

RESSALVA

Atendendo solicitação do autora, o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 01/03/2026.



UNESP - Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara



Ana Lúcia Pinheiro Silva Sato

**Influência de diferentes protocolos de acabamento sobre a rugosidade
superficial e dureza em blocos CAD/CAM de dissilicato de lítio e silicato de lítio
reforçado com zircônia**

Araraquara

2024



UNESP - Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara



Ana Lúcia Pinheiro Silva Sato

Influência de diferentes protocolos de acabamento sobre a rugosidade superficial e dureza em blocos CAD/CAM de dissilicato de lítio e silicato de lítio reforçado com zircônia

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Odontologia de Araraquara, para obtenção do título de Mestre em Ciências Odontológicas, área de Dentística Restauradora.

Orientador: Prof. Dr. Edson Alves de Campos

Araraquara

2024

S253i Sato, Ana Lúdia Pinheiro Silva
Influência de diferentes protocolos de acabamento sobre a rugosidade superficial e dureza em blocos CAD/CAM de dissilicato de lítio e silicato de lítio reforçado com zircônia / Ana Lúdia Pinheiro Silva Sato. -- Araraquara, 2024
41 p. : tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia, Araraquara
Orientador: Edson Alves de Campos

1. Cerâmica. 2. Tratamento térmico. 3. Propriedades de superfície. 4. Dureza. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Odontologia, Araraquara. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Ana Lídia Pinheiro Silva Sato

Influência de diferentes protocolos de acabamento sobre a rugosidade superficial e dureza em blocos CAD/CAM de dissilicato de lítio e silicato de lítio reforçado com zircônia

Comissão julgadora

Dissertação para obtenção de grau de Mestre em Ciências Odontológicas

Presidente e orientador Prof. Dr. Edson Alves de Campos

2º Examinador Prof. Dr. Aryvelto Miranda Silva

3º Examinador Prof. Dr. Milton Carlos Kuga

Araraquara, 1 de março de 2024.

DADOS CURRICULARES

Ana Lúcia Pinheiro Silva Sato

NASCIMENTO: 17/04/1997 – Ituverava – São Paulo

FILIAÇÃO: Carlim Sipriano da Silva e Luciana Pinheiro da Silva

2015/2021 – Graduação em Odontologia, pela Faculdade de Odontologia de Araraquara, FOAr/UNESP

2017/2018 – Iniciação científica na área de Radiologia, com orientação do Prof. Dr. Guilherme Monteiro Tosoni

2019/2020 – Iniciação científica na área de Periodontia, com orientação do Prof. Dr. Carlos Rossa Jr.

2021/2022 – Atualização em Dentística, pela AORP

2022/Atual – Mestrado em Ciências Odontológicas

AGRADECIMENTOS

À minha família, por ser meu apoio e força;

Ao meu orientador, pela paciência, comprometimento, dedicação e conhecimento dividido;

Às minhas amigas da vida acadêmica, pelo conhecimento dividido, pela cooperação, pelos conselhos e ajuda;

À CAPES: O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

“O mistério da vida me causa a mais forte emoção. É o sentimento que suscita a beleza e a verdade, cria a arte e a ciência. Se alguém não conhece esta sensação ou não pode mais experimentar espanto ou surpresa, já é um morto-vivo e seus olhos se cegaram.”

Albert Einstein*

* Einstein A. Como vejo o mundo. Rio de Janeiro: Nova Fronteira; 1981.

Sato ALPS. Influência de diferentes protocolos de acabamento sobre a rugosidade superficial e dureza em blocos CAD/CAM de dissilicato de lítio e silicato de lítio reforçado com zircônia [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2024.

