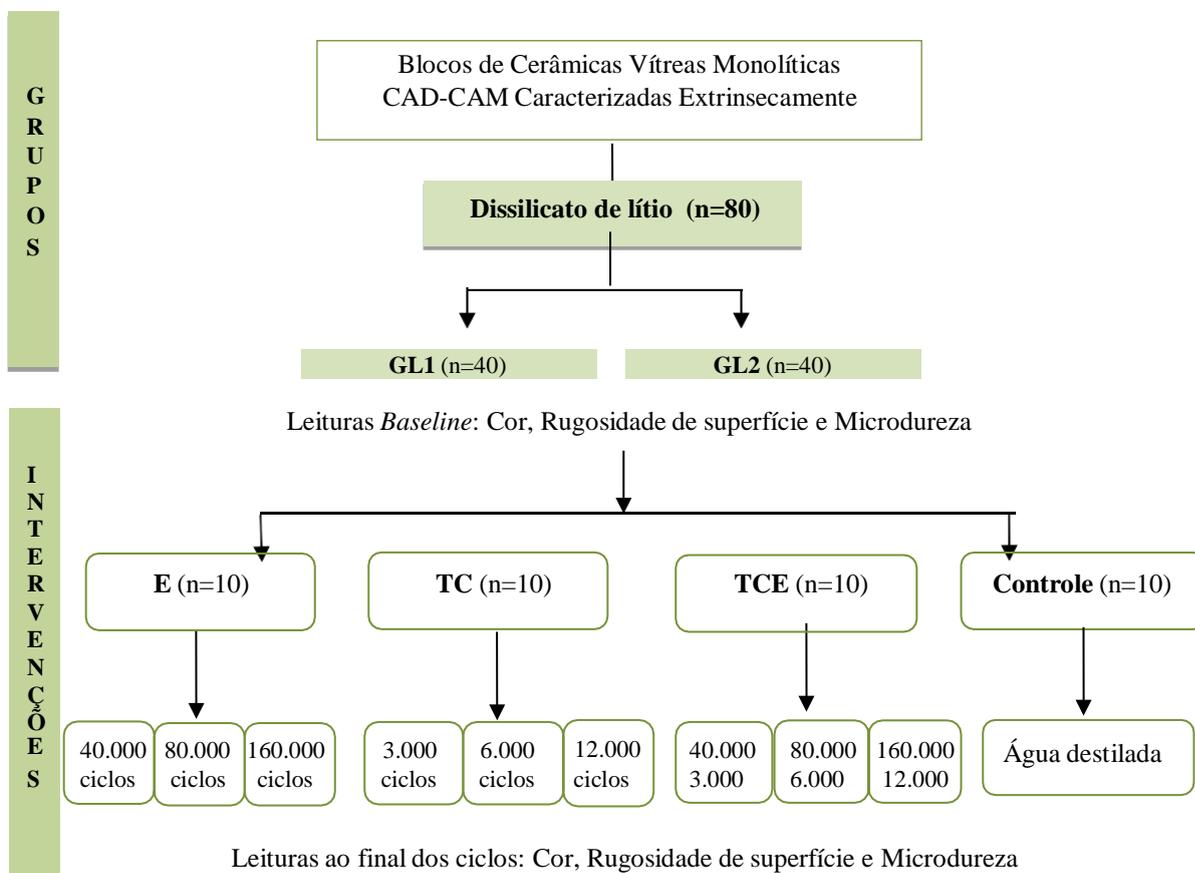
Tratamento	Tempo				p ^b
	Baseline	2,5 anos	5 anos	10 anos	
1 camada					
Controle	529,2 (±6,35) ^{Aa}	585,8 (±35,16) ^{Ab}	571,2 (±20,90) ^{Ab}	574,6 (±17,47) ^{ABb}	0,001*
TC	534,1 (±12,26) ^{ABa}	575,2 (±11,96) ^{Ab}	605,3 (±18,87) ^{Bc}	596,6 (±15,76) ^{Abc}	<0,001*
E	560,2 (±50,94) ^{Ba}	563,8 (±24,71) ^{Aa}	582,4 (±26,21) ^{ABa}	566,6 (±16,70) ^{Ba}	0,168
TCE	530,4 (±6,83) ^{Aa}	576 (±23,09) ^{Ab}	593,6 (±21,31) ^{ABb†}	591,1 (±17,77) ^{Ab‡}	<0,001*
p ^a	0,013*	0,308	0,006*	0,003*	
2 camadas					
Controle	542,7 (±26,34) ^{Aa}	598,4 (±11,96) ^{Ab}	573,8 (±184,14) ^{Ab}	577,1 (±31,84) ^{Ab}	<0,001*
TC	527,0 (±5,22) ^{Aa}	578,7 (±25,29) ^{Ab}	593,8 (±25,21) ^{Ab}	581,6 (±10,61) ^{Ab}	<0,001*
E	536,4 (±12,81) ^{Aa}	584,5 (±25,48) ^{Ab}	586,5 (±12,91) ^{Ab}	581,1 (±14,70) ^{Ab}	<0,001*
TCE	537,7 (±34,64) ^{Aa}	588,7 (±33,71) ^{Ab}	572,4 (±19,93) ^{Ab†}	570,5 (±25,73) ^{Ab‡}	<0,001*
p ^a	0,511	0,381	0,093	0,563	

Nota: TC – Termociclagem; E – Escovação; TCE – Termociclagem + Escovação.

^a One-way ANOVA / Bonferroni. ^b One-way repeated measures ANOVA / Bonferroni. * Diferença estatisticamente significativa (p<0,05). Para cada tempo, médias com letras maiúsculas (nas colunas) e minúsculas (nas linhas) diferentes indicam diferença estatisticamente significativa (p<0,05). †.‡ Símbolos iguais indicam diferença entre grupos (Teste t).

FIGURA

Figura 1. Fluxograma representativo do desenho do estudo



GL1- glazeados com uma camada; GL2- glazeados com duas camadas.

E- escovação; TC- termociclagem; TCE – termociclagem+escovação.

5. CONCLUSÃO GERAL

Duas camadas de glazamento mantiveram a maioria dos corpos de prova com níveis de alteração de cor dentro do limite de aceitabilidade clínica. A escovação causou alterações aos 5 e 10 anos no grupo com uma camada de glaze.

Duas camadas de glazamento tornaram os corpos de prova menos rugosos, comparados à aplicação de uma única camada. A termociclagem associada à escovação igualou os valores de rugosidade de superfície entre os dois grupos.

Corpos de prova com uma camada de glaze, diante da termociclagem e de sua associação com a escovação, apresentaram maior microdureza que os com duas camadas; estes não apresentaram diferenças em relação ao controle em nenhum dos tratamentos.

Conclue-se então, que o número de camadas de glazamento exerce um papel importante na manutenção de propriedades da cerâmica vítrea de dissilicato de lítio caracterizada extrinsecamente por um período de até 10 anos.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, C.M. et al. Impact of finishing protocol on the color stability of CAD-CAM ceramics: A systematic review. **The International Journal of Prosthodontics**, v. 35, n. 5, p. 109-111, 2022.

ALENCAR-SILVA, F.J. et al. Effect of beverage solutions and toothbrushing on the surface roughness, microhardness, and color stainability of a vitreous CAD-CAM lithium disilicate ceramic. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 121, n. 3, p. 711-e1-e6, 2019.

ANIL, N.; BOLAY, S. Effect of toothbrushing on the material loss, roughness, and color of intrinsically and extrinsically stained porcelain used in metal-ceramic restorations: an in vitro study. **The International Journal of Prosthodontics**, v. 15, n. 5, p. 483-487, 2002.

BAYNE, S.C. et al. The evolution of dental materials over the past century: Silver and gold to tooth color and beyond. **Journal of Dental Research**, v. 98, n. 3, p. 257-265, 2019.

BILLMEYER, F.; SALTZMAN, M. Principles of color technology. **3rd ed. New York: John Wiley & Sons; 2000.** p. 1-110.

BOMICKE, W. et al. Short-term prospective clinical evaluation of monolithic and partially veneered zirconia single crowns. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 29, n. 1, p. 22-30, 2017.