RESUMO

O constante desenvolvimento das restaurações livres de metal e a tecnologia uniram as cerâmicas e o CAD/CAM há anos. A evolução dos materiais cerâmicos, assim como do sistema digital têm sido crescentes. Uma das etapas da confecção de peças protéticas cerâmicas é a aplicação de glaze, que pode promover maior resistência do material contra os efeitos decorrentes da exposição do mesmo ao ambiente bucal. O objetivo desse estudo foi investigar a influência de diferentes protocolos de acabamento de superfície sobre a microdureza e rugosidade superficial de blocos cerâmicos CAD/CAM após o envelhecimento artificial com diferentes dentifrícios. Para esse estudo *in vitro* foram obtidos cento e oitenta espécimes com 10,0mm (largura) x 12,0mm (comprimento) x 2,0mm (espessura), a partir de blocos CAD/CAM, noventa espécimes de cada material (dissilicato de lítio e silicato de lítio reforçado por zircônia) divididos em 3 grupos: borracha de polimento (B), queima convencional do glaze (G) e queima estendida do glaze (EG). Os espécimes foram submetidos ao envelhecimento artificial com escovação simulada, utilizando dentifrícios com diferentes abrasividades. A avaliação da microdureza Vickers foi realizada com o microdurômetro e a rugosidade superficial foi mensurada com um perfilômetro de contato. Os resultados obtidos em cada um dos testes foram submetidos a análise estatística descritiva, teste de normalidade, seguido pelo teste de ANOVA Two-Way e pós teste de Tukey. Para os espécimes de silicato de lítio com zircônia, a abrasividade do dentifrício não mostrou influência na dureza do grupo com tratamento de borracha; o glaze e glaze estendido promoveram uma menor dureza; o envelhecimento artificial, independente da abrasividade, não alterou a rugosidade nos diferentes tratamentos. Para os espécimes de dissilicato de lítio, o envelhecimento artificial não produziu redução na dureza, independente da abrasividade do dentifrício e não alterou a rugosidade nos diferentes tratamentos com diferentes dentifrícios. O tratamento com borracha pode não ser recomendado para acabamento de superfície de restaurações de silicato de lítio reforçado por zircônia e o glaze estendido pode ser recomendado para diminuir a rugosidade de restaurações de dissilicato de lítio.

Palavras-chave: Cerâmica. Tratamento térmico. Propriedades de superfície. Dureza.

Sato, ALPS. Influence of different finishing protocols on surface roughness and hardness in lithium disilicate and zirconia reinforced lithium silicate CAD/CAM blocks [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2024.

ABSTRACT

The constant development of metal-free restorations and technology has brought ceramics and CAD/CAM together for years. The evolution of these ceramic materials, as well as the digital system, has been increasing. CAD/CAM ceramic materials suffer damage due to their exposure to the oral environment and brushing with toothpastes. An alternative to minimizing the damage caused is the application of glaze. The objective of this study was to investigate the influence of different surface finishing protocols on the microhardness and surface roughness of CAD/CAM ceramic blocks (IPS E.max CAD and Celtra Duo). For this in vitro study, one hundred and eighty specimens were obtained from CAD/CAM blocks, ninety specimens of each material, divided into 3 groups: rubber polishing (B), conventional glaze firing (G) and extended glaze firing (EG). The specimens were subjected to artificial aging with simulated brushing using low, medium and high abrasive dentifrices. Vickers microhardness was assessed using a microhardness meter and surface roughness was measured using a contact profilometer. The results obtained in each of the tests were subjected to descriptive statistical analysis, normality test, followed by the Two-Way ANOVA test and the Tukey post test. For the Celtra Duo specimens, the abrasiveness of the dentifrice showed no influence on the microhardness of the group with rubber polishing treatment; the glaze and extended glaze promoted lower microhardness; artificial aging did not change roughness in different treatments with different dentifrices. For the Emax specimens, artificial aging did not produce a reduction in microhardness, regardless of the abrasiveness of the dentifrice, and did not change the roughness in the different treatments with different dentifrices. Rubber polishing may not be indicated for surface finishing of zirconia-reinforced lithium silicate restorations, and extended glaze may be recommended to reduce roughness of lithium disilicate restorations.

Keywords: Ceramics. Thermic treatment. Surface properties. Hardness.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	09
2 PROPOSIÇÃO	11
3 REVISÃO DA LITERATURA	12
3.1 Cerâmicas Odontológicas.....	12
3.2 Acabamento de Superfície.....	15
3.3 Abrasão e Dentifrícios.....	16
4 MATERIAL E MÉTODO	18
4.1 Materiais.....	18
4.2 Grupos Experimentais.....	19
4.2.1 Protocolos de queima do glaze.....	19
4.2.2 Protocolo de escovação simulada.....	23
4.3 Microdureza.....	24
4.4 Rugosidade.....	25
4.5 Análise Estatística.....	26
5 RESULTADOS	27
6 DISCUSSÃO	32
7 CONCLUSÃO	36
REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