CORCIOLANI, G.; VICHI, A. Repeatability of color reading with a clinical and a laboratory spectrophotometer. **International Dentistry South Africa**, v. 8, p. 62-70, 2006.

DE FREITAS-PONTES, K.M. et al. Effect of toothbrushes and denture brushes on heat-polymerize acrylic resins. **General Dentistry**, v. 64, n. 1, p. 49-53, 2016.

DOGAN, D.O. et al. Fracture resistance of molar crowns fabricated with monolithic all-ceramic CAD/CAM materials cemented on titanium abutments: an in vitro study. **Journal of Prosthodontics**, v. 26, n. 4, p. 309-314, 2017.

DOS SANTOS, P.H. et al. Effect of thermocycling on roughness of nanofill, microfill and microhybrid composites. **Acta Odontologica Scandinavica**, v. 73, n. 3, p. 176-181, 2015.

ELMARIA, A. et al. An evaluation of wear when enamel is opposed by various ceramic materials and gold. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 96, n. 5, p. 345-353, 2006.

FREDDO, R.A. et al. Wear potential of dental ceramics and its relationship with microhardness and coefficient of friction. **Journal of Prosthodontics**, v. 25, n. 7, p. 557-562, 2016.

GARZA, L.A. et al. Effect of toothbrushing on shade and surface roughness of extrinsically stained pressable ceramics. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 115, n. 4, p. 489-494, 2016.

GAWRIOLEK, M. et al. Color and luminescence stability of selected dental materials in vitro. **Journal of Prosthodontics**, v. 21, n. 2, p. 112-122, 2012.

GOMES, E.A. et al. Ceramic in dentistry: current situation. **Cerâmica**, v. 54, p. 319-325, 2008.

IVOCLAR VIVADENT. IPS e-max lithium disilicate: The future of all-ceramic dentistry. 2009. p. 2-5
<https://www.thaidentalcenter.com/img/treatments/veneers/EmaxMaterialScience.pdf>. Accessed Nov 2013.

JAIN, C. et al. Spectrophotometric evaluation of the color changes of different feldspathic porcelains after exposure to commonly consumed beverages. **European Journal of Dentistry**, v. 7, n. 2, p. 172-180, 2013.

JANYAVULA, S. et al. The wear of polished and glazed zirconia against enamel. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 109, n. 1, p. 22-29, 2013.

KANAT-ERTUT. Color Stability of CAD/CAM Ceramics Prepared with Different Surface Finishing Procedures. **Journal of Prosthodontics**, v. 29, n. 2, p. 166-172, 2020.

KIM, I.J. et al. Effect of surface topography on the color of dental porcelain. **Journal of Materials Science M**, v. 14, p. 405-409, 2003.

KOROGLY, A. et al. Effect of different surface treatment methods on the surface roughness and color stability of interim prosthodontic materials. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 115, p. 447-455.

KUKIATRANKOON, B.; JUNPOOM, P.; HENTRAKOOL, C. Vicker's microhardness and energy dispersive x-ray analysis of fluoride-leucite and fluorapatite ceramics cyclically immersed in acid agents. **Journal of Oral Science**, v. 51, n. 3, p. 443-450, 2009.

KURT, M. et al. Effects of glazing methods on the optical and surface properties of silicate ceramics. **Journal of Prosthodontic Research**, v. 64, n. 2, p. 202-209, 2019.

LUDOVICHETTI, F.S. et al. Wear resistance and abrasiveness of CAD-CAM monolithic materials. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 120, n. 2, p. 318.e1-318.e8, 2018.

MAZZA, L.C. et al. Survival and complications of monolithic ceramic for tooth-supported fixed dental prostheses: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Prosthetic Dentistry** v. 18, n. 21, p. S0022-3913, 2021.

MIOTTO, L.N. et al. Surface properties of a new lithium disilicate glass-ceramic after grinding. **Journal of Materials Science: Materials in Medicine**, v. 42, n. 9, p. 110, 2021.

MORRESI, L.A. et al. Thermal cycling for restorative materials: does a standardized protocol exist in laboratory testing? A literature review. **Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials**, v. 29, p. 295-308, 2014.