A Odontologia atual exige uma excelente estética, sem prejuízo das propriedades mecânicas, físicas e biológicas, sendo esse contexto determinante para o surgimento de restaurações livres de metal. Tal exigência, aliada ao cenário tecnológico atual, agregou as cerâmicas ao sistema CAD/CAM (computer assisted design / computer assisted manufacturing), criando restaurações indiretas livres de metal, com excelente estética e adequadas propriedades mecânicas¹⁻³. O CAD/CAM é uma tecnologia composta por um scanner, responsável pela captura das imagens, um programa (CAD) para processar a imagem e projetar a peça, e uma fresadora (CAM) para obter a peça⁴. É um sistema que quando comparado ao convencional elimina etapas, tem menos distorções e possibilita a reabilitação em sessão única⁵⁻⁹. As cerâmicas odontológicas têm a função de reproduzir esmalte e dentina, com biocompatibilidade e durabilidade química⁵. São compostas de elementos metálicos e não metálicos, além de terem duas fases: a cristalina e a vítrea. A vítrea é composta de óxido de silício (SiO_4), que determina a viscosidade de expansão térmicas¹⁰, enquanto a cristalina determina propriedades mecânicas e ópticas¹¹.

A cristalização das cerâmicas é dada pela queima que consiste em levar a cerâmica a altas temperaturas, a fim de obter melhores propriedades mecânicas, enquanto o glaze permite à restauração ter uma superfície estética e menos suscetível ao acúmulo de microorganismos¹²⁻¹³. É um tratamento térmico que aumenta o tamanho e o número de cristais, que passam a ocupar um espaço maior da matriz vítrea, aumentando assim a resistência da cerâmica¹⁴.

O glaze é feito pela aplicação de uma camada fina na superfície da cerâmica, que deve ser levada ao forno para sinterização. Sua função é selar defeitos superficiais, promover uma superfície lisa e brilhante e aliviar tensões superficiais¹⁵. No entanto, outro estudo sugere que este procedimento diminui a resistência da cerâmica e altera sua estrutura, formando material amorfo¹².

A escovação é um hábito inerente do indivíduo e faz parte da rotina diária. As restaurações cerâmicas expostas ao meio bucal e à escovação com dentifrícios podem sofrer danos em suas propriedades como o desgaste¹⁷⁻¹⁸, que pode ser acentuado pela abrasividade do dentifrício. A abrasividade relativa dos dentifrícios é indicada pelo RDA, índice que mede a abrasividade relativa da dentina e é alterado de acordo com os excipientes presentes em cada dentifrício como umectantes,

aromatizantes e espessantes²⁰. A abrasão causada pela ação da escovação aliada aos dentífricos altera a rugosidade superficial do material restaurador, podendo levar ao acúmulo de placa²¹. Segundo Yuan et al.⁶⁴, a escovação, de modo geral, tornou a superfície do dissilicato de lítio e da zircônia mais áspera.

O aumento da rugosidade superficial facilita esse processo, pois os microrganismos ficam retidos nas irregularidades da superfície, favorecendo o aparecimento de lesões cariosas e inflamação dos tecidos periodontais²², e também pode aumentar a abrasão do dente antagonista devido à dureza da cerâmica²³.

Alguns protocolos podem ser capazes de diminuir esses danos, como a queima prolongada do glaze, pois melhoram o desempenho das cerâmicas a longo prazo quando comparado ao glaze convencional¹³.

Na literatura há pouca informação sobre os protocolos térmicos do glaze e sua influência sobre o comportamento dos materiais CAD/CAM. Assim, mais estudos sobre as propriedades são necessários para compreender e melhor indicar cerâmicas, além de contribuir para a compreensão dos efeitos de diferentes protocolos de queima do glaze, com o objetivo de determinar condutas que melhorem o desempenho desses materiais.

7 CONCLUSÃO

Para os espécimes de silicato de lítio reforçado por zircônia:

- O tratamento com glaze e extraglaze promoveram uma menor dureza;
- O envelhecimento artificial não alterou a dureza e rugosidade nos diferentes tratamentos com diferentes dentifrícios;
- O tratamento com borracha produziu a maior rugosidade inicial dentre os tratamentos, e pode não ser indicado como tratamento de superfície para restaurações de silicato de lítio reforçado por zircônia.

Para os espécimes de dissilicato de lítio:

- O envelhecimento artificial não produziu redução na dureza, independente da abrasividade do dentifrício e não alterou a rugosidade nos diferentes tratamentos com diferentes dentifrícios;
- O glaze estendido promoveu a menor rugosidade, podendo ser indicado para diminuir a rugosidade de restaurações de dissilicato de lítio.

REFERÊNCIAS*

1. El-Mowafy O, Brochu JF. Longevity and clinical performance of IPS-Empress ceramic restorations: a literature review. *J Can Dent Assoc.* 2002; 68(4): 233-7.
2. Pallesen U, van Dijken JW. An 8-year evaluation of sintered ceramic and glass ceramic inlays processed by the cerec CAD/CAM system. *Eur J Oral Sci.* 2000; 108(3): 239-46.
3. Bhat V, Shenoy K, Dandekeri S, Reddy H. CAD/CAM ceramics: a literature review. *Int J Recent Sci Res.* 2016; 7(3): 9352-61.
4. Fu L, Engqvist H, Xia W. Glass–ceramics in dentistry: a review. *Materials.* 2020; 13(1049): 1-22.
5. Kelly JR, Benetti P. Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice. *Aust Dent J.* 2011; 56(Suppl 1): 84–96.
6. Goodacre CJ, Bernal G, Rungcharassaeng K, Kan JYK. Clinical complications in fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent.* 2003; 90(1): 31-41.
7. Heintze SD, Cavalleri A, Zellweger G, Büchler A, Zappini G. Fracture frequency of all-ceramic crowns during dynamic loading in a chewing simulator using different loading and luting protocols. *Dent Mater.* 2008; 24(10): 1352-61.
8. Davidowitz G, Kotick PG. The use of CAD/CAM in dentistry. *Dent Clin North Am.* 2011; 55(3): 559-70.
9. Batalha-Silva S, Andrada MAC, Maia HP, Magne P. Fatigue resistance and crack propensity of large MOD composite resin restorations: direct versus CAD/CAM inlays. *Dent Mater.* 2013; 29(3): 324-31.
10. Kelly J R, Nishimura I, Campbell SD. Ceramics in dentistry: historical roots and current perspectives. *J Prosthet Dent.* 1996; 75(1): 18-32.
11. Craig RG. *Materiais dentários restauradores*. 11.ed. São Paulo: Ed. Santos; 2004.
12. Fraga S, Valandro LF, Bottino MA, May LG. Hard machining, glaze firing and hydrofluoric acidetching: do these procedures affect the flexural strength of a leucite glass–ceramic? *Dent Mater.* 2015; 31(7): 131–40.
13. Aurélio IL, Dorneles LS, May LG. Extended glaze firing on ceramics for hard machining: crack healing, residual stresses, optical and microstructural aspects. *Dent Mater.* 2017; 33(2): 226-40.
14. Kang SH, Chang J, Son HH. Flexural strength and microstructure of two lithium disilicate glass ceramics for CAD/CAM restoration in the dental clinic. *Restor Dent Endod.* 2013; 38(3): 134-40.

* De acordo com o Guia de Trabalhos Acadêmicos da FOAr, adaptado das Normas Vancouver. Disponível no site da Biblioteca: <http://www.foar.unesp.br/Home/Biblioteca/guia-de-normalizacao-atualizado.pdf>