OBADI, A.A. et al. An in vitro evaluation of the effect of polishing on the stainability of different CAD/CAM ceramic materials. **Saudi Dental Journal**, v. 32, n. 3, p. 135-141, 2020.

PAPAGEORGIOU-KYRANA, A. et al. Evaluation of color stability of preshaded and liquid-shaded monolithic zirconia. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 113, n. 3, p. 467-472, 2018.

POP-CIUTRILA, I.S. et al. Shade correspondence, color, and translucency differences between human dentine and a CAD/CAM hybrid ceramic system. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 28, n. 1, p. 46-55, 2016.

PREIS, V. et al. Wear performance of substructure ceramics and veneering porcelains. **Dental Materials Journal**, v. 27, n.8, p. 796-804, 2011.

RAUCH, A. et al. Clinical survival of chair-side generated monolithic lithium disilicate crowns: 10-year results. **Clinical Oral Investigations**, v. 22, n. 4, p. 1763-1769, 2018.

REICH, S. Tooth-colored CAD/CAM monolithic restorations. **International Journal of Computerized Dentistry**, v. 18, n. 2, p. 131-146, 2015.

ROSELINO, M. et al. Effect of brushing and accelerated ageing on color stability and surface roughness of composites. **Journal of Dentistry**, v. 41, n. 5, p. 54-61, 2013.

ROSENTRITT, M. et al. Effect of tooth brush abrasion and thermo-mechanical loading on direct and indirect veneer restorations. **Clinical Oral Investigations**, v. 19, n. 1, p. 53-60, 2015.

SCHNEIDER, J. et al. Effects of 2 polishing techniques and reglazing on the surface roughness of dental porcelain. **General Dentistry**, v. 61, n. 7, p. e6-9, 2013.

SCHWINDLING, F.S.; RUES, S.; SCHMITTER, M. Fracture resistance of glazed, full-contour ZLS incisor crowns. **Journal of Prosthodontic Research**, v. 61, n. 3, p. 344-349, 2017.

SEGUI, R.R.; DENRY, I.L.; ROSENSTIEL, S.F. et al. Relative fracture toughness and hardness of new dental ceramics. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 74, n.2, p. 145-150, 1995.

SHARMA, G.; WU, W.; DALAL, E. The CIEDE2000 color-difference formula: implementation notes, supplementary test data, and mathematical observations. **Color Research & Application**, v. 30, p. 21-30, 2005.

SILVA, T.M. et al. Polishing for glass ceramics: which protocol? **Journal of Prosthodontic Research**, v. 50, n. 3, p. 160-170, 2014.

SOARES-RUSU, I.B.L. et al. Clinical Evaluation of Lithium Disilicate Veneers Manufactured by CAD/CAM Compared with Heat-pressed Methods: Randomized Controlled Clinical Trial. **Operative Dentistry**, v. 46, n. 1, p. 4-14, 2021.

STEINER, R. et al. Adjusting dental ceramics: an in vitro evaluation of the ability of various ceramic polishing kits to mimic glazed dental ceramic surface. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 113, p. 616-622, 2015.

SULAIMAN, T.A; DELGADO, A.J; DONOVAN, T.E. Survival rate of lithium disilicate restorations at 4 years: A retrospective study. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 114, n. 3, p. 364-366, 2015.