15. Marshall DB, Evans AG, Khuri Yakub BT, Tien JW, Kino GS. The nature of machining damage in brittle materials. *Proc R Soc Lond. A* 385: 461–75.
16. Li RWK, Chow TW, Matinlinna JP. Ceramic dental biomaterials and CAD/CAM technology: State of the art. *J Prosthodont Res.* 2014; 58(4): 208– 16.
17. Guazzato M, Albakry M, Quach L, Swain MV. Influence of surface and heat treatments on the flexural strength of a glass-infiltrated alumina/zirconia-reinforced dental ceramic. *Dent Mater.* 2005; 21(5): 454–63.
18. Luthardt RG, Holzhüter H, Sandkuhl O, Herold V, Schnapp JD, Kuhlisch E, Walter M. Reliability and properties of ground Y-TZP-zirconia ceramics. *J Dent Res.* 2002; 81(7): 487–91.
19. Hacker CH, Wagner WC, Razzoog ME. An in vitro investigation of the wear of enamel on porcelain and gold in saliva. *J Prosthet Dent.* 1996; 75(1): 14–7.
20. Land CH. Porcelain dent art. *Dent Cosmos.* 1903; 45(8): 615-20
21. Tanoue N, Matsumura H, Atsuta M. Wear and surface roughness of current prosthetic composites after toothbrush/dentifrice abrasion. *J Prosthet Dent.* 2000; 84(1): 93–7.
22. Anusavice KJ. Degradability of Dental Ceramics. *Adv Dent Res.* 1992; 6(1): 82–9.
23. 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(4): 258–69.
24. Hossain A, Okawa S, Miyakawa O. Surface texture and composition of titanium brushed with toothpaste slurries of different pHs. *Dent Mater.* 2007; 23(2): 186–92.
25. Philpotts CJ, Weader E, Joiner A. The measurement in vitro of enamel and dentine wear by toothpastes of different abrasivity. *Inter Dent J.* 2005; 55(Suppl 1): 183–7.
26. González-Cabezas C: Determination of the abrasivity of dentifrices on human dentin using the radioactive (also known as relative) dentin abrasion (RDA) method. *J Clin Dent.* 2010; 21(Suppl 1): S9–S10.
27. Della Bona A, Shen C, Anusavice KJ. Work of adhesion of resin on treated Lithia disilicate-based ceramic. *Dent Mater.* 2004; 20(4): 338-44.
28. McLean JW, Hughes TH. *Br Dentl Journal.* 1965; 119(6): 251-67.
29. Kina S. Protocolo clínico para utilização de uma nova cerâmica vítrea reforçada por leucita. *Rev Dent Press Estét.* 2005; 2(4): 23-67.
30. Craig RG, Powers JM. *Materiais dentários restauradores.* 11 .ed. São Paulo: Ed. Santos; 2004; 11(8): 551-74.
31. Borges GA, Sophr AM, de Goes MF, Sobrinho LC, Chen DC. Effect of etching and airborne particle abrasion the microstructure of different dental ceramics. *J Prosthet Dent.* 2003; 89(5): 497-88.

32. Gracis S, Thompson VP, Ferencz JL, Silva NR, Bonfante EA. A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *Int J Prosthodont.* 2015; 28(3): 227-35.
33. Raposo LHA, Davi LR, Simamoto PC Jr, Neves FD, Soares PV, Simamoto VRN. Restaurações totalmente cerâmicas: características, aplicações clínicas e longevidade. *Pro-Odonto Prótese Dent.* 2014; 2: 1-66.
34. Sailer I, Makarov NA, Thoma DS, Zwahlen M, Pjetursson BE. All ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs)? A systematic review of the survival and complication rates. Part 1: Single crowns (SCs). *Dent Mater.* 2015; 31(6): 603-23.
35. Correia ARM, Sampaio Fernandes JCA, Cardosos JAP, Leal da Silva CFC. CAD/CAM: a informática da prótese fixa. *Rev Odontol UNESP.* 2006; 35(2): 183-89.
36. Gallardo YR, Bohner L, Tortamano P, Pigozzo MN, Laganá DC, Sesma N. Patient outcomes and procedure working time for digital versus conventional impressions: a systematic review. *Journal Prosthet Dentistry.* 2018; 119(2): 214–9.
37. Denry IL, Holloway JA, Tarr LA. Effect of heat treatment on microcrack healing behavior of a machinable dental ceramic. *J Biomed Mater Res.* 1999; 48(6): 791–6.
38. Quirynen M, Bollen CM, Papaioannou W, Van Eldere J, van Steenberghe D. The influence of titanium abutment surface roughness on plaque accumulation and gingivitis: short-term observations. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1996; 11(2): 169-78.
39. 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(4): 258–69.
40. Hmaidouch R, Weigl P. Tooth wear against ceramic crowns in posterior region: a systematic literature review. *Int J Oral Sci.* 2013; 5(4):183–190.
41. Lambrechts P, Braem M, Vanherle G. Buonocore memorial lecture. Evaluation of clinical performance for posterior composite resins and dentin adhesives. *Oper Dent.* 1987; 12(2): 53-78.
42. Ohlmann B, Trame JP, Dreyhaupt J, Gabbert O, Koob A, Rammelsberg P. Wear of posterior metal-free polymer crowns after 2 years. *J Oral Rehabil.* 2008; 35(10): 782–788.
43. Hannink RHJ, Kelly PM, Muddle BC. Transformation toughening in zircônia-containing ceramics. *J Am Ceram Soc.* 2000; 83(3): 461-87.
44. Kantorski KZ, Scotti R, Valandro LF, Bottino MA, Koga-Ito CY, Jorge AO. Surface roughness and bacterial adherence to resin composites and ceramics. *Oral Health Prev Dent.* 2009; 7(1): 29-32.
45. Haralur SB: Evaluation of efficiency of manual polishing over autoglazed and overglazed porcelain and its effect on plaque accumulation. *J Adv Prosthodont.* 2012; 4(4): 179-186.

46. Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR. Phillips materiais dentários. 11^a ed. Rio de Janeiro: Ed. Elsevier; 2005.
47. Yilmaz K, Ozkan P. Profilometer evaluation of the effect of various polishing methods on the surface roughness in dental ceramics of different structures subjected to repeated firings. *Quintessence Int.* 2010; 41(7): e125-31.
48. Bartlett D, Phillips K, Smith B. A difference in perspective – the North American and European Interpretations of tooth wear. *Int J Prosthodont.* 1999; 12(5):401-8.
49. Macdonald E, North A, Maggio B, Sufi F, Mason S, Addy M, West NX. Clinical study investigating abrasive effects of three toothpastes and water in an in situ model. *J Dent.* 2010; 38(6): 509-16.
50. Addy M, Shellis RP. Interaction between attrition, abrasion and erosion in tooth wear. *Monogr Oral Sci.* 2006; 20:17-31.
51. Pereira SMB [UNESP]. Efeito da escovação associada à dentifrício branqueador na degradação superficial e formação de biofilme em materiais cerâmicos. [dissertação de mestrado]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia da Unesp; 2007.
52. Pereira PC [UNESP]. Efeito da escovação na formação in situ de biofilme dentário inicial e na rugosidade superficial em cerâmica de y-tzp após vitrificação e polimento. [dissertação de mestrado]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia da Unesp; 2010.
53. Belli R, Frankenberger R, Appelt A, Schmitt J, Baratieri LN, Greil P, Lohbauer U. Thermal-induced residual stresses affect the lifetime of zirconia-veneer crowns. *Dent Mater.* 2013; 29(2): 181–90.
54. Belli R, Wendler M, de Ligny D, Cicconi MR, Petschelt A, Peterlik H, Lohbauer U. Chairside CAD/CAM materials. Part 1: measurement of elastic constants and microstructural characterization. *Dent Mater.* 2017; 33(1): 84-98.
55. Ohlmann B, Trame JP, Dreyhaupt J, Gabbert O, Koob A, Rammelsber P. Wear of posterior metal-free polymer crowns after 2 years. *J Oral Rehabil* 2008; 35(10): 782–788.
56. Ritzberger C, Schweiger M, Höland W. Principles of crystal phase formation in Ivoclar Vivadent glass-ceramics for dental restorations. *J Non Cryst Solids.* 2016; 432(Part A): 137–42.
57. Anusavice KJ. Degradability of Dental Ceramics. *Adv Dent Res.* 1992; 6(1): 82–9.
58. Heintze SD, Forjanic M. Surface roughness of different dental materials before and after simulated toothbrushing in vitro. *Oper Dent.* 2005; 30(5): 617-26.
59. Di Credito RC, Araújo CRP, Araújo PA. Avaliação de pastilhas cerâmicas submetidas à ação de produtos fluoretados. *Rev Assoc Paul de Cir Dent.* 1995; 49(3): 236-40.

60. 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; 119(6): 1000-6.
61. Sulaiman TA, Camino RN, Cook R, Delgado AJ, Roulet JF, Clark WA. Timelasting ceramic stains and glaze: A toothbrush simulation study. *J Esthet Restor Dent*. 2020; 32(6): 581-5.
62. Mahrous AA, Alhammad A, Alqahtani F, Aljar Y, Alkadi A, Taymour N, et al. The toothbrushing effects on surface properties and color stability of CAD/CAM and pressable ceramic fixed restorations-an in vitro study. *Materials (Basel)*. 2023; 16(8): 2950.
63. Picolo MZD, Kury M, Romário-Silva D, Rosalen PL, Pecorari VGA, Gianinni M, et al. Effects of gastric acid and mechanical toothbrushing in CAD-CAM restorative materials: Mechanical properties, surface topography, and biofilm adhesion. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2023; 138: 105606.
64. Yuan JCC, 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; 119(6): 1000-1006.
65. Moura RBB, Santos TC. Sistemas cerâmicos metal free: tecnologia CAD/CAM. *R Interd*. 2015; 8(1): 220-226.