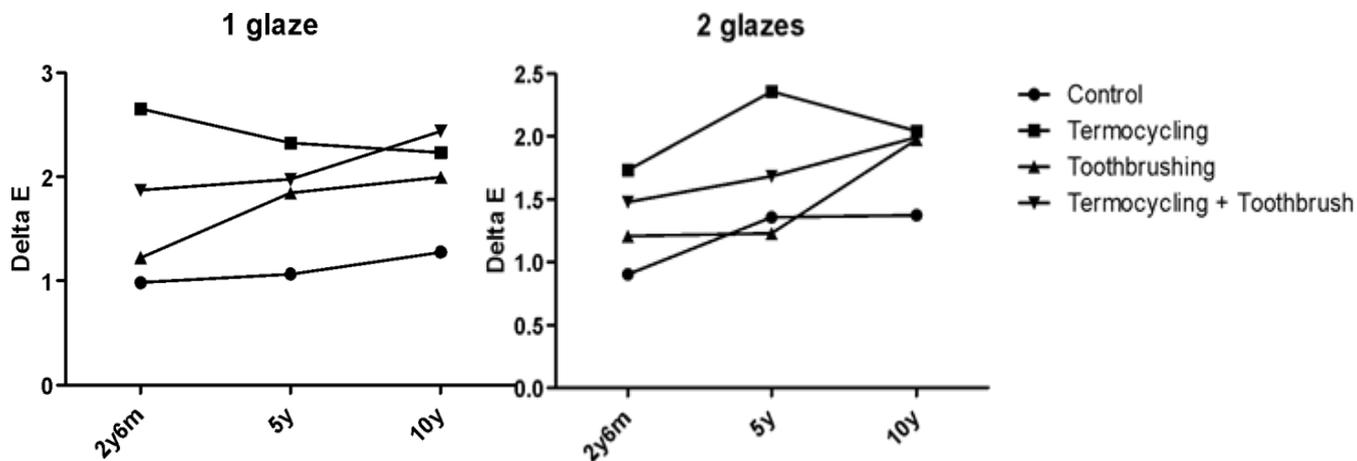
CHI, W.J. et al. Resistance to abrasion of extrinsic porcelain esthetic characterization techniques. **U.S. Army Medical Department Journal**, v. 2, n. 17, p. 71-79, 2017.

TRIBST, J.P.M. et al. Effect of surface treatment and glaze application on shade characterized resin-modified ceramic after toothbrushing. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 125, n. 4, p.691.e1-691.e7, 2021.

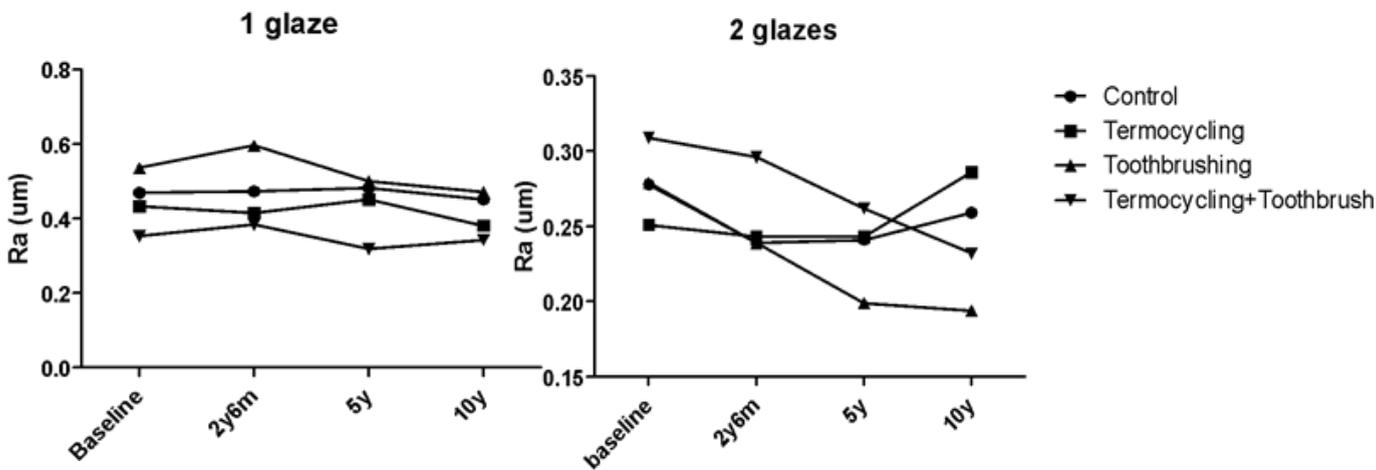
VICHI, A. et al. Effect of finishing and polishing on roughness and gloss of lithium disilicate and lithium silicate zirconia reinforced glass ceramic for CAD/CAM systems. **Operative Dentistry**, v. 43, n. 1, p. 90-100, 2018.

APÊNDICES

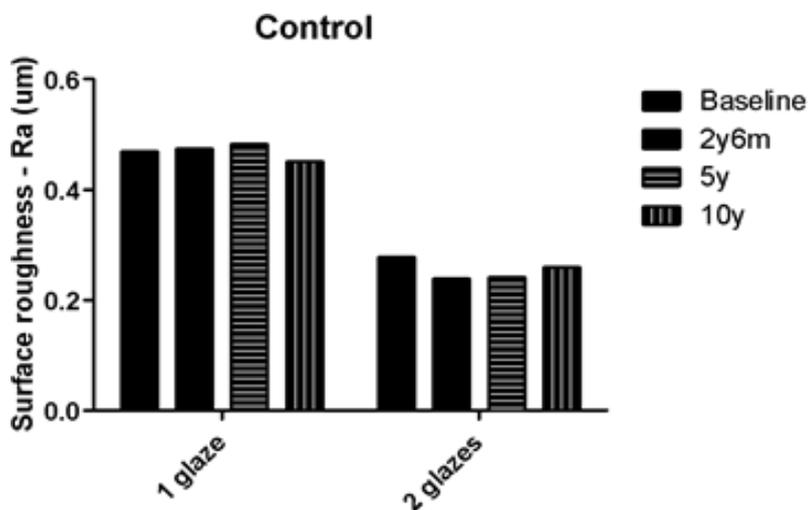
APÊNDICE A. Variação de cor dos grupos GL1 e GL2 - (CIEDE2000 ΔE_{00}) – média

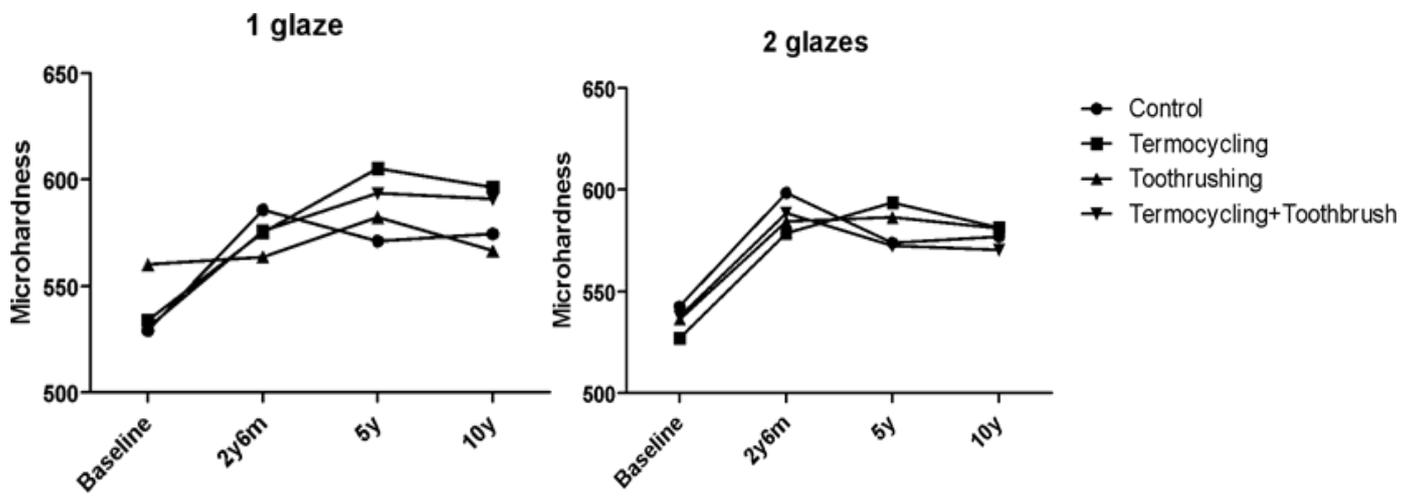


APÊNDICE B. Rugosidade de superfície dos grupos GL1 e GL2 - Ra (μm) – média



APÊNDICE C. Rugosidade de superfície do grupo controle - Ra (μm) – média



APÊNDICE D. Microdureza Vicker's dos grupos GL1 e GL2 - MD (VHN) – média

ANEXO

ANEXO A. Normas da Revista *Journal of Prosthetic Dentistry*

